



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el  
pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash -  
2021”**

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

**AUTORES:**

Alva Giraldo, Nathaly Noely (ORCID: 0000-0002-9010-7922)

Navarro Méndez, Darren Aldo (ORCID: 0000-0003-4648-7064)

**ASESOR:**

Mgtr. Monja Ruiz Pedro Emilio (ORCID: 0000-0002-4275-763X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Con mucho amor y aprecio está dedicado a nuestros padres, por su gran esfuerzo y tenacidad del día a día, por inculcarnos los valores, comprensión y perseverancia en todas las cosas. De ser nuestro principal soporte y de ser indispensables en los acontecimientos de nuestras vidas, además de brindarnos muchas lecciones de vida.

Hacia nuestros múltiples docentes que tienen mucha experiencia en campo que posee la distinguida Universidad César Vallejo, que tiene una excelente enseñanza y conocimientos a nivel nacional e internacional, que me dará muchas buenas experiencias en esta prestigiosa carrera.

**Alva Giraldo Nathaly Noely**

**Navarro Mendez Darren Aldo**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, a Dios, que todos los días nos da la vida, salud y bienestar. Por acompañarnos por el camino correcto y en ayudarme en todos mis proyectos personales y profesionales.

A nuestros padres, por su inconmensurable amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional, que nos alentaron día tras día para la terminación de la carrera profesional.

A nuestro asesor que nos brindó un excelente asesoramiento y nos apoyó en la culminación de nuestra tesis.

**Alva Giraldo Nathaly Noely**

**Navarro Mendez Darren Aldo**

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de tablas.....	iv
Índice de gráficos.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. MÉTODOLÓGÍA.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	26
3.2. Variables y operacionalización:.....	27
3.3. Población, muestra y muestreo.....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
ANEXOS.....	48

## Índice de tablas

Tabla 1.	Resultados obtenidos del Análisis Granulométrico del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	30
Tabla 2.	Resultados obtenidos del C.B.R. del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	32
Tabla 3.	Resultados obtenidos de Proctor Modificado del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	33
Tabla 4.	Resultados obtenidos de las variables de diseño del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	35
Tabla 5.	Resultados obtenidos de los espesores de la losa de concreto del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	35
Tabla 6.	Resultados obtenidos de los presupuestos de los métodos empleados en el “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	36

## Índice de gráficos

Grafico N°1: Ensayo granulométrico del suelo del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	31
Grafico N°2: Ensayo del CBR del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	32
Grafico N°3: Ensayo del Proctor modificado del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	34
Grafico N°4: Espesores de la losa de concreto del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	36
Grafico N°5: Espesores de la losa de concreto del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021” .....	37

## Índice de figuras

Figura N°1:	Conformación del pavimento flexible .....	17
Figura N°2:	Conformación del pavimento rígido.....	18
Figura N°3:	Fórmula del pavimento rígido.....	19
Figura N°4:	Índice de serviciabilidad .....	20
Figura N°5:	Confiabilidad estándar .....	21
Figura N°6:	Índice de serviciabilidad inicial .....	22
Figura N°7:	Factor de confiabilidad .....	22
Figura N°8:	Modulo de reacción combinada (kc) .....	23
Figura N°9:	Tabla de coeficientes de drenaje .....	24

## Resumen

La presente Tesis se titula: “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”. Tiene como objetivo principal en Demostrar que el método BPA es más eficaz que el método AASHTO para el diseño de pavimento rígido del terminal portuario de Chimbote. Se empleó el diseño de investigación no experimental del tipo aplicada, tiene como variable independiente el pavimento rígido y como variable dependiente el método AASHTO – PBA. La población está establecida por el terreno del terminal portuario de Chimbote que tiene un área de 87,000 m<sup>2</sup>. El instrumento usado es el ensayo de granulometría, límite de Atterbeg, contenido de humedad, proctor modificado, CBR y el estudio de tránsito vehicular, así mismo se hizo el cuestionamiento de esta tesis: ¿De qué manera el método BPA es más eficaz que el método AASHTO para el diseño del pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote?

Dichos procedimientos de evaluación son muy esenciales porque podemos identificar y cualificar la clasificación de suelo ya sí mismo en realizar el diseño por AASHTO y BPA. Para saber si en ambos diseños cual es la mejor opción.

**Palabras clave:** Pavimento rígido, AASHTO, BPA, terminal portuario



## **Abstract**

This Thesis is entitled: "Comparative design between AASHTO and BPA methods for the rigid pavement of the Chimbote Port Terminal - Ancash - 2021". Its main objective is to demonstrate that the BPA method is more effective than the AASHTO method for the rigid pavement design of the Chimbote port terminal. The non-experimental research design of the applied type was used, it has the rigid pavement as an independent variable and the AASHTO - PBA method as a dependent variable. The population is established by the land of the Chimbote port terminal that has an area of 87,000 m<sup>2</sup>. The instrument used is the granulometry test, Atterberg limit, moisture content, modified proctor, CBR and the study of vehicular traffic, likewise the questioning of this thesis was made: In what way is the BPA method more effective than the AASHTO method for the design of the rigid pavement of the Chimbote Port Terminal?

Such evaluation procedures are very essential because we can identify and qualify the soil classification and carry out the design by AASHTO and BPA itself. To know if in both design which is the best option.

**Keywords:** Rigid pavement, AASHTO, BPA, port terminal

## **I. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día la industria del transporte marítimo mueve un 90% del comercio mundial a través de contenedores, es por ello que los principales puertos del mundo aprovecharon en explotar este medio para crecer económicamente de forma exponencial, algo que Chimbote ha dejado en un segundo plano. Si bien el terminal portuario actualmente sigue en actividad gracias a la gran riqueza en biodiversidad de flora y fauna marina, las exportaciones son inconsistentes con muchos altos y bajos. Diversas son las razones de este problema de regularidad, pero la verdad es que las condiciones en las que se encuentra el terminal portuario son muy mejorables. Desde el punto de vista estructural, que es lo que compete a la especialidad, se evidencia que el pavimento actual se encuentra deteriorado por la exposición a un determinado tipo de ambiente y por las cargas que transitan por este. Entra en consideración también la utilización de un inadecuado diseño para las características que presenta el terminal portuario de Chimbote además de decisiones cuestionables por parte de las autoridades encargadas de la administración. Las consecuencias de estas decisiones es realizar mantenimientos, que muchas veces tardan en ejecutarse, en períodos no estimados que afectan la productividad de la zona comercial.

En el Perú, debido a un inexistente reglamento que cuente con los parámetros adecuados para un diseño de pavimento para terminales portuarios, los métodos más comunes y utilizados son el de la P.C.A. y el AASHTO. Dichos métodos, que no están diseñados para contemplar las cargas que se presentan en los terminales portuarios, terminan con resultados no satisfactorios precisamente porque fueron diseñados para soportar cargas convencionales como referencias máximas. Para dimensionar el espesor del pavimento en una zona portuaria es muy importante el análisis de la magnitud de las cargas que suelen presentarse en ella; es por ello, que los métodos internacionales como el BPA y el ROM son más precisos en cuanto a este tema se refiere.

La actualización del Plan Maestro Portuario de Chimbote por parte de la Autoridad Portuaria Nacional indica que la infraestructura actual limita seriamente las

posibilidades de atención de naves de mayor calado. Una reducida oferta de equipos de manipuleo de cargas y las limitaciones de tamaño y profundidad se traducen en que las naves y las cargas deban buscar alternativas cercanas que generalmente corresponden al puerto del Callao con el sobre costo que esto significa erosionando los márgenes de los exportadores del área de influencia y limitando el desarrollo de otras actividades económicas en la zona que necesitan una logística más eficiente que la que el puerto es capaz de ofrecer. Como se puede comprobar, existen estudios a través de los años que han coincidido en el diagnóstico acerca de las deficiencias presentes en el terminal portuario de Chimbote. Por este motivo no es de extrañar que el puerto de la ciudad haya sido relegado por otros en los últimos tiempos. Con ayuda de los estudios previos mencionados se puede confirmar la tendencia que, de aquí a un futuro próximo, no se realizarán implementaciones para cubrir las deficiencias expuestas. Es por ello que se trazó el objetivo de encontrar un diseño de pavimento rígido específicamente para las condiciones del área determinada utilizando y comparando métodos conocidos internacionalmente; sentando bases para una futura ampliación buscando explotar el potencial comercio exterior con los recursos que Chimbote brinda. Bajo los argumentos antes mencionados nace la necesidad de investigar un método de diseño que acoja los parámetros de varios otros, si es necesario, para establecer un método base que podrá ser aplicado en distintas locaciones con sus respectivas características.

Por las razones anteriormente mencionadas **formulamos la siguiente pregunta:**  
¿De qué manera el método BPA es más eficaz que el método AASHTO para el diseño del pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote?

El presente trabajo de investigación se **justifica metodológicamente** por su objetivo de buscar una alternativa para un diseño de pavimento para zonas portuarias a través de la comparación de dos métodos de diseño internacionales debido a la ausencia de un reglamento nacional, la cual resulta en una deficiencia infraestructural de los puertos del país.

**Económicamente** hablando, para Chimbote que es una ciudad que basa su

economía en la actividad pesquera y sus derivados, contar con un pavimento adecuado para el lugar permitirá realizar las labores de manera óptima y aumentar la productividad del puerto. Esto generará un impacto económico positivo, lo cual es un beneficio para las personas que participan directa e indirectamente en esta industria. Por otro lado, la propuesta del trabajo de investigación respecto a este tema es economizar los procesos de ejecución y mantenimiento del pavimento, sin dejar de considerar la parte de la eficiencia.

La proyección **social** de este estudio es la creación de un reglamento que adapte las normas internacionales a una realidad nacional para su adecuada implementación en los puertos, lo que crearía más puestos de trabajo para la población de Chimbote con el fin de traer progreso y desarrollo para nuestra sociedad.

Con respecto a las **teorías**, este estudio busca aportar nuevos conocimientos antes no considerados, como es el caso de un método de diseño de pavimento para un puerto con las características que presenta la bahía de Chimbote. Pretendiendo usar estos conocimientos como la base del proyecto, el cual sería la elaboración de todo un reglamento que se ajuste a la realidad no solamente de Chimbote, sino que se pueda aplicar a cualquier puerto a nivel nacional.

El presente trabajo de investigación tiene como **objetivo general**: Demostrar que el método BPA es más eficaz que el método AASHTO para el diseño de pavimento rígido del terminal portuario de Chimbote. Y establecimos como **objetivos específicos**: Identificar las propiedades mecánicas presentes en el suelo del terminal portuario de Chimbote- Áncash - 2021; calcular los espesores de las capas que conforman el pavimento rígido del terminal portuario de Chimbote a través de los métodos BPA y AASHTO, del Terminal Portuario de Chimbote – Áncash – 2021; estimar los costos para la ejecución de un pavimento del terminal portuario de Chimbote utilizando los métodos BPA y AASHTO– Áncash – 2021.

Apoiados en la revisión de nuestra literatura, formulamos la **hipótesis de investigación**: El método BPA es más eficaz que el método AASHTO para el diseño del pavimento rígido del terminal portuario de Chimbote.

## II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes a nivel internacional empiezan con un trabajo realizado por (Lozano y Sotomayor, 2017, p. 126), en su tesis titulada “Análisis de las cargas que van a actuar sobre la estructura de un pavimento de un patio de contenedores ubicado en el puerto marítimo de Guayaquil, Ecuador”, que trazó el objetivo de estudio determinar las cargas de la infraestructura vial localizado en el puerto de Guayaquil, para un funcionamiento eficiente de esta infraestructura. Basándose en el ROM (Recomendaciones de Obras Marítimas) para calcular las cargas presentes en el área de estudio, concluyeron en que las normas que se aplican para el cálculo de espesores de las capas del pavimento para el patio de contenedores serán las del British Ports Association (BPA), porque trabaja con cargas muy altas como las aplicadas en este proyecto.

Entre los cuales tenemos a (Rivas, 2011, p. 110), en su trabajo de investigación titulado “Diseño de pavimentos portuarios de adoquines y su aplicación al Puerto San Vicente SVTI, Chile” donde se tuvo la meta de una evaluación de los procedimientos utilizados para un diseño de pavimento portuario en el Puerto San Vicente y la influencia de las cargas y las condiciones que afectan directamente, además de poder evaluar las condiciones que limitan el diseño y así poder entregar una solución alternativa de pavimento. Donde después de realizar los tres métodos de diseño considerados en el trabajo, se concluyó que dos de ellos carecían de precisión cuando se trabaja con cargas de gran magnitud que se suelen manejar en este tipo de zona. Por otro lado, el método británico (BPA) fue el que mejor se adaptó a las condiciones de un puerto que presenta cargas de alto tonelaje, además de considerar los esfuerzos dinámicos producidos por el tránsito de equipos portuarios.

Además, según la investigación realizada por (Cago & Jerez, 2017, p.21), en su tesis que titula, “Diseño de hormigón rígido de alta resistencia utilizando escoria de acero para la aplicación en pavimento de concreto. “el método empleado para el estudio fue a través de análisis de material predominante para el diseño, por lo que se concluyó que los resultados obtenidos en el diseño de un hormigón de alto

rendimiento utilizando la mezcla 7 muestran que el uso de acero escoria como aditivo final en el hormigón es adecuado para su uso en un pavimento rígido, además las físicas que se están caracterizando, es posible concluir que el peso específico de la escoria negra es 1,41 veces el de la arena Pifo. Por el contrario, la capacidad de absorción de la escoria negra es 1,14 veces mayor que la de la arena, lo que indica que la escoria negra es una sustancia porosa. Al hacer pruebas de densidad suelta y compactada, se descubre que existen diferentes escorias masas para un mismo volumen, por último, se evidencio que el comportamiento de la escoria es comparable al de un agregado natural, como lo demuestra un experimento realizado en cilindros de hormigón, en el que la resistencia aumenta con el tiempo. En los ensayos de la mezcla 6, que fueron ensayados a los 7, 14, 28, y 56 da, el 83%, 97%, 111%, y 112% de la resistencia especificada fueron obtenidos debido a que el hormigón está diseñado para un pavimento curvo que estaría expuesto a factores ambientales y es poco probable que tenga un curado igual al del laboratorio, se decidió hacer la mezcla 7 con una relación de agua cemento de 0.36, aumentando así el rango de seguridad.

Bajo el mismo contexto según (Herrera & Vera, 2017, p.23), en su investigación que titula, Estudio y diseño vial para la reconstrucción y ampliación de la vía comprendida entre el redondel de Codesa y el redondel de las banderas en el Barrio Esmeraldas Libre, Cantón Esmeraldas, Provincia de Esmeraldas, donde el método empleado para el estudio fue a través de fichas técnicas para evaluación y almacenamiento de información comprendida en campo, se concluyó que el proyecto permitirá a la Redondel de Codesa mejorar su servicio y seguridad y transporte, donde los usuarios podrán reducir la cantidad de tiempo que dedican a viajar a sus destinos y, al mismo tiempo, mejorar su situación social y económica. Según datos del Censo de Población y Vivienda del INEC 2001 a 2010, la población del Cantón de Esmeraldas aumentó en 2.03 % además según la clasificación AASHTO, el suelo primario en el área es A-7-5. El diseño CBR para el proyecto es 1,90 por ciento, lo que implica que la subrasante mejorará.

Por ultimo según el estudio realizado por (Manchero & Salazar, 2021, p.31), en su tesis que titula Diseño de hormigón permeable de alta resistencia, con adición de aditivo espumante y perlas de poliestireno expandido, para la aplicación en pavimentos, se aplicó el método analítico, cuyo estudio comprenderá a 2 kilómetros de pavimentación de concreto, por lo que se concluyó que según, la densidad y la permeabilidad del hormigón están indisolublemente unidas, porque cuanto mayor es la densidad, menor es la permeabilidad. Este estudio se centró en la introducción respecto a los criterios establecido para el diseño de hormigón través de la incorporación poliestireno y aire vía aditivos espumantes, lo que permitió reducir la densidad del hormigón, dando como resultado una menor densidad del hormigón de alta resistencia con adición de poliestireno perlas (10% en masa total de hormigón), con una densidad de 2298,21Kg / m<sup>3</sup> y un hormigón de alta resistencia con aditivo espumante (25 por ciento de volumen de hormigón) con una densidad de 2281,35 kg / m<sup>3</sup>, además en comparación con un hormigón con la misma resistencia 42MPa sin aditivos y una densidad de 2422,47Kg / m<sup>3</sup>. Como resultado, a medida que disminuye su densidad, aumenta su permeabilidad.

En el ámbito nacional, (Sancho, 2018, p. 170), en su trabajo de investigación titulada “Diseño de pavimentos industriales y planteamiento de la metodología de estabilización mecánica correspondiente para su uso en zonas portuarias. caso: Puerto del Callao”, que tuvo como objetivo proponer un pavimento de uso industrial en la zona portuaria plantear una metodología apropiada para el diseño de pavimentos industriales a emplearse en zonas portuarias y su correspondiente estabilización mecánica. Este trabajo de investigación de diseño descriptivo. Para el desarrollo de este estudio se utilizaron varios métodos de diseño con la intención de encontrar un pavimento adecuado para el área de estudio y debido que el Perú no cuenta con un reglamento para este tipo de proyectos. Llegando a la conclusión de que los dimensionamientos de los métodos utilizados en el trabajo son muy confiables, pero que no favorece en la búsqueda de exactitud, por ello recomienda una evaluación para estos proyectos teniendo en consideración muchas alternativas que nos ayudarán a tomar una decisión correcta, además es necesario el análisis estructural y, por supuesto, definir las zonas para claramente perjudicadas del

pavimento, porque esto nos permitirá completar un proyecto de diseño muy eficiente y rentable, esta característica se logrará tanto en el área operativa como en el de mantenimiento del proyecto.

Respecto a (Scipion, 2018, p. 244), en su tesis titulada “Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018”, este trabajo tiene un enfoque cuantitativo que utiliza medición numérica y análisis estadístico. Se estableció como objetivo determinar como el diseño de pavimentos portuarios con adoquines incide en la durabilidad del patio de contenedores del Puerto del Callao, 2018. La conclusión a la que se llegó fue la existencia de un alto porcentaje de losas estropeadas en la capa de rodadura que hace necesario una rehabilitación, además determinó el diseño del pavimento, el cual requiere un espesor de base de 525 mm con un concreto de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ , respecto al valor superior a 0,70 m de espesor de base Tratada es un exageración y debe ser estudio de forma especial, perfeccionando el material de la base estructural, sin embargo, se puede ver que la relación entre espesor más el efecto dinámico, tiene un comportamiento de diseño para un modo free-ride de un Reach Stacker tiene este comportamiento, lo que le permite encontrar un espesor adecuado para cualquier número de viajes anteriores.

Bajo el mismo contexto según la investigación realizada por (Guevara, 2019, p.21), en su tesis que titula “Evaluación de la estructura del pavimento flexible del jirón Pachitea del distrito de Santa – Propuesta de solución, Áncash - 2019”, la metodología aplicada para el estudio fue del tipo descriptivo a través de un enfoque cuantitativo, se contó con una muestra cuyo tramo presento una longitud de 1.170km del jirón Pachitea, por lo que se concluyó que para el estudio de tráfico durante un periodo de 20 años se determinó el número de cargas equivalentes de 10765,664 EE con una carga de 18000 lb por lo que se obtuvo un tipo de trafico Tp10 con un nivel de confiabilidad del 90%, además también se determinó que el CBR de la subrasante fue de 6.43%, clasificándolo como una subrasante del tipo regular S2, según lo indicado en la norma de suelos y pavimento, además de al



aplicar el método ASHHTO-93 se determinó los espesores para las capas del pavimento de 4.7pulg para la carpeta de rodadura, 30cm para la base y la sub-base.

Así pues, (Aroni, 2017, p. 158), en su tesis titulada “Diseño de un pavimento rígido para las vías de servicio vehicular en el terminal portuario de Matarani”, que estableció como objetivo principal de realizar el diseño de un pavimento rígido en las instalaciones del terminal portuario de Matarani en los tramos que comprende la zona de ingreso Puerta N°3 a la Puerta N°1, con una longitud de tramo de 2061 metros. Se llegó a la conclusión de que es conveniente y adecuado la sustitución del pavimento flexible existente en el puerto de Matarani, y poder reemplazar este por el pavimento rígido de 10 pulgadas sugerido en el estudio, por lo que según la clasificación ASHHTO 93 se estable el criterio de diseño de 0.15m de losa, na base de 0.20m dando un total de 0.35m de espesor del pavimento.

Además, según (Mendoza, 2016, p.42) desarrolló la tesis titulada “Diseño del pavimento para el nuevo patio de almacenamiento de contenedores del terminal portuario de Salaverry”, una investigación de enfoque cuantitativa y de diseño no experimental, cuyo objetivo fue definir cuál es el pavimento a usar en el patio de acopio de contenedores del terminal portuario de Salaverry. Se obtuvieron resultados que permitieron concluir que los tipos de equipos de logística que no solamente influyen en las cargas que estas aplican en el pavimento, sino que también tiene un impacto económico por su adquisición e instalación y su mantenimiento, generando así ahorros. El pavimento está conformado por diversas capas que tiene la finalidad de aguantar y resistir las cargas ya sea dinámicas y/o estáticas, es necesario hacer un mantenimiento rutinario para prolongar el tiempo de vida útil del pavimento.

Por último, según la investigación realizada por (Chávez, 2018, p.24), en su tesis que titula” Análisis comparativo entre el pavimento flexible y pavimento rígido en el tramo Mullaca a Chavín. Huaraz – 2018”, la metodología empleada para el estudio fue del tipo descriptivo de enfoque cuantitativo, para la selección de muestra se escogió 4 kilómetros del tramo Mallaca, se concluyó que de acuerdo a los estudio realizados en el tramo en Mullaca se tuvo como resultado del análisis un CBR que

en su estado saturado o pobre alcanzo un 9.40% , además en lo que respecta el estudio topográfico se obtuvo 3002.45m<sup>3</sup> en corte y relleno de 1555.63m<sup>3</sup>, por lo que se tuvo que eliminar un total de 1445.82m<sup>3</sup>, además también se tuvo como resultado que el número de ejes equivalente para el ESAL fue de 346059.57EE para pavimento asfáltico y un total de numero de ejes equivalente de 297445.89EE para pavimento rígido.

Entre los pavimentos más conocidos podemos dar al conocer el pavimento flexible, que es muy utilizado en la actualidad por su bajo costo económico y resistencia a las altas temperaturas, a su vez cumple la función de brindar al transportista un buen grado de seguridad y confort en la vía, además ello las vías brindan la unión de los pueblos trayendo un desarrollo cultural y socioeconómico. Además, los pavimentos flexibles tienen un tiempo de vida útil de aproximadamente 20 años, por lo que en muchas ocasiones este periodo suele reducirse drásticamente debido a la falta de mantenimiento o lo materiales de baja calidad seleccionado para el diseño.

El pavimento flexible está compuesto por una serie de capas que en su conjunto transmiten el peso de las cargas a las ultimas capas, por lo que se empieza a transmitir las cargas desde la carpeta asfáltica que va a la base y pasa a la sub-base, sientio la subrasante la que soporta la mayor carga del tránsito vehicular.

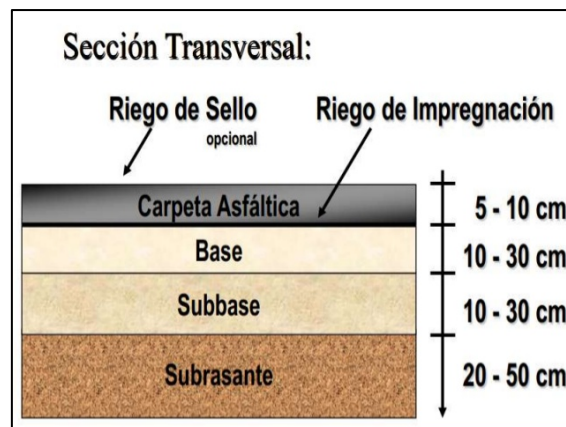


Figura N°1: Conformación del pavimento flexible

Fuente: Norma Diseño Sismorresistente – 2016

Por otro lado, según la normativa de suelos y pavimentos, esta debe cumplir ciertas condiciones respecto al grado de compactación designado para cada capa los cuales son:

Base y Sub-Base: Debe cumplir con un 100% de grado de compactación

Sub-Rasante: Se suele llamar en términos técnicos terreno de fundación esta debe cumplir con un grado de compactación de un 95%

Los pavimentos rígidos, al igual que los pavimentos flexibles están compuestos por una serie de capas que a su vez cumple diferentes funciones estructurales por el hecho de que está compuesta de una losa de concreto que presenta mucho mayor rigidez, por lo que los esfuerzos de cargas en su mayor parte actúan en la losa de concreto que a diferencia del pavimento flexible que actúa en la subrasante, por lo general este tipo de infraestructuras presenta un periodo de vida útil de 40 años.

Los pavimentos rígidos presentan diferentes características que los pavimentos flexibles, ya que estos son más utilizados en zonas rurales donde la precipitación es más intensa, porque lo puede soportar el contacto con el agua, en cambio los pavimentos flexibles son más considerados en zonas urbanas con ambientes cálidos, por lo general en tiempos de lluvia en las zonas costeras el pavimento asfáltico al entrar en contacto con el agua produce una reacción química que daña al pavimento flexible en la parte superficial, mientras el pavimento rígido muestra un comportamiento diferente ante procesos similares.

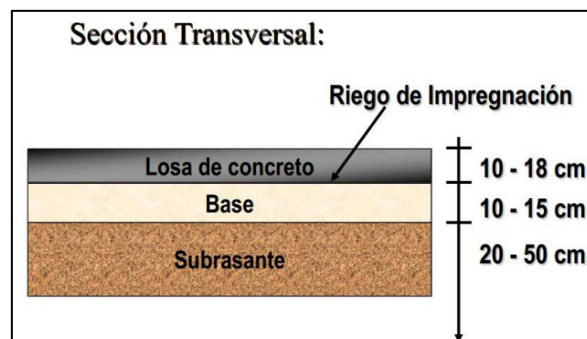


Figura N°2: Conformación del pavimento rígido

Fuente: Norma Diseño Sismo resistente – 2016

Entre los factores de diseño del pavimento rígido tenemos:

El estudio de tráfico que resulta un factor determinante en el diseño del pavimento, porque a través de ello se va a identificar cuantas cargas vehiculares transcurren al día, con la finalidad de proponer un espesor adecuado del pavimento ante el efecto de las cargas. El método empleado para determinar el ESAL fue a través del conteo vehicular mediante Índice medio Diario Anual.

Por otra parte, el factor del índice diario medio anual está conformado principalmente por un conteo vehicular realizado en los 7 días de la semana, mediante formatos aprobados por el MTC, donde a través de este conteo se determinará el IMDS, por lo que el valor otorgado como FC estaría dado como factor de corrección vehicular de la zona de estudio, por lo que se determinará el estudio de tráfico de acuerdo al tipo de carga que podrá soportar la vía.

Además, como teoría relacionada al método ASHTO-93 este consiste en una ecuación cuyo modo de procesamiento se da a través de la iteración de los datos como, número de ejes equivalentes relacionado con el ESAL, CBR, la desviación estándar y los criterios de serviciabilidad del pavimento entre otros datos, donde se determinarán los espesores correspondientes para el pavimento rígido como se puede apreciar en la Figura 03, además uno de los criterios relevantes en cuando a diseño de pavimentos, es la aplicación del ensayo de módulo resiliente, proceso que no es muy utilizado en nuestro país, por lo que el método para este dato, esta netamente relacionado con la capacidad portante del suelo, ante casos de diseño siempre se trabaja con el CBR más pobre que resulta ser aquel material que se encuentra en un máximo estado de saturación.

$$Log_{10}W_{82} = Z_R S_o + 7.35 Log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{Log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times Log_{10} \left( \frac{M_r C_{dt} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura N°3: Fórmula del pavimento rígido

Fuente: Manual de geología geotecnia y pavimentos

Para el diseño del pavimento rígido se deben contemplar las siguientes variables:

### Nivel de confiabilidad

Para determinar el tipo de tráfico se relacionará el ESAL que es considerado como el número de ejes equivalentes con las categorías de volúmenes y los rangos en los cuales se encuentran, esto está observado en el Manual de geología geotecnia y pavimentos, para nuestro valor se obtuvo un tipo de tráfico TP12 para un valor correspondiente de  $15.19 \times 10^6$  de ejes equivalentes.

Esta información de acuerdo a lo reglamentado, está basada en trabajos realizados por parte de profesionales que, a través de la experiencia ganada en campo, determinaron un factor de acuerdo al tipo de tráfico, por lo que presentar grados de confiabilidad tanto favorables como desfavorables ante el diseño de una vía se podrá estimar cuando resistente será.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	90%
TP13	De 20000001	A 25000000	90%
TP14	De 25000001	A 30000000	90%

Figura N°4: Índice de serviciabilidad

Fuente: Manual de geología geotecnia y pavimentos

### Desviación estándar

También está estrechamente relacionada con la confiabilidad de la respuesta estructural de la vía, donde se maneja un cierto grado de probabilidad que eventos negativos como por ejemplo el ahuellamiento, hundimiento, piel de cocodrilo ocurran, como se puede apreciar en la Tabla 04 la confiabilidad del diseño del pavimento está relacionado con un ZR denominada desviación estándar normal.

Confiabilidad, R, en porcentaje	Desviación estándar normal, Z <sub>a</sub>
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Figura N°5: Confiabilidad estándar

Fuente: Manual de geología geotecnia y pavimentos

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento tendrá una duración para el periodo de diseño sin presentar fallas estructurales. Este valor, así como su correspondiente valor de desviación estándar normal son hallados de acuerdo a las tablas proporcionadas por la guía de la AASHTO, y estas tablas son las mismas que en el caso de pavimentos flexibles. De esta manera el valor de confiabilidad es de R=90% y el valor de la desviación estándar normal es de ZR = -1.282.

### **Criterios de comportamiento del pavimento**

#### **Serviciabilidad**

La serviciabilidad del pavimento se define como el comportamiento que brinda la estructura a los transportistas o público en general, a su vez también otorga un grado de seguridad y confort, además ante casos de fallas del pavimento este está relacionado con el grado de severidad que involucra grietas, ahuellamiento o baches.

#### **Serviciabilidad inicial**

Se define como la condición inicial del pavimento antes de haber estado cometido ante los efectos de cargas viva, pero por lo consiguiente, tanto para pavimentos flexibles como rígidos, según el tipo de tráfico es como estará relacionado el índice de serviciabilidad como se puede apreciar en la Figura N°04

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P0)
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

Figura N°6: Índice de serviciabilidad inicial

Fuente: Manual de geología geotecnia y pavimentos

### Índice final de Serviciabilidad

La serviciabilidad del pavimento toma este nombre cuando este ya no satisface las condiciones de diseño y empieza a presentar problemas físicos, por lo general esto ocurre cuando no se toman los criterios establecidos por la normativa, también en muchos casos llega a involucrar la baja resistencia de los materiales en cuanto a su calidad.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

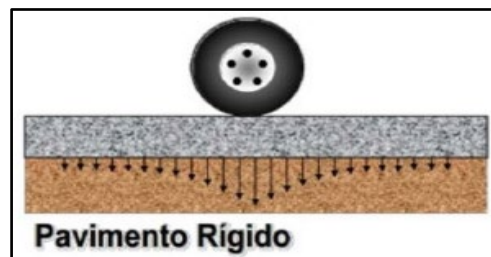
Figura N°7: Factor de confiabilidad

Fuente: Manual de geología geotecnia y pavimentos

## Propiedades de los materiales

### El suelo y los efectos de las capas de apoyo

Estos efectos están relacionados con el módulo de reacción de la subrasante, que por lo general una vez que el terreno de fundación es tratado, se intenta conseguir que sea estable, para que a través de este terreno de fundación se sirva como apoyo el material granular, por lo tanto, los efectos de cargas disponibles en la vía someterán a la estructura a una reducción de espesores de concreto.



**Figura N°8: Módulo de reacción combinada (kc)**

**Fuente:** Manual de geología geotecnia y pavimentos

### Modulo elástico del concreto

Es un factor determinante para el diseño del pavimento, por lo que contempla condiciones de resistencia a compresión o flexo tracción a través de correlaciones establecidas por el ACI por lo que la ecuación se define:

$$E = 57000x(f_c)^{0.5} \text{ en PSI}$$

### Coefficiente de drenaje de la capa superficial

Este criterio establecido según ASHHTO-93, relaciona los coeficientes de drenaje respecto a la clasificación del tiempo que demorara la evacuación de las aguas pluviales, tal y como se puede mostrar en la Figura 07.



Cd	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
CALIFICACIÓN					
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	El agua no evacua	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

**Figura N°9: Tabla de coeficientes de drenaje**

**Fuente:** Manual de geología geotecnia y pavimentos

### **Método BPA**

British Ports Association (BPA), este manual fue desarrollado principalmente por el profesor John Knapton para la BPA quien ha hecho años de estudios sobre pavimentos de hormigón, con mezclas bituminosas y bloques de hormigón (adoquines). El método se basa en un modelo semi empírico, pues toma valores de tensiones admisibles utilizando el método de elementos finitos, pero también toma valores obtenidos de la experiencia del profesor Knapton y el trabajo de AASHTO con su guía de diseño de pavimentos estructurales. (Rivas, 2011).

Este manual para desarrollar un diseño de pavimento para una zona portuaria tiene en contemplación las cargas presentes en dicha zona, en este caso todas las cargas se convierten en “cargas únicas equivalentes” que sirven para determinar el espesor de la base que se utilizará. En otras palabras, todas las cargas que se determinen en el área de estudio serán usadas como una carga única para facilitar su uso en los ábacos que presenta este método.

Por un lado, tenemos las cargas estáticas que son las que están simplemente apoyadas en la superficie del pavimento, como pueden ser en el caso de los contenedores que sirven de almacenamiento para los productos destinados para la comercialización entre puertos. También existe la posibilidad de la existencia de

otros tipos de almacenamiento en el caso de que el puerto no cuente con un patio de contenedores. Por lo general estas cargas estáticas suelen tener valores muy altos debido a que los contenedores se apilan unos sobre otros para reducir el área superficial destinada para su uso, estos valores altos no son tenidos en cuenta por otros métodos de diseño de pavimentos por lo que el método BPA es uno de los más eficaces para zonas que cuenten con este tipo de características.

Por otro lado, el método BPA también sugiere el análisis de cargas dinámicas que son las fuerzas ejercidas sobre la superficie de contacto que generan efectos dinámicos presentados por aceleración, frenado, en esquinas y por trabajos en superficies desniveladas. Siendo estos efectos a causa de los distintos vehículos y maquinarias que se utilizan en una zona portuaria, como pueden ser: cargador frontal, grúa a horcajadas, cargador lateral, pódico de almacenamiento, camión semirremolque, grúa móvil, etc.

### III. METODOLOGÍA

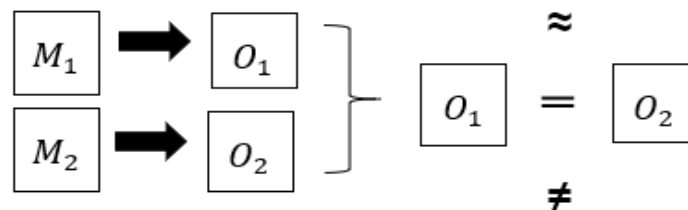
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### Tipo de investigación

Tipo: Aplicada, Según (Ñaupas, 2018, p. 136) mencionó los conocimientos obtenidos en la investigación sean trasladados al campo con la única finalidad de la resolución de los diversos problemas que son impactados en la sociedad. Se utilizó los datos obtenidos por medio de los estudios establecidos con la finalidad de realizar un buen diseño de pavimento rígido localizado en el Terminal Portuario de Chimbote.

Diseño de investigación: No experimental - Transversal. Según (Driessnack, Mendes y Sousa, 2007, p. 504) mencionó que las variables no serán modificadas ni alteradas, solamente tiene la función de observar in situ. En este proyecto, tiene como función principal a que ninguna variable será manipulada.

El esquema es el siguiente:



Donde:

$M_1$  = Método BPA para diseño de pavimento

$M_2$  = Método AASHTO para diseño de pavimento

$O_1$  = Observación de los resultados del método BPA

$O_2$  = Observación de los resultados del método AASHTO

R = Comparación de los resultados de los métodos

### **3.2. Variables y operacionalización:**

Variable independiente: Método AASHTO - BPA.

Variable dependiente: Pavimento rígido.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

“Es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación. El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, nacimientos, muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros”. (López, 2004, p.25)

El trabajo de investigación determinó como población el área total del terreno que forma parte del terminal portuario de Chimbote.

#### **Muestra**

“Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevaría a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógicas y otros que se verán más adelante. La muestra es una parte representativa de la población”. (López, 2004, P.25). Para nuestra investigación se tomó como muestra de 87 000 m<sup>2</sup>.

#### **Muestreo**

El tipo de muestreo empleado en el trabajo de investigación fue el no probabilístico por conveniencia, puesto que de acuerdo a (Hernández, 2014, p.176) las muestras no probabilísticas por conveniencia son aquellas en la que “la elección de los elementos, no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las particularidades de la investigación o por los propósitos del investigador.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de recolección:**

(Rosales, 2013, p. 16) Son las actividades que hace el investigador con la finalidad de almacenar datos, para dar solución a los problemas planteados en la investigación. La recolección de datos, está localizado en el Terminal Portuario de Chimbote.

#### **Instrumento:**

Es la utilización de las fichas técnicas, las normas establecidas por el MTC – (0.50, Reglamento Nacional de Edificaciones y Sección suelos y pavimentos)

- ✚ Granulometría
- ✚ Límite de Atterberg
- ✚ Contenido de humedad
- ✚ Proctor Modificado
- ✚ CBR
- ✚ Estudio de tránsito vehicular

#### **Validez y Confiabilidad:**

La ficha técnica no necesita validación dado que es una ficha estándar, así mismo lo protocolos a seguir están normados, según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

### **3.5. Procedimientos**

El estudio utilizó la observación de campo como técnica de recolección de datos, la cual fue necesaria para la selección de los formatos que nos ayudaron en la aplicación de nuestro instrumento para la obtención de los datos de interés (muestras, ensayos, etc.)

La técnica consistió en una visita al lugar de investigación por parte de los investigadores que se dirigieron hacia el área de estudio (87 000 m<sup>2</sup>) de donde se obtuvieron las muestras. El desarrollo en campo fue la excavación de 8 calicatas de (1m x 1m) de área superficial con una profundidad variable entre 1m hasta 1.5m, de donde se extrajeron muestras de los componentes de ese

suelo para su posterior análisis de laboratorio. Aprovechando la visita al lugar de interés, también se realizó la observación del flujo vehicular que hacía uso del pavimento del terminal portuario para el conteo y clasificación respectivo que demanda un estudio de tránsito vehicular. Utilizando un formato de conteo y clasificación del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) que distingue los vehículos en livianos y pesados, donde estos últimos se clasifican usando criterios como la cantidad de ejes y remolques; y así obtener el cálculo de las cargas móviles que recibe el pavimento, un factor que aporta para el diseño de este.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método seleccionado fue el de estadística descriptiva a través de cuadros y gráficos, y la inferencial con una diferencia de medias o promedios donde permita determinar la eficiencia del método, una fórmula de medias para t Student y referencia.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación realizada bajo los estrictos lineamientos específicamente establecidos por el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, teniendo como Resolución de Consejo Universitario N.º 0126-2017/UCVL, de fecha 23 de mayo del 2017. Según el aspecto de beneficencia, será de mucha ayuda a los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería civil porque será de tema de mucho interés y así mismo en poder amplificar más los conocimientos para fomentar el desarrollo científico de las personas. En el aspecto de no maleficencia los autores no alterarán ningún dato para su beneficio propio. Autonomía, se respetará detalladamente el aporte intelectual de los investigadores y serán sometidos al porcentaje de originalidad por el turnitin. En el aspecto de justicia se hace mención que los autores presentarán las informaciones 100% verídicos y confiables porque serán sometidos a la evaluación de los expertos de dicha materia.

#### IV. RESULTADOS

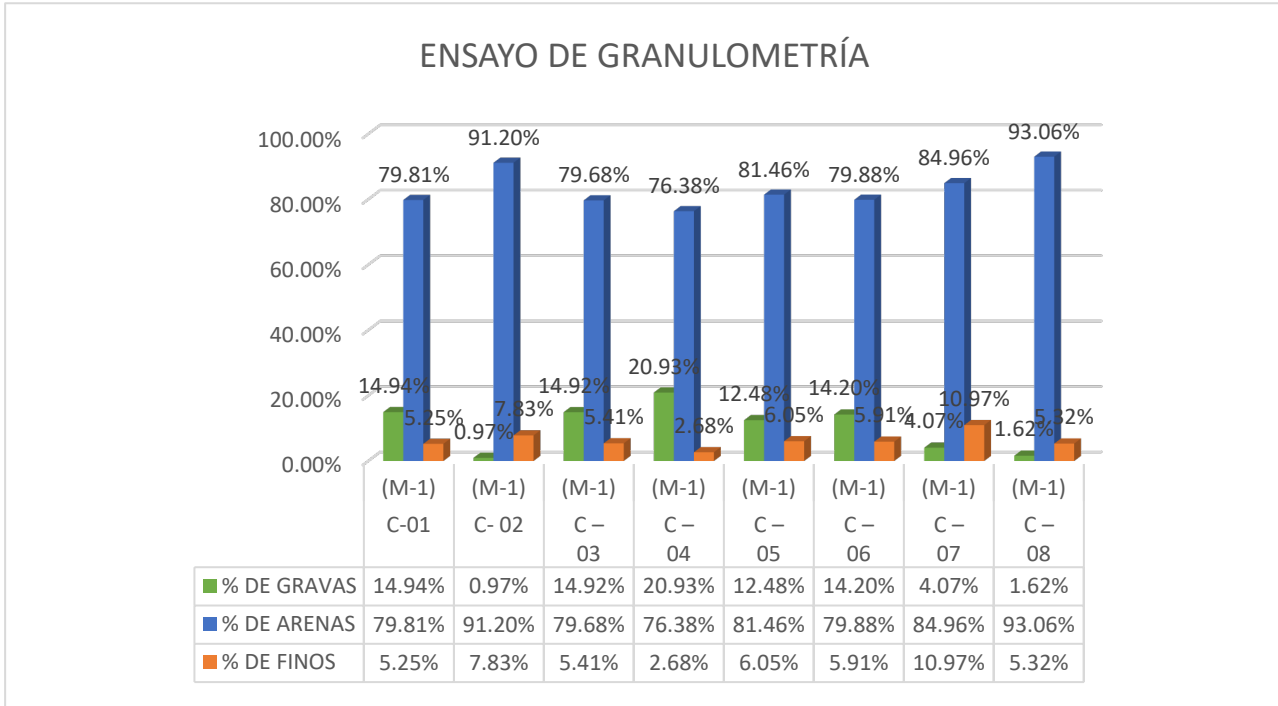
**Evaluar los estudios de mecánica de suelos:**

**Tabla 1.** Resultados obtenidos del Análisis Granulométrico del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”

<b>CALICATA N°</b>	<b>C – 01</b>		<b>C- 02</b>	<b>C – 03</b>	<b>C- 04</b>	<b>C – 05</b>	<b>C- 06</b>	<b>C – 07</b>	<b>C- 08</b>
<b>CAPA</b>	UNIDAD	(M-1)	(M-1)	(M-1)	(M-1)	(M-1)	(M-1)	(M-1)	(M-1)
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	(%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
<b>LIMITE PLASTICO</b>	(%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
<b>INDICE PLASTICO</b>	(%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
<b>CLASIFICACION SUCS</b>		SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM
<b>% DE GRAVAS</b>	(%)	14.94 %	0.97 %	14.92 %	20.93 %	12.48 %	14.20 %	4.07 %	1.62 %
<b>% DE ARENAS</b>	(%)	79.81 %	91.20 %	79.68 %	76.38 %	81.46 %	79.88 %	84.96 %	93.06 %
<b>% DE FINOS</b>	(%)	5.25 %	7.83 %	5.41 %	2.68 %	6.05 %	5.91 %	10.97 %	5.32 %
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	(%)	13.65 %	7.12 %	6.97 %	8.33 %	8.11 %	6.06 %	7.98 %	4.65 %

Fuente: Ensayos del laboratorio de suelos – GEOMG S.A.C.

**Grafico N°1:** Ensayo granulométrico del suelo del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”



Fuente: Ensayos del laboratorio de suelos – GEOMG S.A.C.

Elaboración propia

**Interpretación:**

En el cuadro se observa que los diferentes promedios que tienen los estudios de mecánica de suelos, el promedio del % de gravas es de 10.51, también el promedio de % de arenas es de 83.30 y finalmente el promedio del % de finos es de 9.88

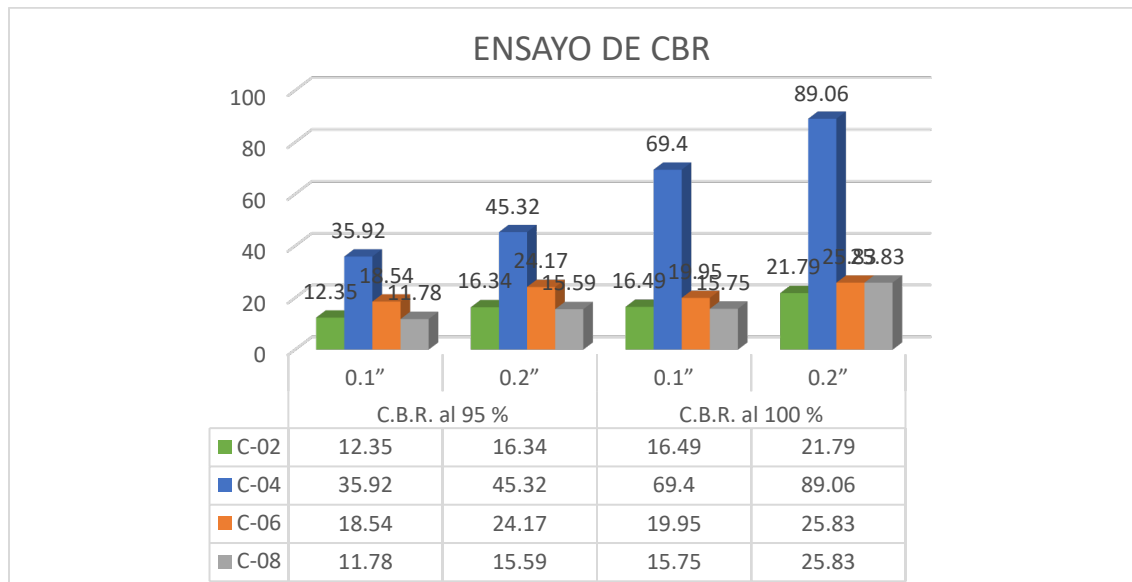


**Tabla 2.** Resultados obtenidos del C.B.R. del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”

Muestra	Penetration		C.B.R. al 95 %		C.B.R. al 100 %	
			0.1”	0.2”	0.1”	0.2”
<b>C-02</b>	0.1”	0.2”	12.35	16.34	16.49	21.79
<b>C-04</b>	0.1”	0.2”	35.92	45.32	69.40	89.06
<b>C-06</b>	0.1”	0.2”	18.54	24.17	19.95	25.83
<b>C-08</b>	0.1”	0.2”	11.78	15.59	15.75	20.82

Fuente: Ensayos del laboratorio de suelos – GEOMG S.A.C.

**Grafico N°2:** Ensayo del CBR del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”



Fuente: Ensayos del laboratorio de suelos – GEOMG S.A.C.

Elaboración propia

### Interpretación:

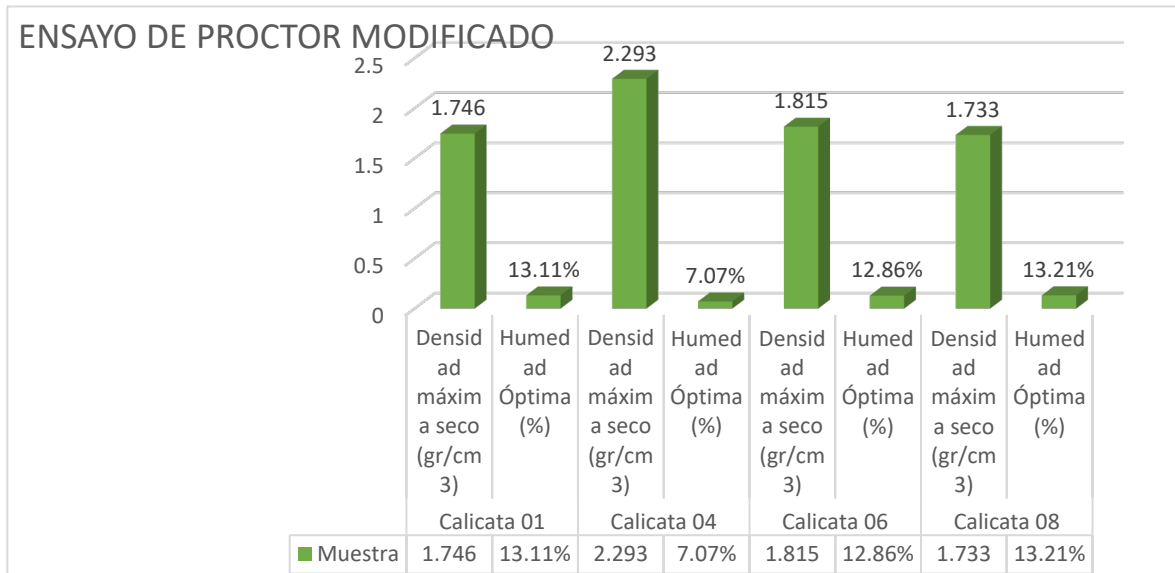
De la tabla se puede apreciar que el C.B.R. más crítico es 15.75 % y no es adecuado para pavimentos rígido, la penetración es de 0.1” y 0.2” en todas las muestras. Y el promedio de penetración 0.1” del CBR al 95% es de 22.27 y así mismo en la penetración 0.2” tiene el valor de 28.61. Ahora la penetración 0.1” del CBR al 100% es de 35.24 y así mismo en la penetración 0.2” tiene el valor de 45.56.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos de Proctor Modificado del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”

Muestra	Calicata 01		Calicata 04		Calicata 06		Calicata 08	
	Densidad máxima seco (gr/cm3)	Humedad Óptima (%)	Densidad máxima seco (gr/cm3)	Humedad Óptima (%)	Densidad máxima seco (gr/cm3)	Humedad Óptima (%)	Densidad máxima seco (gr/cm3)	Humedad Óptima (%)
01	1.746	13.11%	2.293	7.07 %	1.815	12.86%	1.733	13.21%

Fuente: Ensayos del laboratorio de suelos – GEOMG S.A.C.

**Grafico N°3:** Ensayo del Proctor modificado del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”



Fuente: Ensayos del laboratorio de suelos – GEOMG S.A.C.

Elaboración propia

**Interpretación:**

En los resultados del ensayo del Proctor modificado se realizó los ensayos de 4 calicatas, que la (C-02) se determinó la densidad máxima seca de 1.746 y un contenido de humedad óptimo de 13.11%, (C-04) se determinó la densidad máxima seca de 2.293 y un contenido de humedad óptimo de 7.07%, (C-06) se determinó la densidad máxima seca de 1.815 y un contenido de humedad óptimo de 12.86% y la (C-08) se determinó la densidad máxima seca de 1.733 y un contenido de humedad óptimo de 13.21%,

**Tabla 4.** Resultados obtenidos de las variables de diseño del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”

<b>IMDa</b>	712
<b>ESAL</b>	4584537
<b>PERIODO DE ANÁLISIS</b>	20 años
<b>TIPO DE TRÁFICO</b>	TP7
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)</b>	0.35
<b>CONFIABILIDAD (R)</b>	85%
<b>PROBABILIDAD (Z)</b>	-1.0364
<b>SERVICIABILIDAD INICIAL (Po)</b>	4.3
<b>SERVICIABILIDAD FINAL (Pf)</b>	2.5
<b>RESISTENCIA (F’c)</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD (Ec)</b>	3593261 psi / 24775 MPa
<b>COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)</b>	1.0

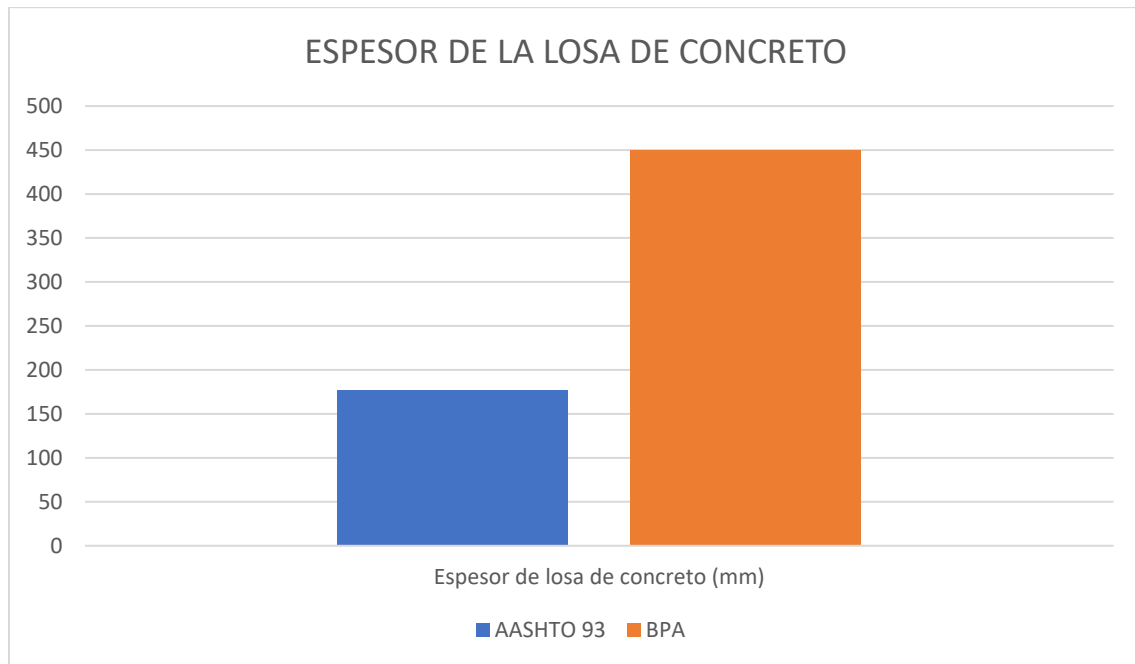
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.** Resultados obtenidos de los espesores de la losa de concreto del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”

<b>AASHTO 93</b>	177.00 mm
<b>BPA</b>	450.00 mm

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N°4:** Espesores de la losa de concreto del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”

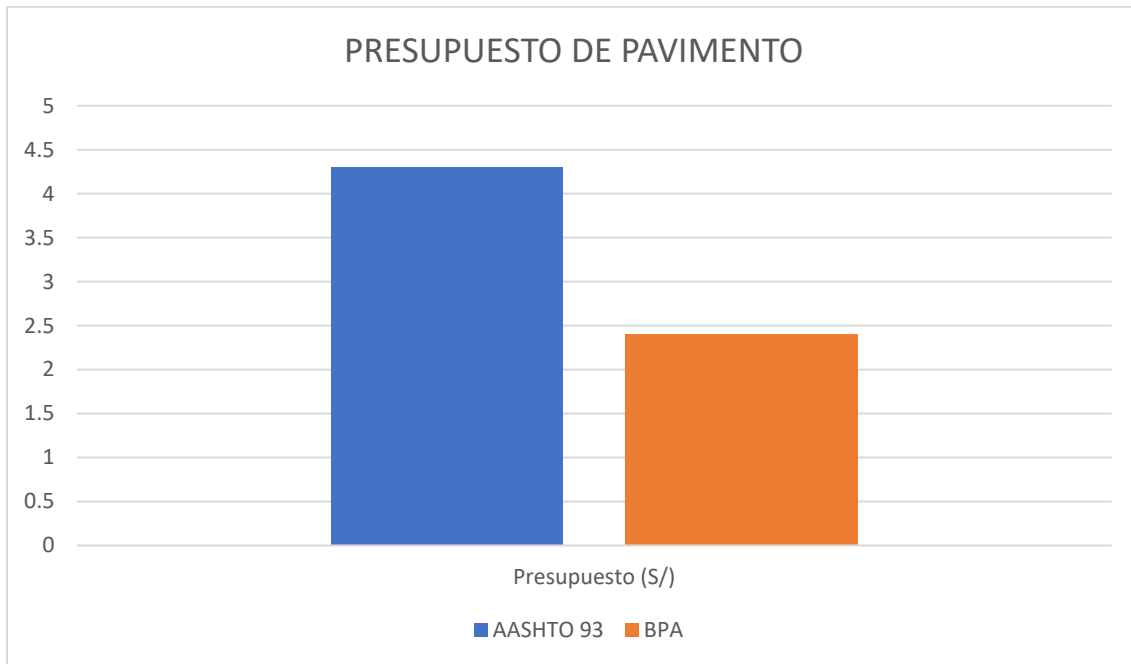


**Tabla 6.** Resultados obtenidos de los presupuestos de los métodos empleados en el “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”

<b>AASHTO 93</b>	2,331,032.98 S/
<b>BPA</b>	2,695,055.49 S/

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N°5:** Espesores de la losa de concreto del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”



## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los estudios realizados por ciertos investigadores, se hizo una comparación en cuanto a resultados de ambas partes para poder fundamentar la importancia y relevancia de ambos estudios en el ámbito de la investigación.

Primeramente, según la investigación realizada por (Herrera & Vera, 2017, p.23), el método empleado para el estudio fue a través de la exploración de campo mediante un análisis de resultados, además cabe mencionar la importancia de mejorar la condición de serviciabilidad de la infraestructura vial, por lo que el estudio muestra relevancia debido a los beneficios socioeconómicos que se tendrán en proceso de culminación del proyecto, por lo que se obtuvo un resultado de 1.90% en cuanto a CBR con una clasificación en cuanto a ASHHTO de A-7-5, lo cual da indicios que el terreno puede presentar un cierto grado expansivo, haciendo la comparación con los resultados obtenidos en nuestro estudio se determinó que el suelo presenta una clasificación según SUCS por ser SP-SM, teniendo el nombre de arena pobremente gradada con limo, además se concluyó que el terreno no presenta plasticidad por lo que el ensayo de los límites de consistencia no cumplió con el número de golpes requerido por lo que se procedió a descartar el procedimiento.

Además, ver que Ambos estudios presentaron semejantes características por lo que las condiciones estratigráficas no varían en gran magnitud por ser de material predominante en arena, cuyo porcentaje de finos en cuanto a nuestro estudio supero el 5% clasificándolo mediante la doble simbología, por lo al revisar los estudios podemos estar de acuerdo con lo obtenido en los resultados porque no muestran gran diferencia debido que el material seleccionado para ambos casos presentaron casi las mismas características.

Seguidamente en el estudio realizado por los investigadores (Gago & Jerez, 2017, p.21), en comparación con nuestro estudio, este estudio hace mención a una metodología del tipo descriptivo considerando las relevancias presentadas en cuanto a resultados donde se determinó que el peso específico del material para la realización de diseño del concreto de la losa del pavimento para la escoria negra

resultado ser de 1.41 veces la arena Pifo, obteniéndose así una capacidad en cuanto absorción de 1.41 veces mayor que la arena, por lo que para el factor resistencia se determinó a los 7,14 y 28 días una resistencia del 83%, 97, y 111%, por lo que también se concluyó que la relación de agua cemento fue de 0.36 para aumentar el rango de seguridad.

De acuerdo al estudio mencionado podemos hacer énfasis al diseño de mezcla para la losa de concreto, que debe presentar condiciones plásticas favorables a los factores de elasticidad y rigidez, obteniendo una consistencia plástica para la elaboración de mezcla del concreto en cuanto a losa, cabe mencionar que las condiciones plásticas son utilizado para todo tipo de infraestructuras viales por lo que estamos de acuerdo que el estudio para el diseño de mezcla en la losa de concreto, debido que la consistencia de acuerdo a la normal del ACI presenta un asentamiento de 3" a 4".

Por otra parte, según la investigación realizada por (Aroni, 2017, p. 158), comparando con nuestro estudio, para este se aplicó el método de selección de materiales para escoger el material de mayor calidad como fue el caso del agregados provenientes de cantera, además se estableció que al aplicar el método ASHHTO-93 para el diseño del pavimento rígido se determinó que la capa destinada para losa de concreto fue de 15cm y para base de 20cm obteniéndose así un total de 35cm de capa, además podemos recalcar la importancia en cuanto al diseño del pavimento por el tipo de tráfico que se tiene, por lo que estamos de acuerdo debido a que el estudio de tráfico para este pavimento no fue considerado un tráfico pesado de acuerdo al estudio de conteo vehicular, además no requería un mayor espesor de la capa losa ya que si esto se hubiera dado el gasto en materiales hubiera sido mayor. Por lo tanto, podemos ver que de acuerdo al estudio de tráfico se va a identificar el tipo de cargas que van a transcurrir en la vía determinando el total de ejes equivalentes, por lo general el pavimento rígido soporta todas las cargas en la capa de rodadura que es la losa de concreto, por lo que en tiempos de lluvia se requiere un cierto control en cuanto a sulfatos para evitar tanto la corrosión del acero y cloruros para ataques directamente al concreto, por lo que se concluyó que esto



evitaría a gran medida el desgaste del material. Por último, podemos ver que según el estudio realizado por (Chávez, 2018, p.24), en comparación con nuestro estudio se determinó que al realizarse el estudio o levantamiento topográfico de acuerdo a la pendiente presentada según la norma de diseño geométrico este presenta tener características de terreno ondulado por que las pendientes del eje de la vía se encontraban entre el 3% y 6% además en cuanto a reporte de volumen y relleno de acuerdo al estudio, se seleccionó 4 kilómetros de trocha obteniéndose así un volumen en relleno de 1555.63m<sup>3</sup> y en corte de 3002.45m<sup>3</sup>, por lo que el volumen de eliminación fue de 1445.82m<sup>3</sup>, por otra parte también se obtuvo un total de ejes equivalentes de 297445.89EE, además, podemos concluir que el estudio resulta ser de relevancia debido a que el levantamiento topográfico, en conjunto con la elaboración de los planos tanto de vista en planta como perfiles longitudinales y secciones transversales me van a identificar los niveles de corte como los niveles de relleno, donde se vera de una manera más panorámica las elevaciones de acuerdo al ancho de secciones en cada tramo. Por lo tanto, podemos ver que el estudio topográfico resulta ser de gran relevancia como etapa preliminar del terreno, porque este estudio permitirá conocer la cantidad a cubicar del material que se necesitará para su eliminación tanto como para rellenar, con el simple hecho de haber realizado el levantamiento topográfico podemos observar que en toda la zona portuaria de Chimbote , el proceso de ejecución de obra mantuvo un orden fijo en cuanto a volumen de corte y relleno, considerando las especificaciones de los planos tanto de secciones transversales como perfiles longitudinales. Por ultimo según el estudio realizado por (Guevara, 2019, p.21), muestra ser de gran importancia, además se pudo identificar que el tipo de tráfico que se tomó de acuerdo a los datos del CBR considerando un tipo de trafico Tp10 que se encuentra dentro del rango de ser de alto tráfico, además el CBR obtenido en los ensayos de mecánica de suelos fue del 6.43% teniendo una clasificación de subrasante regular S2, también se determinó que las capas del pavimento de acuerdo al número estructural fue de 30cm para la base y sub-base.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo al **objetivo general**, el pavimento diseñado por el método BPA resulta ser más eficiente, debido a que este tipo de pavimento puede soportar cargas superiores a 14 toneladas por ejes y de altos tonelajes en ambientes marítimos, esto está contemplado en la investigación realizada en Chile por (Rivas, 2016, p.21), lo que hace la diferencia de este diseño con el resto son los criterios del 30% de la condición de frenado, el 10% y 30% del frenado y la aceleración, donde influyen todos los factores dinámicos de cargas respecto H10 correspondiente a la Base tratada y las condiciones de coronación de acuerdo al CBR.

Para el **primer objetivo específico** de que para el estudio de mecánica de suelos para las 8 calicatas se determinó un suelo de clasificación según SUCS, arena pobremente gradada con limo SP-SM y para ASHTO una clasificación A-3 con un índice de grupo 0 por ser arena.

Para el **segundo objetivo específico** de determinó:

- ✓ Para el método ASHTO-3 se obtuvo los siguientes espesores.

Descripción	Sub-Base	Losa de concreto
Espesores	30cm	17.7cm

- ✓ Para el método BPA se obtuvo los siguientes espesores.

Condición	Capa de arena	Base tratada H10	Sub base	Coronación	Subrasante (CBR)
Frenado	30mm	350mm	150mm	No requiere	16.49%
Frenado+ Aceleración	30mm	550mm	150mm	No requiere	16.49%
Transito Libre	30mm	450mm	150mm	No requiere	16.49%
Almacenamiento de contenedores	30mm	450mm	150mm	No requiere	16.49%

Para el **tercer objetivo específico** el presupuesto total del proyecto fue de dos millones trescientos treinta y nueve mil novecientos ochenta y ocho soles para el caso del método AASHTO 93; mientras que para el método BPA, el presupuesto fue de dos millones seiscientos noventa y cinco mil quinientos y noventa y nueve soles.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda conocer las propiedades mecánicas del suelo mediante un estudio más completo involucrando las propiedades químicas del suelo para conocer el porcentaje de sulfatos y cloruros y el PH del agua, debido que el estudio se centra en una zona marítima.
2. Para el diseño del concreto de la losa del pavimento se recomienda no usar una consistencia de diseño al azar para el asentamiento, ya que por lo general para todo tipo de obras o infraestructuras viales recomiendan utilizar una consistencia plástica debido a que el pavimento sufre constantes deformaciones debido a las cargas vehiculares.
3. También se recomienda que para el estudio de mecánica de suelos descartar la materia de color oscuro por que puede presentar signos de ser un material orgánico, ya que la norma no muestra que haya algún método de solución para estabilizar este tipo de suelos.
4. Si en caso de encontrarse con un material expansivo realizar el ensayo de consolidación unidimensional para descartar las dudas, ya que los materiales expansivos suelen tener un alto grado de índice de plasticidad por lo que puede originar asentamientos en el terreno.

## REFERENCIAS

- AAHSTO. Guide for design of pavement structures. Washington DC., USA: First Edition. 1993.
- AAHSTO. Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing. Washington DC., USA: First Edition. 1993.
- ARONI Villanueva, Jean. Diseño de un pavimento rígido para las vías de servicio vehicular del terminal portuario de Matarani. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2017. 158 pp. Disponible en: <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6173>
- CHUYES Gutiérrez, Carlos. Diseño de subdrenaje de pavimentos con parámetros locales del norte peruano. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2005. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3489>
- DRIESSNACK, Martha, MENDES, Isabel y SOUSA, Valmi. Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: diseños de investigación cuantitativas. Revista Latino – Americana de Enfermagem [en línea]. V.15 (3):502-507, 2007. ISSN: 1518-8345
- Earth Manual. United States Department of The Interior, Bureau of Reclamation. Colorado, USA, 1998.
- HERNÁNDEZ, Roberto. FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6.ºed. Ciudad de México: McGraw-Hill,

2014. 600 pp.

Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

- LEGUÍA, Paola y PACHECO, Hans. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 171 pp.  
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/2311>
- LÓPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo. Punto Cero [en línea]. V.09 (8). 2004.  
ISSN: 1815-0276
- LOZANO, Andrea y SOTOMAYOR, Dayanna. Análisis de las cargas que van a actuar sobre la estructura de un pavimento de un patio de contenedores ubicado en el puerto marítimo de Guayaquil. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Escuela de Ingeniería Civil, 2017. 126 pp.  
Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32829>
- MIRANDA, M. Diseño de pavimentos industriales de uso portuario con estabilización mecánica en el Callao. (Tesis de Pregrado). Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal. 2015
- MONTERO, Erick y GAMARRA, Stiven Tesis “Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018” [en línea]. Perú: 2018

[fecha de consulta: 19 de octubre del 2020]. Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34887>.

- ÑAUPAS, Humberto [et al.]. Metodología de la Investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis. 5.ºed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 559 pp.  
ISBN: 978-958-762-876-0
- RAMÍREZ López, Miguel. Método de diseño para pavimentos en terminales portuarios. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). México: Universidad Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, 2012. 130 pp.
- RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilio. La ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. 2.ºed. Ciudad de México: Limusa, 2005. 644 pp.  
ISBN: 9789681800796
- RIVAS González, José. Diseño de pavimentos portuarios de adoquines y su aplicación al Puerto San Vicente SVTI. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Concepción: Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ingeniería, 2011. 110 pp.  
Disponible en: <http://repositoriodigital.ucsc.cl/handle/25022009/129>
- SALINAS Vargas, Magali. Diseño del pavimento para el nuevo patio de almacenamiento de contenedores del terminal portuario de Salaverry. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería: Facultad de Ingeniería Civil, 2011.

Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/15403>

- SANCHO Agapito, Jackelin. Diseño de pavimentos industriales y planteamiento de la metodología de estabilización mecánica correspondiente para su empleo en zonas portuarias. Caso: Puerto del Callao. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ingeniería, 2018. 170 pp.  
Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2236>
- SCIPIÓN Piñella, Otto. Diseño de pavimentos portuarios con adoquines para la durabilidad del patio de contenedores del puerto del Callao, 2018. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 244 pp.  
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34674>
- TERZAGHI K. y PECK R. Soil Mechanics in Engineering Practice. New York, USA: Jhon Willey & Sons, Ltd. 1967.
- TUPIA, C. y ALVA J. Evaluación de la capacidad soporte del terreno por medio de un equipo de penetración Dinámica. Lima, Perú, 2001.
- VEGA Pérrigo, Daniel. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (KM 1+000 A 2+000). Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2018. 117 pp.  
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12088>
- VITALIANO, Johan [et al.]. Plan Estratégico del Puerto de Chimbote. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado, 2016. 250 pp.  
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7424>

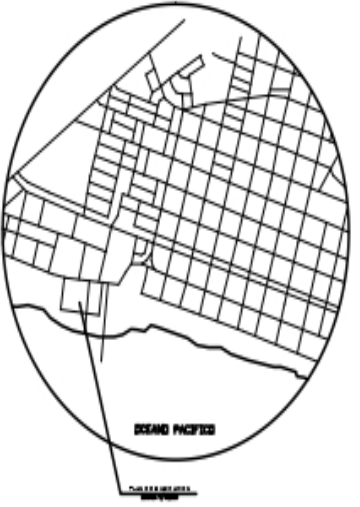
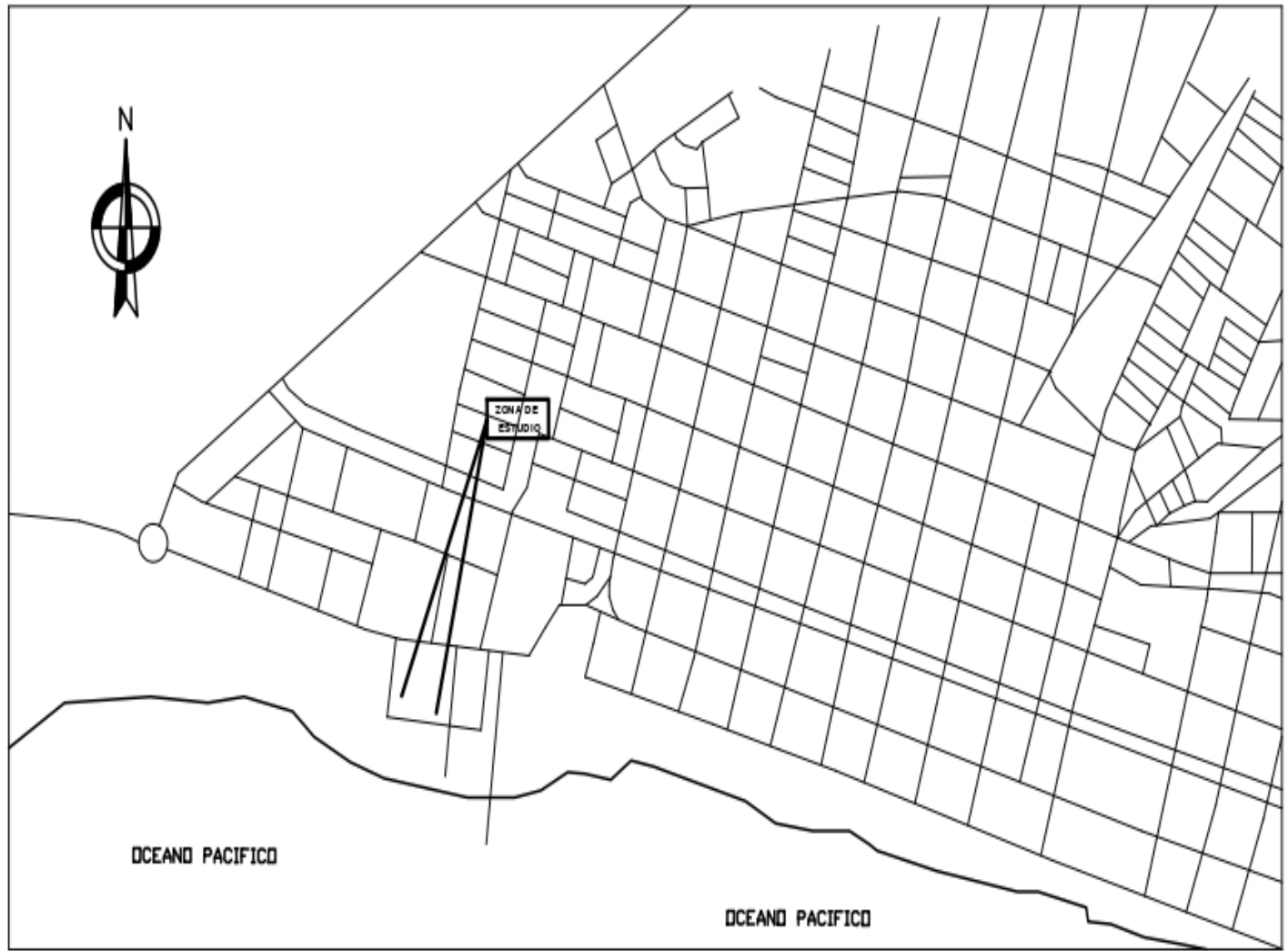
- Washington State Department of Transportation. Pavement Guide. Washington, USA, 2003.



# **ANEXOS**

# **Anexo N°01**

## **(Plano de ubicación)**

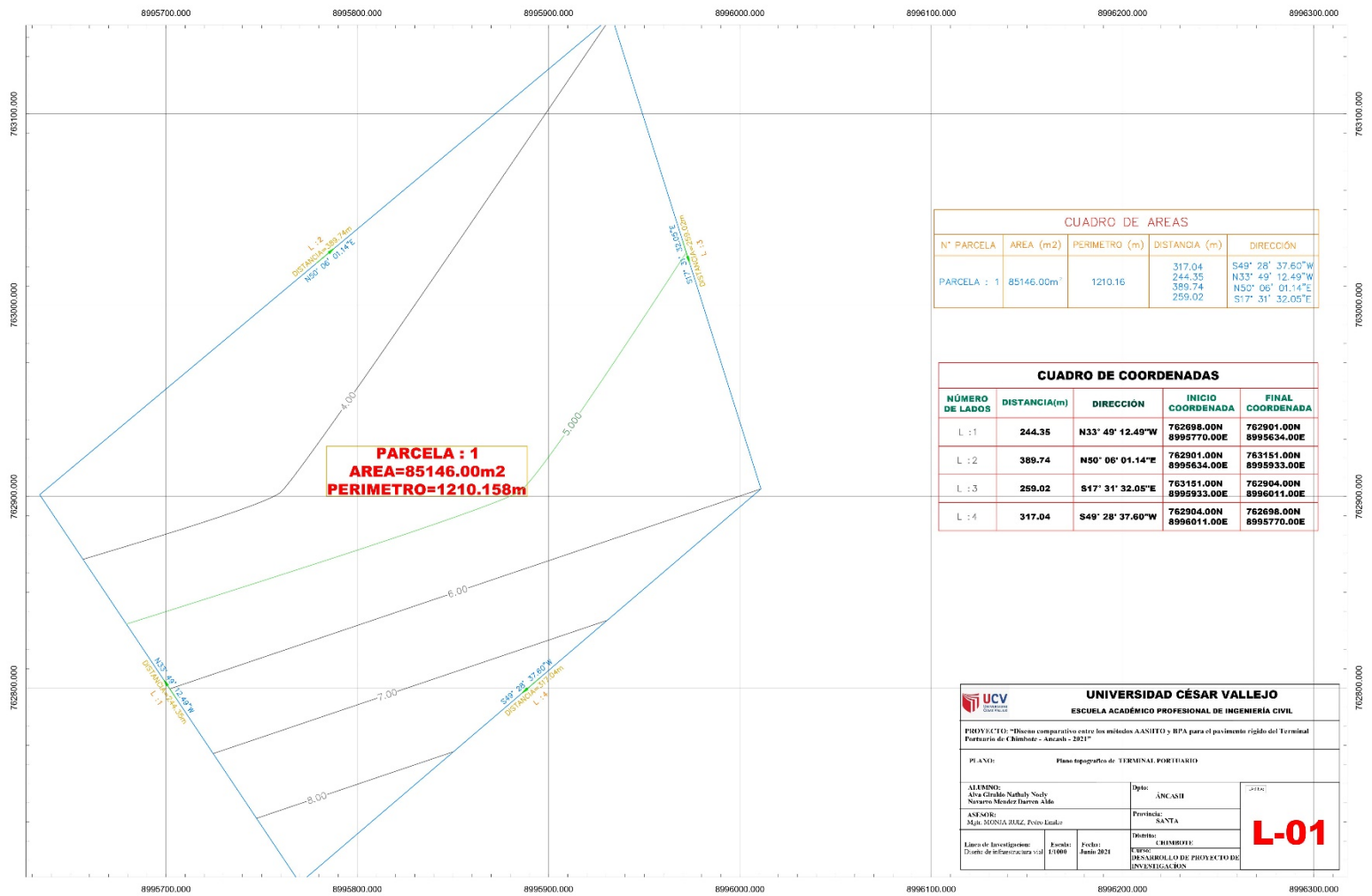


LONGITUD TOTAL  
2.00 km

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <small>UNIVERSIDAD</small> <small>FACULTAD DE INGENIERIA</small> <small>INGENIERIA DE ALIMENTOS</small> <small>20110001</small>	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		
	<b>"DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH - 2021"</b>		
Departamento	Provincia	Distrito	Localidad
SURIMA	ANCASH	CHIMBOTE	TERMINAL PORTUARIO
Plano			Nº Lámina
PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION			U - 01
Autores	Escala	Fecha	
ALVA ORLANDO Y HILARY HERNANDEZ DARRICAULO	1:5000	23/09/2021	

# **Anexo N°02**

## **(Plano topográfico)**



**PARCELA : 1**  
**AREA=85146.00m2**  
**PERIMETRO=1210.158m**

CUADRO DE AREAS				
N° PARCELA	AREA (m2)	PERIMETRO (m)	DISTANCIA (m)	DIRECCIÓN
PARCELA : 1	85146.00m <sup>2</sup>	1210.16	317.04 244.35 389.74 259.02	S49° 28' 37.60"W N33° 49' 12.49"W N50° 06' 01.14"E S17° 31' 32.05"E

CUADRO DE COORDENADAS				
NÚMERO DE LADOS	DISTANCIA(m)	DIRECCIÓN	INICIO COORDENADA	FINAL COORDENADA
L : 1	244.35	N33° 49' 12.49"W	762898.00N 8995770.00E	762901.00N 8995634.00E
L : 2	389.74	N50° 06' 01.14"E	762901.00N 8995634.00E	763151.00N 8995933.00E
L : 3	259.02	S17° 31' 32.05"E	763151.00N 8995933.00E	762904.00N 8996011.00E
L : 4	317.04	S49° 28' 37.60"W	762904.00N 8996011.00E	762898.00N 8995770.00E

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y RPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

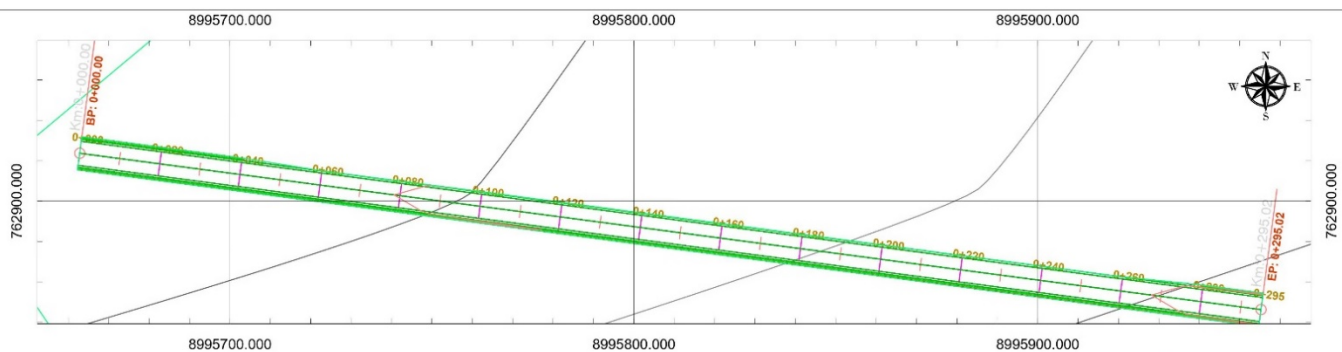
PLANO: Plano topográfico de TERMINAL PORTUARIO

ALUMNO: Alva Cirilino Nathaly Susly Naranjo Menéndez Ivaron Alde	Depto: ANCASH	<b>L-01</b>
ASESOR: Mg. MONIA ZULU, Ponce Lucila	Provincia: SANTA	
Libro de Investigación: Diseño de infraestructura vial	Escudo: E1008	Fecha: Junio 2021

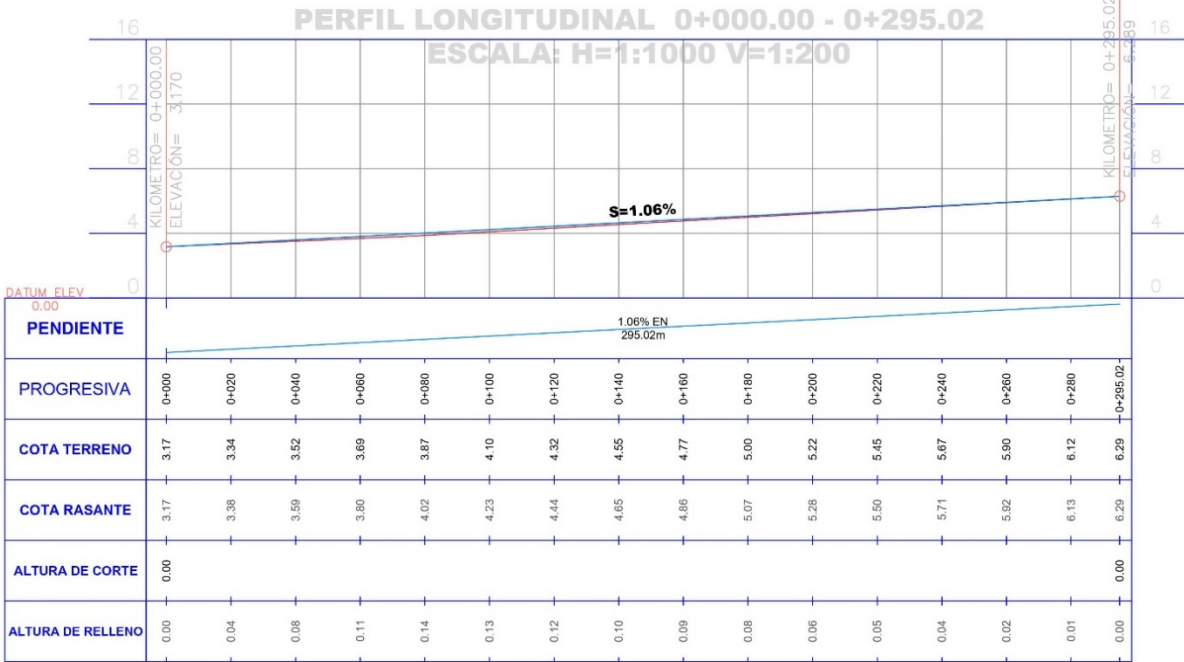
Dirección:  
CHIMBOTE  
CARGO:  
DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACION

# **Anexo N°03**

## **(Planta y Perfil Longitudinal)**



**PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 0+295.02**  
**ESCALA: H=1:1000 V=1:200**



<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>ESCUOLA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
PROYECTO: "Mejora vialidad en el sector Los Hornos, A.S. 1000 y RPA para el portento tipo del Terrestre, Paradero de Chibuto - Abasco - 2022"			
PLANO: Plano topográfico: Plano y perfil longitudinal			
ALUMNO:	Docente:	ASISTENTE:	
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ING. JACQUELINE	ING. JACQUELINE	
ALUMNO:	Docente:	ASISTENTE:	
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ING. JACQUELINE	ING. JACQUELINE	
Lugar de Elaboración:		Fecha:	
Cusco - 2022		2022	
Escala:		Hoja:	
1:1000		1 de 1	
<b>L-01</b>			

# **Anexo N°04**

## **(Resultados de EMS)**



## INFORME N° GM-LB21-447-01

Tesis : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO  
DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"

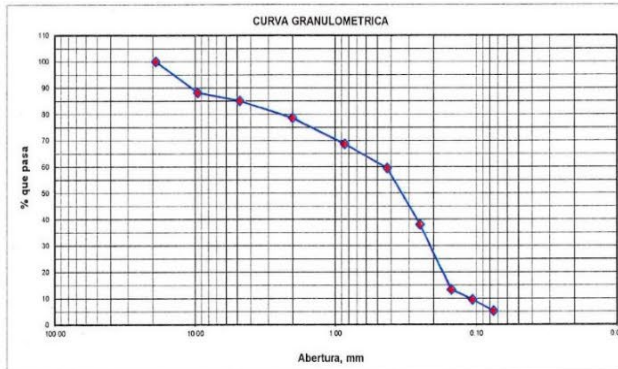
Autores : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO

Fecha : 10/05/2021

Calicata : C-01 Muestra : M-01 De: 0.00 a 1,50m

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D6913)

Mallas	Abertura [mm]	Peso Retenido [grs]	% Pasa
3"	75.000		
2"	50.000		
1 1/2"	37.500		
1"	25.000		
3/4"	19.000	0.00	100.00
3/8"	9.500	29.70	88.20
N° 4	4.750	7.90	85.06
N° 10	2.000	16.30	78.58
N° 20	0.850	25.10	68.60
N° 40	0.425	22.80	59.54
N° 60	0.250	53.90	38.12
N° 100	0.150	62.30	13.35
N° 140	0.106	9.60	9.54
N° 200	0.075	10.80	5.25
< N° 200		13.20	



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129 /ASTM-D4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

NO PRESENTA

#### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

NO PLASTICO

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127 / ASTM-D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		18.10
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		46.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		43.00
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	3.40
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	24.90
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	13.65

### RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	14.94%
Grava Gruesa (3/4" < Diam < 3")	0.00%
Grava Fina (N°4" < Diam < 3/4")	14.94%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	79.81%
Arena Gruesa (No.10 < Diam < No.4)	6.48%
Arena Media (No.40 < Diam < No.10)	19.04%
Arena Fina (No.200 < Diam < No.40)	54.29%
Finos (Diam < No.200)	5.25%
Límite Líquido	N.P.
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Contenido de Humedad	13.65%
Clasificación SUCS	SP-SM



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB21-447-02

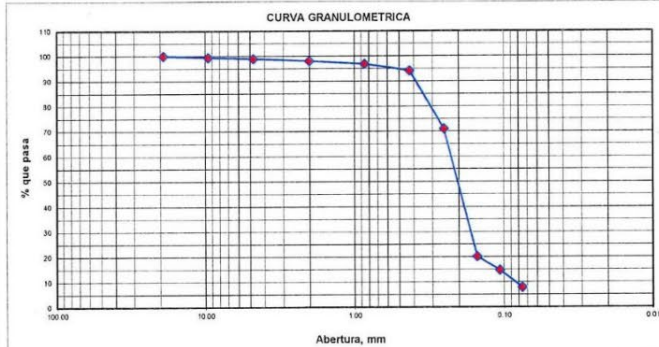
**Tesis** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"

**Autores** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO **Fecha** : 10/05/2021

**Calicata** : C-02 **Muestra** : M-01 **De:** 0.00 a 1.50m

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D6913)

Mallas	Abertura [mm]	Peso Retenido [grs]	% Pasa
3"	75.000		
2"	50.000		
1 1/2"	37.500		
1"	25.000		
3/4"	19.000	0.00	100.00
3/8"	9.500	1.60	99.38
N° 4	4.750	0.90	99.03
N° 10	2.000	2.50	98.06
N° 20	0.850	2.90	96.94
N° 40	0.425	7.00	94.22
N° 60	0.250	59.80	71.04
N° 100	0.150	131.30	20.12
N° 140	0.106	14.00	14.70
N° 200	0.075	17.70	7.83
< N° 200		20.20	



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129 / ASTM-D4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

#### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PLASTICO
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	



### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127 / ASTM-D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		136
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		34.50
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		75.10
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	72.40
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	2.70
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	37.90
		7.12



### RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	0.97%
Grava Gruesa (3/4" < Diam < 3")	0.00%
Grava Fina (N°4 < Diam < 3/4")	0.97%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	91.20%
Arena Gruesa (No.10 < Diam < No.4)	0.97%
Arena Media (No.40 < Diam < No.10)	3.84%
Arena Fina (No.200 < Diam < No.40)	86.39%
Finos (Diam < No.200)	7.83%
Límite Líquido	N.P.
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Contenido de Humedad	7.12%
Clasificación SUCS	SP-SM

Realizado por: K.A.J.  
Revisado por: M.T.J.

GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB21-447-03

Tesis : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO  
DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"

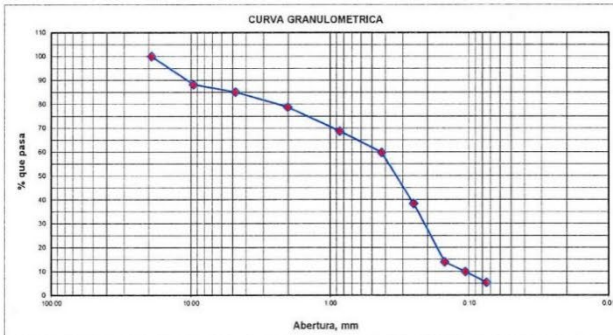
Autores : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO

Fecha : 10/05/2021

Calicata : C-03 Muestra : M-01 De: 0.00 a 1.50m

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D6913)

Mallas	Abertura [mm]	Peso Retenido [grs]	% Pasa
3"	75.000		
2"	50.000		
1 1/2"	37.500		
1"	25.000		
3/4"	19.000	0.00	100.00
3/8"	9.500	21.90	88.16
N° 4	4.750	5.70	85.08
N° 10	2.000	11.80	78.70
N° 20	0.850	18.50	68.70
N° 40	0.425	16.50	59.78
N° 60	0.250	39.60	38.38
N° 100	0.150	45.20	13.95
N° 140	0.106	7.60	9.84
N° 200	0.075	8.20	5.41
< N° 200		10.00	



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129 / ASTM-D4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	

#### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PLASTICO
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127 / ASTM-D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		153
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		23.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		132.50
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	125.40
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	7.10
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	6.97



### RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	14.92%
Grava Gruesa (3/4" < Diam < 3")	0.00%
Grava Fina (N°4" < Diam < 3/4")	14.92%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	79.68%
Arena Gruesa (No.10 < Diam < No.4)	6.38%
Arena Media (No.40 < Diam < No.10)	18.92%
Arena Fina (No.200 < Diam < No.40)	54.38%
Finos (Diam < No.200)	5.41%
Límite Líquido	N.P.
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Contenido de Humedad	6.97%
Clasificación SUCS	SP-SM

Realizado por: K.A.J.  
Revisado por: M.T.J.

GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB21-448-01**

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D-1883**

TESIS : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"  
AUTORES : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO  
FECHA : 11/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C-02 CLASF. (SUCS) : SP-SM  
MUESTRA : M-01 de 0.00 a 1.50m CLASF. (AASHTO) : A-3 (0)

**COMPACTACION**

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		10	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Masa de molde + Suelo húmedo (g)	12125.00	12274.00	11334.00	11544.00	11761.00	11998.00
Masa de molde (g)	7962.00	7962.00	7329.00	7329.00	7974.00	7974.00
Masa del suelo húmedo (g)	4163.00	4312.00	4005.00	4215.00	3787.00	4024.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2106.39	2106.39	2112.77	2112.77	2093.34	2093.34
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.976	2.047	1.896	1.995	1.809	1.922
Tara (N°)	43		49		81	
Masa suelo húmedo + tara (g)	95.10	4312.00	73.80	4215.00	85.30	4024.00
Masa suelo seco + tara (g)	85.30	3680.19	66.50	3540.93	76.60	3347.71
Masa de tara (g)	10.60	0.00	10.80	0.00	10.30	0.00
Masa de agua (g)	9.80	631.81	7.30	674.07	8.70	676.29
Masa de suelo seco (g)	74.70	3680.19	55.70	3540.93	66.30	3347.71
Contenido de humedad (%)	13.12	17.17	13.11	19.04	13.12	20.20
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.747	1.747	1.676	1.676	1.599	1.599

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07/05/2021	15:50	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
08/05/2021	15:50	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
09/05/2021	15:50	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
10/05/2021	15:50	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
11/05/2021	15:50	96 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

**PENETRACION**

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		36			19			12		
0.050		94			69			43		
0.075		182			134			93		
0.100	1000	290.8	499	16.6	217	394	13.0	161	314	10.4
0.125		414			326			240		
0.150		544			476			334		
0.175		671			541			417		
0.200	1500	883	990	21.9	730	781	17.3	531	622	13.7
0.250		1040			842			655		
0.300		1271			1009			772		
0.400		1510			1246			906		
0.500		1586			1429			919		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

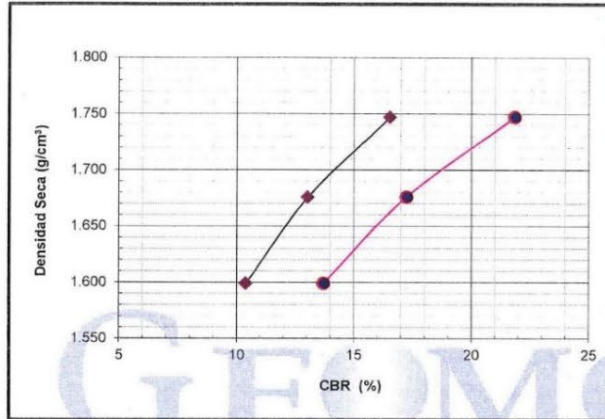
**INFORME N° GM-LB21-448-02**

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D-1883**

TESIS : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"  
AUTORES : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO  
FECHA : 11/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C-02  
MUESTRA : M-01 de 0.00 a 1.50m  
CLASF. (SUCS) : SP-SM  
CLASF. (AASHTO) : A-3 (0)

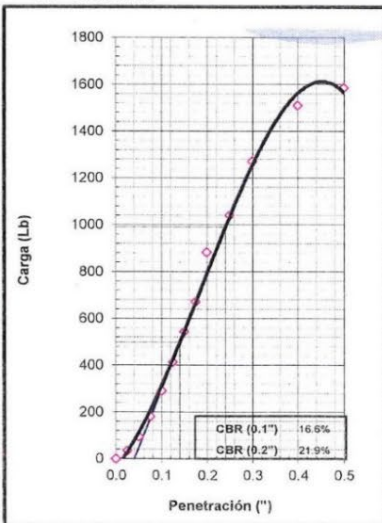


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.746  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.11

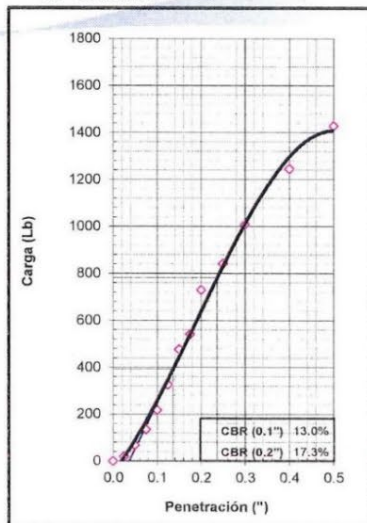
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	16.49	0.2":	21.79
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	12.35	0.2":	16.34

OBSERVACIONES:

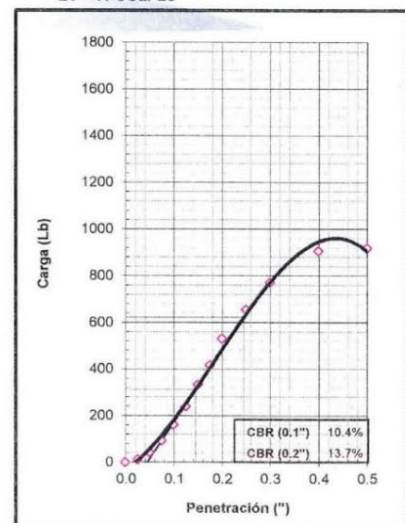
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
*Jorge E. Morillo Trujillo*  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB21-449-01**

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
MTC E-132 / ASTM D-1883**

**TESIS** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"

**AUTORES** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO

**FECHA** : 12/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C-04 **CLASF. (SUCS)** : SP  
**MUESTRA** : M-01 de 0.00m a 1.50m **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b (0)

**COMPACTACION**

	1		2		3	
Molde N°	5		5		5	
Capas N°	56		25		10	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Masa de molde + Suelo húmedo (g)	13074.00	13135.00	12673.00	12751.00	12070.00	12167.00
Masa de molde (g)	7912.00	7912.00	7690.00	7690.00	7189.00	7189.00
Masa del suelo húmedo (g)	5162.00	5223.00	4983.00	5061.00	4881.00	4978.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2102.00	2102.00	2085.00	2085.00	2107.00	2107.00
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.456	2.485	2.390	2.427	2.317	2.363
Tara (N°)	Z-7		Z-11		Z-12	
Masa suelo húmedo + tara (g)	365.60	5223.00	306.70	5061.00	357.00	4978.00
Masa suelo seco + tara (g)	346.90	4821.27	292.10	4653.96	339.30	4559.24
Masa de tara (g)	82.30	0.00	85.60	0.00	88.50	0.00
Masa de agua (g)	18.70	401.73	14.60	407.04	17.70	418.76
Masa de suelo seco (g)	264.60	4821.27	206.50	4653.96	250.80	4559.24
Contenido de humedad (%)	7.07	8.33	7.07	8.75	7.06	9.18
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.294	2.294	2.232	2.232	2.164	2.164

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/05/2021	13:50	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
09/05/2021	13:50	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
10/05/2021	13:50	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
11/05/2021	13:50	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
12/05/2021	13:50	96 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

**PENETRACION**

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		51			34			5		
0.050		115			100			86		
0.075		129			185			234		
0.100	1000	714	2100	69.6	564	1532	50.8	415	971	32.2
0.125		1038			805			571		
0.150		1765			1243			735		
0.175		2178			1555			922		
0.200	1500	2603	4043	89.3	1860	2933	64.8	1113	1827	40.4
0.250		3529			2553			1535		
0.300		4624			3305			1986		
0.400		6033			4458			2881		
0.500		8114			5911			3698		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

*Ing. Jorge E. Morillo Trujillo*  
CIP N° 68736

**INFORME N° GM-LB21-449-02**

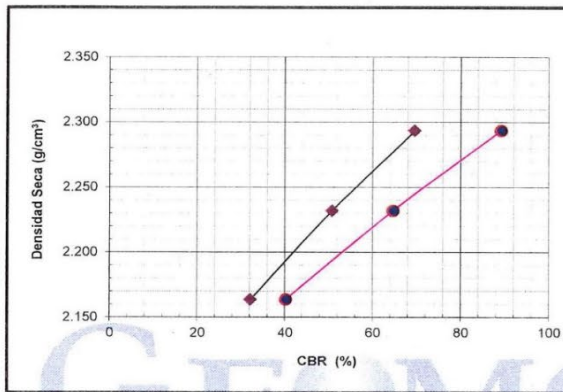
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

**MTC E-132 / ASTM D-1883**

**TESIS** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"  
**AUTORES** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO  
**FECHA** : 12/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C-04 **CLASF. (SUCS)** : SP  
**MUESTRA** : M-01 de 0.00m a 1.50m **CLASF.(AASHTO)** : A-1-b (0)

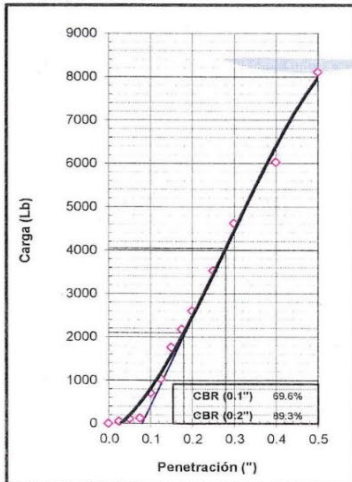


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2.293  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 7.07

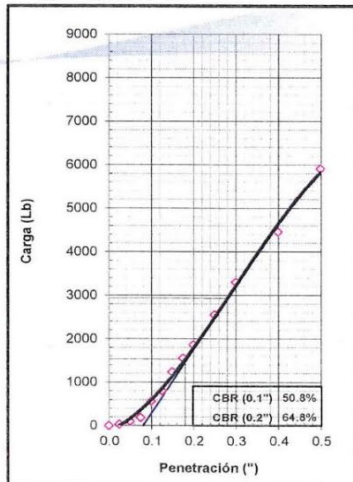
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	69.40	0.2":	89.06
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	35.92	0.2":	45.32

**OBSERVACIONES:**

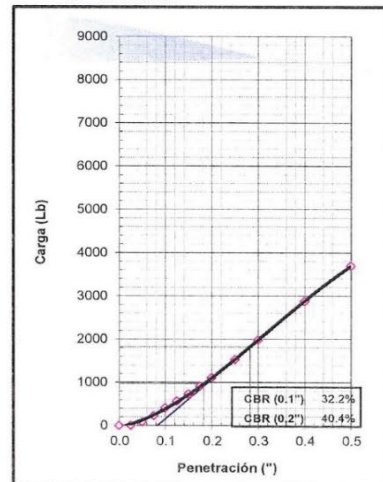
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB21-450-01

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
MTC E-132 / ASTM D-1883

TESIS : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"  
AUTORES : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO  
FECHA : 12/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C-06 CLASF. (SUCS) : SP-SM  
MUESTRA : M-01 de 0.00m a 1.50m CLASF. (AASHTO) : A-3 (0)

**COMPACTACION**

	1		2		3	
Molde N°	5		5		5	
Capas N°	56		25		10	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Masa de molde + Suelo húmedo (g)	11769.00	11991.00	10956.00	11213.00	10732.00	10997.00
Masa de molde (g)	7497.00	7497.00	6870.00	6870.00	6924.00	6924.00
Masa del suelo húmedo (g)	4272.00	4494.00	4086.00	4343.00	3808.00	4073.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2085.00	2085.00	2124.00	2124.00	2120.00	2120.00
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.049	2.155	1.924	2.045	1.796	1.921
Tara (N°)	Z-5		4		D-8	
Masa suelo húmedo + tara (g)	440.80	4494.00	482.30	4343.00	419.20	4073.00
Masa suelo seco + tara (g)	400.10	3785.65	441.30	3620.00	383.80	3374.13
Masa de tara (g)	83.30	0.00	122.80	0.00	108.50	0.00
Masa de agua (g)	40.70	708.35	41.00	723.00	35.40	698.87
Masa de suelo seco (g)	316.80	3785.65	318.50	3620.00	275.30	3374.13
Contenido de humedad (%)	12.85	18.71	12.87	19.97	12.86	20.71
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.816	1.816	1.704	1.704	1.592	1.592

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/05/2021	10:32	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
09/05/2021	10:32	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
10/05/2021	10:32	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
11/05/2021	10:32	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
12/05/2021	10:32	96 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

**PENETRACION**

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		2			1			0		
0.050		28			26			23		
0.075		85			75			69		
0.100	1000	156	602	20.0	149	551	18.3	142	510	16.9
0.125		249			239			233		
0.150		382			361			336		
0.175		493			473			452		
0.200	1500	628	1169	25.8	603	1079	23.8	582	1005	22.2
0.250		844			829			820		
0.300		1113			1082			1063		
0.400		1775			1616			1457		
0.500		2105			1883			1661		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
*[Signature]*  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738



**INFORME N° GM-LB21-450-02**

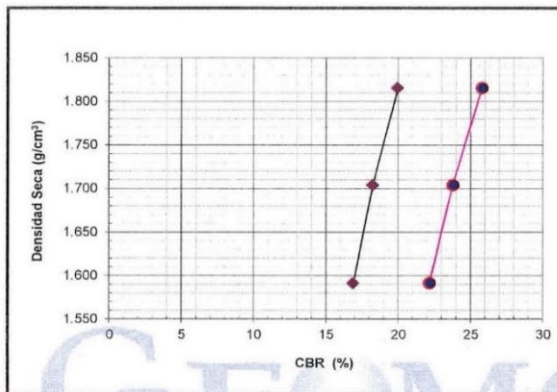
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

**MTC E-132 / ASTM D-1883**

**PROYECTO** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"  
**SOLICITA** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO  
**FECHA** : 12/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C-06  
**MUESTRA** : M-01 de 0.00m a 1.50m  
**CLASF. (SUCS)** : SP-SM  
**CLASF.(AASHTO)** : A-3 (0)

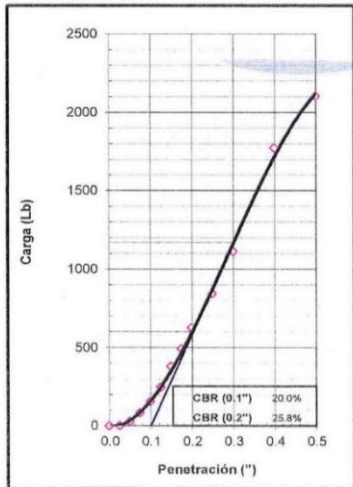


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.815  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 12.86

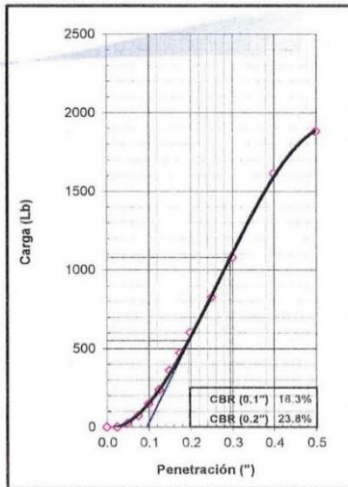
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	19.95	0.2":	25.83
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	18.54	0.2":	24.17

**OBSERVACIONES:**

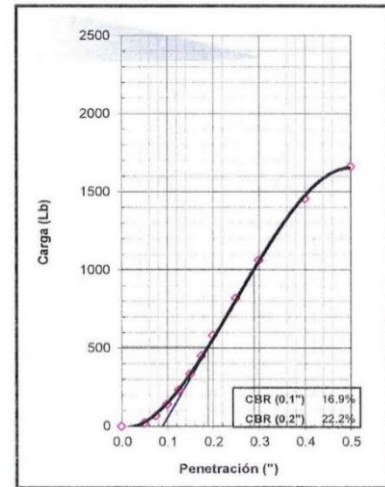
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB21-451-01

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**ASTM D-1883**

TESIS : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"  
AUTORES : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO  
FECHA : 11/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C-08 CLASF. (SUCS) : SP  
MUESTRA : M-01 De: 0.00 a 1.50 m CLASF. (AASHTO) : A-3 (0)

**COMPACTACION**

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Masa de molde + Suelo húmedo (g)	12096.00	12244.00	11310.00	11518.00	11740.00	11986.00
Masa de molde (g)	7962.00	7962.00	7329.00	7329.00	7974.00	7974.00
Masa del suelo húmedo (g)	4134.00	4282.00	3981.00	4189.00	3766.00	4012.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2106.39	2106.39	2112.77	2112.77	2093.34	2093.34
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.963	2.033	1.884	1.983	1.799	1.917
Tara (N°)	41		43		46	
Masa suelo húmedo + tara (g)	73.80	4282.00	61.90	4189.00	95.10	4012.00
Masa suelo seco + tara (g)	66.40	3650.72	55.90	3516.29	85.20	3326.34
Masa de tara (g)	10.50	0.00	10.50	0.00	10.30	0.00
Masa de agua (g)	7.40	631.28	6.00	672.71	9.90	685.66
Masa de suelo seco (g)	55.90	3650.72	45.40	3516.29	74.90	3326.34
Contenido de humedad (%)	13.24	17.29	13.22	19.13	13.22	20.61
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.733	1.733	1.664	1.664	1.589	1.589

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07/05/2021	09:20	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
08/05/2021	09:20	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
09/05/2021	09:20	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
10/05/2021	09:20	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
11/05/2021	09:20	96 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

**PENETRACION**

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		34			18			11		
0.050		90			66			41		
0.075		173			129			89		
0.100	1000	276.8	476	15.8	208	377	12.5	153	299	9.9
0.125		394			312			229		
0.150		518			456			318		
0.175		639			517			398		
0.200	1500	841	943	20.8	698	748	16.5	506	593	13.1
0.250		991			806			625		
0.300		1211			965			736		
0.400		1438			1192			863		
0.500		1510			1367			876		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
*Ing. Jorge E. Morillo Trujillo*  
CIP N° 68738

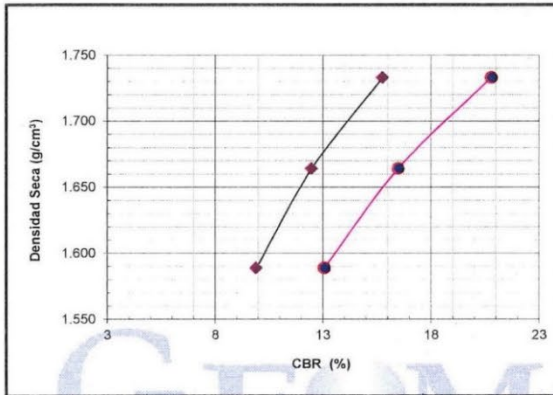
**INFORME N° GM-LB21-451-02**

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
 ASTM D-1883**

**TESIS** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"  
**AUTORES** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO  
**FECHA** : 11/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C-08 **CLASF. (SUCS)** : SP  
**MUESTRA** : M-01 De: 0.00 a 1.50 m **CLASF.(AASHTO)** : A-3 (0)

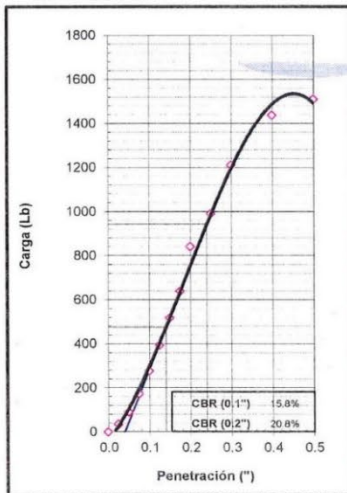


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.733  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 13.21

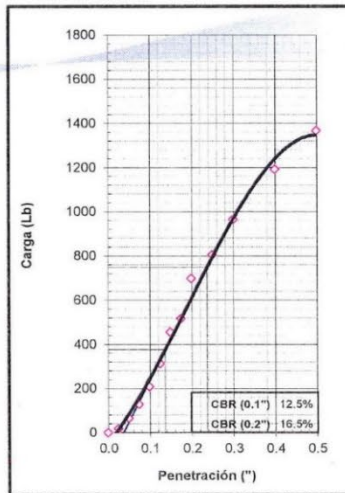
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	15.75	0.2":	20.82
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	11.78	0.2":	15.59

**OBSERVACIONES:**

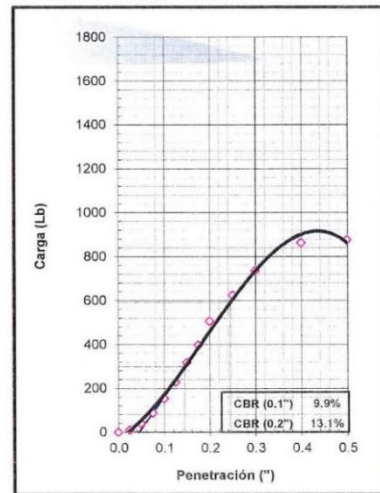
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB21-448-03**

**ENSAYO DE COMPACTACION  
PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D1557 - 12<sup>et</sup>  
METODO "C"**

**TESIS** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"

**AUTORES** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO

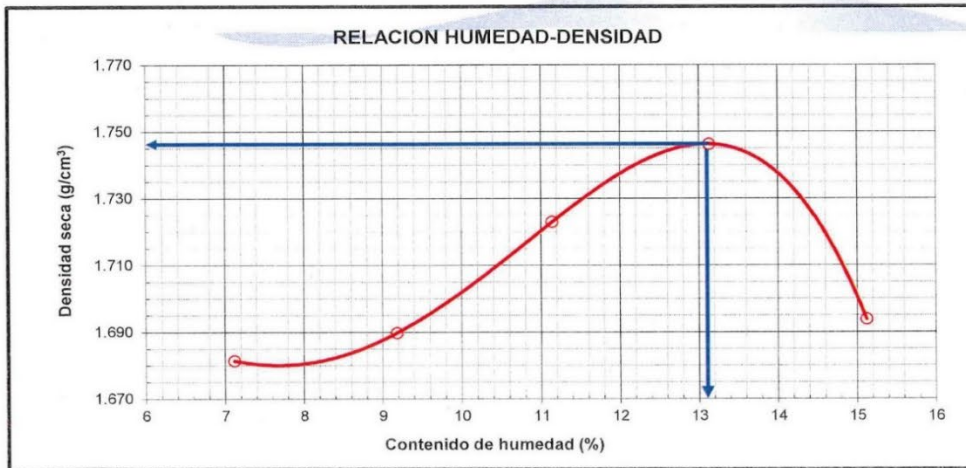
**FECHA** : 11/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C-02 **CLASF. (SUCS)** : SP-SM

**MUESTRA** : M-01 de 0.00 a 1.50m **CLASF. (AASHTO)** : A-3 (0)

Masa Suelo + molde (g)	6649.00	6743.00	6893.00	7023.00	6968.00
Masa Molde (g)	2789.00	2789.00	2789.00	2789.00	2789.00
Masa Suelo (g)	3860.00	3954.00	4104.00	4234.00	4179.00
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2143.05	2143.05	2143.05	2143.05	2143.05
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.801	1.845	1.915	1.976	1.950
Tara No.	43	48	81	88	46
Masa del Suelo Húmedo + Tara (g)	82.30	71.80	77.10	88.60	92.90
Masa del Suelo Seco + Tara (g)	77.50	66.60	70.40	79.60	82.10
Masa de Tara (g)	10.10	10.00	10.30	11.10	10.70
Masa de Agua (g)	4.80	5.20	6.70	9.00	10.80
Masa del Suelo Seco (g)	67.40	56.60	60.10	68.50	71.40
Humedad (%)	7.12	9.19	11.15	13.14	15.13
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.681	1.690	1.723	1.746	1.694
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.746</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>13.11</b>



Hecho por: K.A.J.



Revisado por: J.M.T

GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB21-449-03**

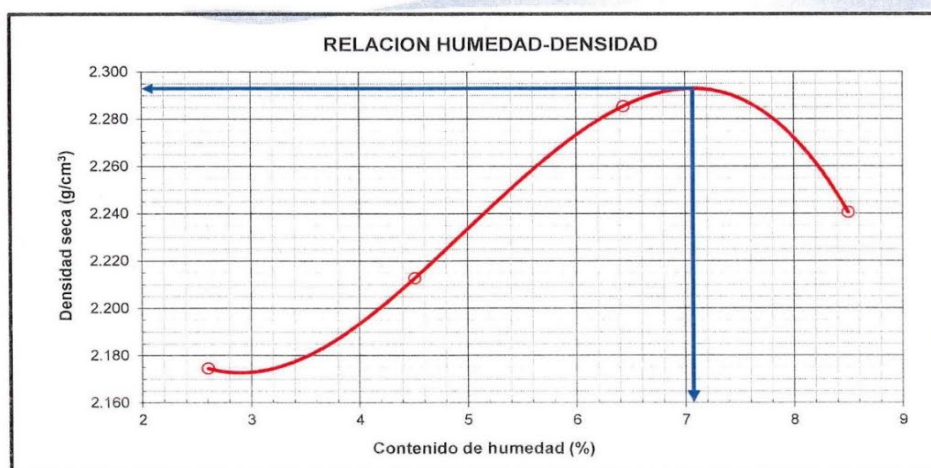
**ENSAYO DE COMPACTACION  
PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D1557 - 12<sup>e1</sup>  
METODO "C"**

**TESIS** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"  
**AUTORES** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO  
**FECHA** : 12/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C-04 **CLASF. (SUCS)** : SP  
**MUESTRA** : M-01 de 0.00m a 1.50m **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b (0)

Masa Suelo + molde (g)	7583.00	7757.00	8013.00	8010.00	
Masa Molde (g)	2815.00	2815.00	2815.00	2815.00	
Masa Suelo (g)	4768.00	4942.00	5198.00	5195.00	
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2136.90	2136.90	2136.90	2136.90	
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.231	2.313	2.432	2.431	
Tara No.	Z-11	Z-12	Z-10	D-9	
Masa del Suelo Húmedo + Tara (g)	399.70	290.00	271.50	480.40	
Masa del Suelo Seco + Tara (g)	391.60	281.30	260.00	449.30	
Masa de Tara (g)	81.10	88.60	81.30	83.60	
Masa de Agua (g)	8.10	8.70	11.50	31.10	
Masa del Suelo Seco (g)	310.50	192.70	178.70	365.70	
Humedad (%)	2.61	4.51	6.44	8.50	
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.175	2.213	2.285	2.241	
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>2.293</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>7.07</b>



Hecho por: K.A.J.



Revisado por: J.M.T

GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB21-450-03**

**ENSAYO DE COMPACTACION  
PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D1557 - 12<sup>E1</sup>  
METODO "C"**

**PROYECTO** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"

**SOLICITA** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO

**FECHA** : 12/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

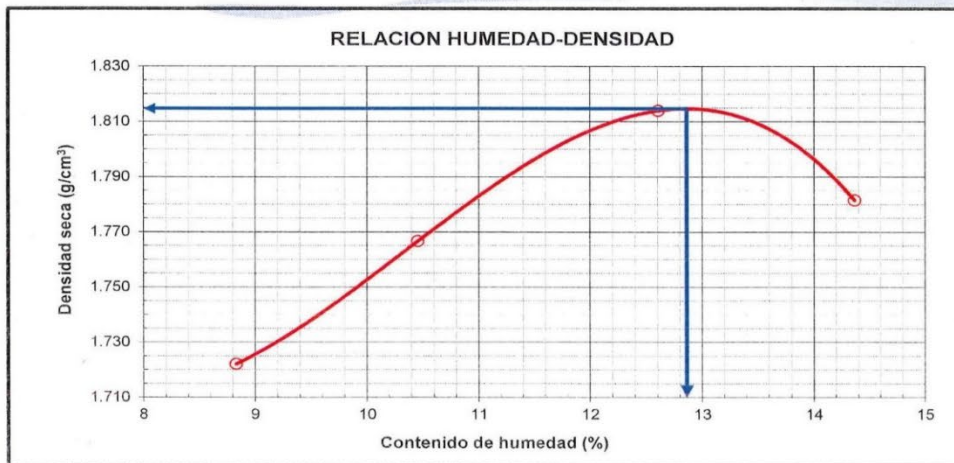
**CALICATA** : C-06

**CLASF. (SUCS)** : SP-SM

**MUESTRA** : M-01 de 0.00m a 1.50m

**CLASF. (AASHTO)** : A-3 (0)

Masa Suelo + molde (g)	6820.00	6985.00	7180.00	7169.00
Masa Molde (g)	2815.00	2815.00	2815.00	2815.00
Masa Suelo (g)	4005.00	4170.00	4365.00	4354.00
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2136.90	2136.90	2136.90	2136.90
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.874	1.951	2.043	2.038
Tara No.	D-7	D-8	Z-5	T-2
Masa del Suelo Húmedo + Tara (g)	547.10	421.00	379.80	456.10
Masa del Suelo Seco + Tara (g)	513.20	391.40	346.60	409.30
Masa de Tara (g)	129.50	108.40	83.30	83.60
Masa de Agua (g)	33.90	29.60	33.20	46.80
Masa del Suelo Seco (g)	383.70	283.00	263.30	325.70
Humedad (%)	8.84	10.46	12.61	14.37
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.722	1.767	1.814	1.782
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>				<b>1.815</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>				<b>12.86</b>



Hecho por: K.A.J.



Revisado por: J.M.T

GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB21-451-03**

**ENSAYO DE COMPACTACION  
PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D1557 - 12<sup>ª</sup>  
METODO "C"**

**TESIS** : "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS AASHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO  
DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE - ANCASH 2021"

**AUTORES** : ALVA GIRALDO NATHALY NOELY, NAVARRO MENDEZ DARREN ALDO

**FECHA** : 11/05/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

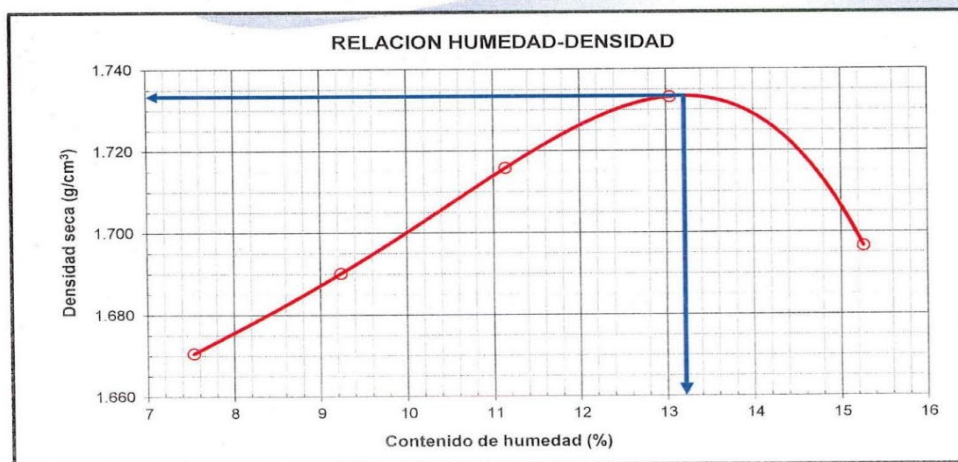
**CALICATA** : C-08

**CLASF. (SUCS)** : SP

**MUESTRA** : M-01 De: 0.00 a 1.50 m

**CLASF. (AASHTO)** : A-3 (0)

Masa Suelo + molde (g)	6639.00	6746.00	6876.00	6988.00	6980.00
Masa Molde (g)	2789.00	2789.00	2789.00	2789.00	2789.00
Masa Suelo (g)	3850.00	3957.00	4087.00	4199.00	4191.00
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2143.05	2143.05	2143.05	2143.05	2143.05
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.797	1.846	1.907	1.959	1.956
Tara No.	41	46	43	83	82
Masa del Suelo Húmedo + Tara (g)	80.00	73.80	79.10	98.60	93.00
Masa del Suelo Seco + Tara (g)	75.10	68.40	72.20	88.50	82.10
Masa de Tara (g)	10.10	10.00	10.30	11.10	10.70
Masa de Agua (g)	4.90	5.40	6.90	10.10	10.90
Masa del Suelo Seco (g)	65.00	58.40	61.90	77.40	71.40
Humedad (%)	7.54	9.25	11.15	13.05	15.27
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.671	1.690	1.716	1.733	1.697
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>					1.733
<i>Humedad óptima (%)</i>					13.21



Hecho por: K.A.J.

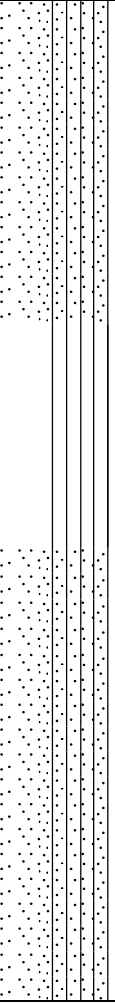


Revisado por: J.M.T

GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68736

**REGISTRO DE EXCAVACION**

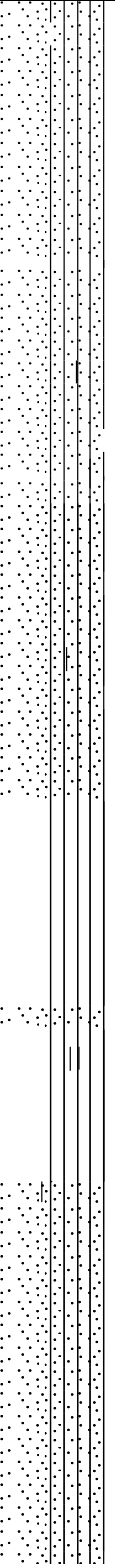
**LUGAR:** TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE  
**PROYECTO:** "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS ASSHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE- ANCASH 2021"  
**AUTORES:** ALVA GIRALDO NATHALY, NAVARRO MENDEZ DARREN **CALICATA:** C-1  
**FECHA:** 07/05/2021

MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)																
	MDS, g/cm3	CH %																			
M-1		13.65		<p><b>Relleno conformado por:</b> Presencia gravas mal graduadas con arena.</p> <p>Finos: 5.25%                      Arena: 79.81%                      Grava: 14.94%</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td align="center">Aren a</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grava fina:</td> <td align="center">gruesa</td> <td align="center">Aren a</td> <td align="center">Aren a</td> </tr> <tr> <td>14.94%</td> <td align="center">:</td> <td align="center">media:</td> <td align="center">fina:</td> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">6.48%</td> <td align="center">19.04%</td> <td align="center">54.29%</td> </tr> </table> <p><b>Condición in situ:</b> Medianamente compacto, ligeramente húmedo de color beige.</p>		Aren a			Grava fina:	gruesa	Aren a	Aren a	14.94%	:	media:	fina:		6.48%	19.04%	54.29%	SP-SM
	Aren a																				
Grava fina:	gruesa	Aren a	Aren a																		
14.94%	:	media:	fina:																		
	6.48%	19.04%	54.29%																		
1.50m																					



## REGISTRO DE EXCAVACION


**LUGAR:** TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE  
**PROYECTO:** "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS ASSHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE- ANCASH 2021"  
**AUTORES:** ALVA GIRALDO NATHALY, NAVARRO MENDEZ DARREN C-2  
**FECHA:** 07/05/2021

MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)								
	MDS, g/cm <sup>3</sup>	CH %											
M-1	1.746	7.12		<p><b>Relleno conformado por:</b></p> <p>Presencia gravas mal graduadas con arena.</p> <p>Grava: 0.97%                      Finos: 7.83%                      Arena: 91.20%</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">Grava fina:</td> <td style="width: 15%;">Arena gruesa:</td> <td style="width: 15%;">Arena media:</td> <td style="width: 15%;">Arena fina:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.97%</td> <td style="text-align: center;">0.97%</td> <td style="text-align: center;">3.84%</td> <td style="text-align: center;">86.39%</td> </tr> </table> <p><b>Condición in situ:</b> Medianamente compacto a suelto, color beige a beige oscuro.</p>	Grava fina:	Arena gruesa:	Arena media:	Arena fina:	0.97%	0.97%	3.84%	86.39%	<b>SP-SM</b>
Grava fina:	Arena gruesa:	Arena media:	Arena fina:										
0.97%	0.97%	3.84%	86.39%										

150m

**REGISTRO DE EXCAVACION**

**LUGAR:** TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE  
**PROYECTO:** "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE LOS METODOS ASSHTO Y BPA PARA EL PAVIMENTO RIGIDO DEL TERMINAL PORTUARIO DE CHIMBOTE- ANCASH 2021"  
**AUTORES:** ALVA GIRALDO NATHALY, NAVARRO MENDEZ DARREN **CALICATA:** C-3  
**FECHA:** 07/05/2021

MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)								
	DN, g/cm3	CH %											
M-1		6.97		<p><b>Relleno conformado por:</b></p> <p>Arena con restos de gravas, plástico, papel, etc.</p> <p>Grava: 14.92%                      Finos: 5.41%                      Arena: 79.68%</p> <table border="0"> <tr> <td>Grava fina:</td> <td>Arena gruesa:</td> <td>Arena media:</td> <td>Arena fina:</td> </tr> <tr> <td align="center">14.92%</td> <td align="center">6.38%</td> <td align="center">18.92%</td> <td align="center">54.38%</td> </tr> </table> <p><b>Condición in situ:</b> Medianamente compacto, ligeramente húmedo de color beige oscuro</p>	Grava fina:	Arena gruesa:	Arena media:	Arena fina:	14.92%	6.38%	18.92%	54.38%	SP-SM
Grava fina:	Arena gruesa:	Arena media:	Arena fina:										
14.92%	6.38%	18.92%	54.38%										

150m

# **Anexo N°05**

## **(Estúdio de Trafico)**

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESE	Diseño comparativo entre los autobuses ASHTO y BSA para el pavimento rígido del Terminal		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACION	Terminal Portuario		
TESESTAS	Alva Giraldo Nathaly Noaly, Navarro Mendez Darren Aldo		

ESTACION		Chimbote		
CODIGO DE LA ESTACION		1		
DIA Y FECHA	LUNES	17	6	2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAILER			TRAYLER					
				PICK UP	PANEL	RURAL Combí		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	20 VSB2	280	38 U/SB2	>= 380	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIGRA. VEH.																						
00-01	E																					
	S																					
01-02	E																					
	S																					
02-03	E																					
	S																					
03-04	E																					
	S																					
04-05	E																					
	S																					
05-06	E																					
	S																					
06-07	E																					
	S																					
07-08	E									6		9	7	2								
	S									11		3	8	5								
08-09	E											6	8	4								
	S									5		9	5	1								
09-10	E									6		7	10	9								
	S									5		11	12	6								
10-11	E									10		3	6	5								
	S									9		1	16	3								
11-12	E									11		13	11									
	S									10		7	8	13								
12-13	E									4		11	13	11								
	S											11	6	12								
13-14	E									2		12	9	2								
	S									6		4	6									
14-15	E									3		6	12	4								
	S									1		4	10	2								
15-16	E									5		8	6	9								
	S									5		8	9	7								
16-17	E									3		9	7	2								
	S									9		15	12	1								
17-18	E									2		9	9	6								
	S									1		5	3	4								
18-19	E									8		1	8	5								
	S									13		5	9	4								
19-20	E									13		6	11	2								
	S									8		8	13	2								
20-21	E									2		2	5	4								
	S									4		1	7	1								
21-22	E									6		3	7	2								
	S									4		6	5	5								
22-23	E																					
	S																					
23-24	E																					
	S																					
<b>PARCIAL:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>172</b>	<b>0</b>	<b>199</b>	<b>256</b>	<b>139</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACION	Terminal Portuario		
TESISTAS	Alva Giraldo Nathaly Noely, Navarro Mendez Darren Aldo		





















ESTACION	Chim bote		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	MARTES	18	5 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEM TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
00-01	E																				
01-02	S																				
02-03	E																				
03-04	S																				
04-05	E																				
05-06	S																				
06-07	E																				
07-08	S									10		8	6	5							
08-09	E								9		5	9	8								
09-10	S								11		4	5	9								
10-11	E								5		6	11	5								
11-12	S								9		5	16	6								
12-13	E								5		3	4	4								
13-14	S								3		6	3	7								
14-15	E								6		9	5	3								
15-16	S								8		11	6	6								
16-17	E								11		16	7	4								
17-18	S								12		12	8	2								
18-19	E								10		6	8	9								
19-20	S								16		5	4									
20-21	E								12		7	6	3								
21-22	S								13		9	5	3								
22-23	E								11		4	2	6								
23-24	S								6		3	3	1								
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	182	0	163	147	128	0	0	0	0	0	0	0

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Diseño comparativo entre los metodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACION	Terminal Portuario		
TESISTAS	Alva Giraldo Nathaly Noely, Navarro Mendez Darren Aldo		

ESTACION	Chimbote		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	MIERCOLES	19	5 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEM TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	E S																					
01-02	E S																					
02-03	E S																					
03-04	E S																					
04-05	E																					
05-06	S																					
06-07	E S																					
07-08	E S									6		9	7	2								
08-09	E S									11		3	8	5								
09-10	E S									8		6	8	4								
10-11	E S									9		7	5	1								
11-12	E S									6		10	10	9								
12-13	E S									5		11	12	6								
13-14	E S									10		3	6	5								
14-15	E S									9		1	16	3								
15-16	E S									11		13	11	10								
16-17	E S									10		7	8									
17-18	E S									4		11	13	11								
18-19	E S									9		11	6	12								
19-20	E S									2		12	9	2								
20-21	E S									6		16	4	6								
21-22	E S									3		6	12	4								
22-23	E S									1		4	10	2								
23-24	E S									5		8	9	9								
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	167	0	203	235	129	0	0	0	0	0	0	0	0

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACION	Terminal Portuario		
TESISTAS	Alva Giraldo Nathaly Noely, Navarro Mendez Darren Aldo		




















ESTACION	Chimbote		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	JUEVES	20	5 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEM TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	E																					
01-02	S																					
02-03	E																					
03-04	S																					
04-05	E																					
05-06	S																					
06-07	E																					
07-08	S									6		5	5	6								
08-09	E									8		4	6	5								
09-10	S									11		2	2	1								
10-11	E									5		12	8									
11-12	S									6		11	11	2								
12-13	E									5		12	13	9								
13-14	S									2		19	14	11								
14-15	E									11		18	11	16								
15-16	S									2		18	11	16								
16-17	E									11		11	12	14								
17-18	S									2		10	10	18								
18-19	E									4		13	6	12								
19-20	S									11		5	9	10								
20-21	E									12		6	5	6								
21-22	S									14		9	6	5								
22-23	E									6		6	3	7								
23-24	S									10		7	7	7								
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	206	0	208	187	186	0	0	0	0	0	0	0	

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Diseño comparativo entre los metodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Terminal Portuario		
TESISTAS	Alva Giraldo Nathaly Noely, Navarro Mendez Darren Aldo		

ESTACION	Chimbote		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	VIERNES	21	5 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	E S																				
01-02	E S																				
02-03	E S																				
03-04	E S																				
04-05	E																				
05-06	S																				
06-07	E S																				
07-08	E S									10 11		4 2	4 6		5 4						
08-09	E S									12 16		6 8	7 9		6 3						
09-10	E S									13		4 9	8 4		12						
10-11	E S									10 10		6 3	6 5		13 14						
11-12	E S									6 5		2 10	7 3		11 11						
12-13	E S									8 7			11 10		2 4						
13-14	E S									6 9		11 7	2 5		5 9						
14-15	E S									9 4		5 6	6 9		8 7						
15-16	E S									2 6		9 4	8 7		6 5						
16-17	E S									3 5		8 3	6 3		4 3						
17-18	E S									1 2		5 9	5 4		9 8						
18-19	E S									5 7		6 7	9 6		6 5						
19-20	E S									8 9		4 9	2 4		2 4						
20-21	E S									4 2		2 4	8 2		3 5						
21-22	E S									1 3		3 2	2 1		1 2						
22-23	E S																				
23-24	E S																				
<b>PARCIAL:</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	173	0	164	159	168	0	0	0	0	0	0	



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Terminal Portuario		
TESISTAS	A Iva Giraldo Nathaly Noely, Navarro Mendez Darren Aldo		

ESTACION	Chim bote		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	SABADO	22	5 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMON			SEM TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DWGRA. VEH.																				
00-01	E																			
00-01	S																			
01-02	E																			
01-02	S																			
02-03	E																			
02-03	S																			
03-04	E																			
03-04	S																			
04-05	E																			
04-05	S																			
05-06	E																			
05-06	S																			
06-07	E																			
06-07	S																			
07-08	E									11		5	8	9						
07-08	S									12		6	2	11						
08-09	E											4	5	10						
08-09	S									11		7	4	12						
09-10	E									12		5	6	13						
09-10	S									11		11	7	11						
10-11	E									4		10	9							
10-11	S									2		16	4	16						
11-12	E									9		14	6	10						
11-12	S									5		11	8	10						
12-13	E									4		13	1	11						
12-13	S									8		17	2	13						
13-14	E									10		9	7	4						
13-14	S									11		5	8	6						
14-15	E									13		4	6	9						
14-15	S									16		6	3	7						
15-16	E									19			4	6						
15-16	S									12		7	9	3						
16-17	E									8		3	5	3						
16-17	S									6		4	7	5						
17-18	E									5		5	8	4						
17-18	S									9		7	4	1						
18-19	E									7		9	4	2						
18-19	S									2		6	6	8						
19-20	E									3		2	7	9						
19-20	S									4		4	9	4						
20-21	E									5		1	1	6						
20-21	S									4		1	2	3						
21-22	E									1		2	3	3						
21-22	S									1		3	4	1						
22-23	E																			
22-23	S																			
23-24	E																			
23-24	S																			
<b>PARCIAL:</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	225	0	197	159	210	0	0	0	0	0	0

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TESIS	Diseño comparativo entre los metodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimote - Arequipa 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Terminal Portuario		
TESISTAS	Alva Giraldo Nathaly Noely, Navarro Mendez Darren Aldo		

ESTACION	Chimote		
CODIGO DE LA ESTACION	1		
DIA Y FECHA	SABADO	22	5 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEM TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	E S																					
01-02	E S																					
02-03	E S																					
03-04	E S																					
04-05	E																					
05-06	S																					
06-07	E S																					
07-08	E S									11 12		5 6		8 2		9 11						
08-09	E S									11		4 7		5 4		10 12						
09-10	E S									12 11		5 11		6 7		13 11						
10-11	E S									4 2		10 16		9 4		16						
11-12	E S									9 5		14 11		6 8		10 10						
12-13	E S									4 8		13 17		1 2		11 13						
13-14	E S									10 11		9 5		7 8		4 6						
14-15	E S									13 16		4 6		6 3		9 7						
15-16	E S									19 12			4 7		6 3							
16-17	E S									8 6		3 4		5 7		3 5						
17-18	E S									5 9		5 7		8 4		4 1						
18-19	E S									7 2		9 6		4 6		2 8						
19-20	E S									3 4		2 4		7 9		9 4						
20-21	E S									5 4		1 1		1 2		6 3						
21-22	E S									1 1		2 3		3 4		3 1						
22-23	E S																					
23-24	E S																					
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	225	0	197	159	210	0	0	0	0	0	0	0	

## Cálculo del conteo de tráfico y la determinación del IMDA

**Nombre del Proyecto:** Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021

**Departamento:** Ancash

**Provincia:** Santa

**Distrito:** Chimbote

**Zona Geográfica:** Costa

**Horizonte del Proyecto:** 20 años

### 1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO

#### ACTUAL

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

**Resultados de los conteos de tráfico:** **Mes:** Mayo

**Cuadro N° 01:** Conteo vehicular del Terminal Portuario de Chimbote, Chimbote – Ancash – 2021

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Camión 2E 	172	182	167	206	173	225	225
Camión 4E 	199	163	203	208	164	197	158
Semi tráiler 2S1/2S2 	256	147	235	187	159	159	171
Semi tráiler 2S3 	139	128	129	186	168	210	193
<b>TOTAL</b>	<b>766</b>	<b>620</b>	<b>734</b>	<b>787</b>	<b>664</b>	<b>791</b>	<b>747</b>

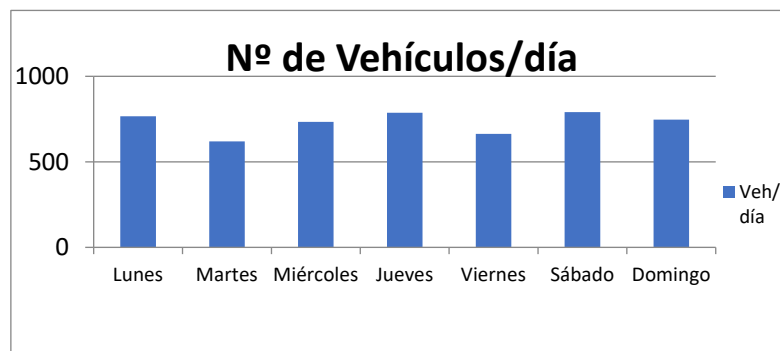
**Fuente:** MTC – 2014

Elaboración propia

**Interpretación:**

Se visualiza en el siguiente cuadro, el conteo vehicular por 7 días según estipula la norma del MTC

**Imagen N° 01:** Porcentaje del Conteo vehicular del “Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote – Ancash - 2021”



**Interpretación:**

En la imagen se visualiza la cantidad de transporte que pasa por los 7 días.

**Nota:** Conteo de 7 días de 24 horas para proyectos de inversión a nivel de perfil.

**ii) Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino**

F.C.E. Vehículos ligeros: 0.97990785

F.C.E. Vehículos pesados: 0.97489690

**iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días**

$$IMD_a = IMD_S * FC$$

**Donde:**  $IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$  Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada  
 IMDa = Índice Medio Anual  
 Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo  
 FC = Factores de Corrección Estacional

**Cuadro N° 02:** Cálculo del Conteo vehicular del Terminal Portuario de Chimbote,  
 Chimbote – Ancash – 2021

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD <sub>s</sub>	FC	IMD <sub>a</sub>
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Camión 2E	172	182	167	206	173	225	225	1350	193	0.97489690	188
Camión 4E	199	163	203	208	164	197	158	1292	185	0.97489690	180
Semi trayler 2S1/2S2	256	147	235	187	159	159	171	1314	188	0.97489690	183
Semi trayler 2S3	139	128	129	186	168	210	193	1153	165	0.97489690	161
<b>TOTAL</b>	<b>766</b>	<b>620</b>	<b>734</b>	<b>787</b>	<b>664</b>	<b>791</b>	<b>747</b>	<b>5109</b>	<b>730</b>		<b>712</b>

**Interpretación:**

En el cuadro se verifica los cálculos respectivos más con el Índice medio diario semana y el índice de medio anual más el factor de corrección.

**2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

**2.1 Demanda Actual**

**Cuadro N° 03:** Cálculo del Conteo vehicular del Terminal Portuario de Chimbote,  
 Chimbote – Ancash – 2021

### Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Camión 2E	188	26.40
Camión 4E	180	25.28
Semi tráiler 2S1/2S2	183	25.70
Semi tráiler 2S3	161	22.61
<b>IMD</b>	<b>712</b>	<b>100.00</b>

#### Interpretación:

En el cuadro se aprecia la distribución de los porcentajes del transporte pesado.

### Cálculo de la ESAL

**Cuadro N° 04:** Cálculo del ESAL del Terminal Portuario de Chimbote, Chimbote – Ancash – 2021

Tipo de vehículo	N° veh/día (2 sent.)	N° veh/día (1 sent.)	N° veh/año	F.C.	ESAL en el carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL diseño
Camión 2E	188	94	34310	3.56	122143.6	12.58	1536566.488
Camión 4E	180	90	32850	2.3	75555	12.58	950481.900
Semi tráiler 2S1/2S2	183	92	33580	2.5	83950	12.58	1056091
Semi tráiler 2S3	161	81	29565	2.8	82782	12.58	1041397.56
<b>TOTAL IMD</b>	<b>712</b>	<b>357</b>	<b>130305</b>		<b>364430.6</b>		<b>4584537</b>

#### Interpretación:

En el cuadro se aprecia los cálculos correspondientes de la ESAL.

**Anexo N°06**

**Dimensiones del Diseño**

**del Pavimento Rígido**

**DIPAV**

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: **ario de Chimbote - Ancash - 2021**

TIPO DE PLATAFORMA: **Rígido**

DECIMALES: **5**

**ESAL PAVIMENTO RÍGIDO**

**Configuración Vehicular**

Configuración Vehicular	Selección
SN (Pav. Flexible)	5
D (Pav. Rígido)	9
Índice Serviciabilidad f. Pt	2.5
Lx( $\beta x = \beta 18$ )	18
L2( $\beta x = \beta 18$ )	1
<input checked="" type="checkbox"/> Factor Direccional: Fd	0.5
Factor Carril: Fc	1
Días x Año	365

**Fca (Vehículo de Carga)**

Periodo de Diseño: n(años) = **20**

Tasa de Crecimiento: r(%) = **5.9**

Fca (vc) = **36.39**

**Fca (Vehículo de Pasajeros)**

Periodo de Diseño: n(años) = **20**

Tasa de Crecimiento: r(%) = **1.7**

Fca (vp) = **23.58**

**DIPAV**

**DATOS GENERALES**

PROYECTO: **ario de Chimbote - Ancash - 2021**

TIPO DE PLATAFORMA: **Rígido**

DECIMALES: **5**

**ESAL**

**Configuración Vehicular**

Configuración Vehicular	Selección
SN (Pav. Flexible)	5
D (Pav. Rígido)	9
Índice Serviciabilidad f. Pt	2.5
Lx( $\beta x = \beta 18$ )	18
L2( $\beta x = \beta 18$ )	1
<input checked="" type="checkbox"/> Factor Direccional: Fd	0.5
Factor Carril: Fc	1
Días x Año	365

**Fca (Vehículo de Carga)**

Periodo de Diseño: n(años) = **20**

Tasa de Crecimiento: r(%) = **5.9**

Fca (vc) = **36.39**

**Fca (Vehículo de Pasajeros)**

Periodo de Diseño: n(años) = **20**

Tasa de Crecimiento: r(%) = **1.7**

Fca (vp) = **23.58**

**ESAL**

CONFIGURACIÓN VEHICULAR		ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS)							ESALs				
Nº	Tipo	Vehículo	I/V	Lun.	Mart.	Mierc.	Juev.	Vier.	Sab.	Dom.	Total	SubTotal	%
1	C2		Ida	81	95	81	93	86	111	110	1264	657.00	51.98
			Vuelta	82	95	77	91	79	104	79	607.00	48.02	
2	C4		Ida	99	86	99	103	69	82	80	1181	618.00	52.33
			Vuelta	82	81	98	80	80	78	64	563.00	47.67	
3	T2S2		Ida	121	79	115	91	84	75	71	1214	636.00	52.39
			Vuelta	105	81	105	74	63	73	77	578.00	47.61	
4	T2S3		Ida	63	68	73	92	75	89	90	1028	550.00	53.50
			Vuelta	57	66	44	67	78	82	84	478.00	46.50	



Confiabilidad (%R)	90	%
Desviación estándar normal Zr	-1.282	
Serviciabilidad inicial Pi	4.50	
Serviciabilidad final Pt	3.00	
Variación Serviabilidad ΔPSI	1.50	
Desv. estándar Combinada So	0.35	
CBR (Subrasante)	6	%
CBR (Subbase)	40	%
f'c (Concreto)	210	kg/cm <sup>2</sup>
Transferencia de carga J	2.8	...
Coefficiente de Drenaje Cdx	1	...

Datos Suelo		Datos Concreto	
Modulo elástico Ec	21478.50622	MPa	
<input checked="" type="radio"/> MR = [8,9].f'c (psi)		8	
<input type="radio"/> MR = [1.99;3.18].f'c		2.858	
Modulo de Rotura MR	4.06294	MPa	

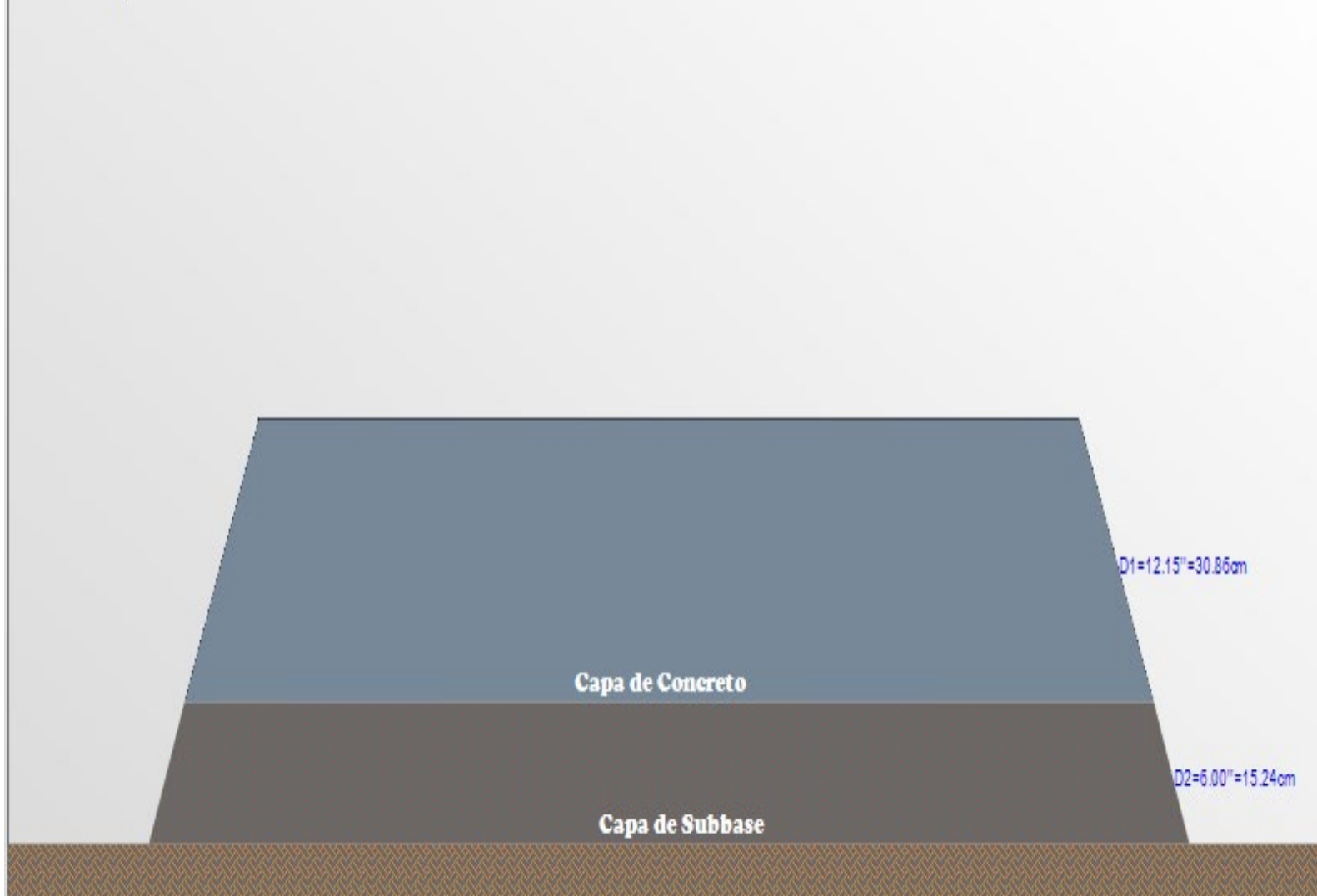
  

Datos Suelo		Datos Concreto	
Modulo elástico Ec	21478.50622	MPa	
<input checked="" type="radio"/> MR = [8,9].f'c (psi)		8	
<input type="radio"/> MR = [1.99;3.18].f'c		2.858	
Modulo de Rotura MR	4.06294	MPa	

Datos Suelo		Datos Concreto	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular k0 y k1			
Altura de Subbase h	15.24	cm	
k0(Subrasante)	25.77760	MPa/m	
k1(Subbase)	112.95425	MPa/m	
kc(Combinado)	30.83308	MPa/m	

Fuente: EMDpavimentos 2020



**Anexo N°07**  
**(Calibraciones de los**  
**Instrumentos)**



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 138 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 045-2021  
Fecha de emisión : 2021-03-18

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : DCSI  
Modelo de Prensa : S-61010  
Serie de Prensa : 1398  
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : NO INDICA  
Modelo de Celda : 2X-10000  
Serie de Celda : XG14C8C8  
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGH WEIGHT  
Modelo de Indicador : 315-X8  
Serie de Indicador : 985268779

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
16 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,9	27,9
Humedad %	64	63

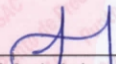
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 138 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	503,80	503,70	-0,76	-0,74	503,75	-0,74	0,02
1000	1007,65	1007,62	-0,76	-0,76	1007,64	-0,76	0,00
1500	1509,25	1509,18	-0,62	-0,61	1509,22	-0,61	0,00
2000	2008,15	2008,09	-0,41	-0,40	2008,12	-0,40	0,00
2500	2509,40	2509,30	-0,38	-0,37	2509,35	-0,37	0,00
3000	3007,25	3007,17	-0,24	-0,24	3007,21	-0,24	0,00
3500	3505,15	3505,23	-0,15	-0,15	3505,19	-0,15	0,00
4000	4007,20	4007,26	-0,18	-0,18	4007,23	-0,18	0,00

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9998x - 6,8121$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

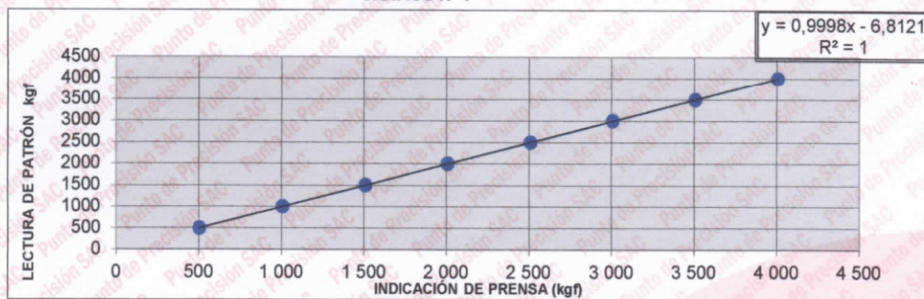
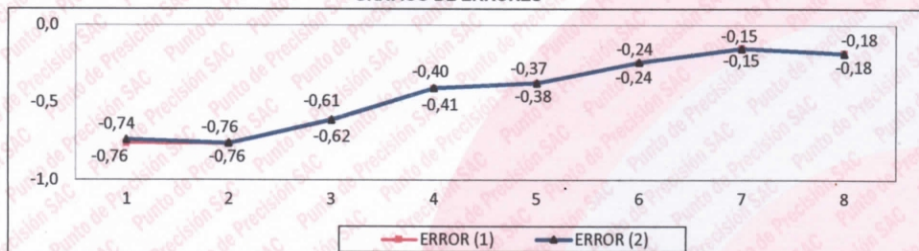
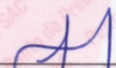


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 403 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 045-2021  
 Fecha de emisión : 2021-03-18

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.  
 Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"  
 Marca : ORION  
 Serie : NO INDICA  
 Material : FIERRO  
 Color : PLATEADO  
 Código de Identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
 MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 16 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración  
 Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM


### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,1	29,1
Humedad %	62	62

### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 403 - 2021

Página : 2 de 2

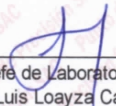
### DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES



N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	153,33	153,63	117,05
2	151,17	151,36	116,97
3	152,90	152,48	116,21
4	152,52	153,57	117,14
5	151,24	151,14	116,58
6	153,44	151,33	117,40
PROMEDIO	152,43	152,25	116,89
ESTANDAR	152,40	152,40	116,40
TOLERANCIAS (±)	0,70	0,70	0,50
ERROR	0,03	-0,15	0,49
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	2131 cm <sup>3</sup>		

FIN DEL DOCUMENTO



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 404 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 045-2021  
Fecha de emisión : 2021-03-18

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.  
Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR  
Marca : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Material : FIERRO  
Color : PLATEADO  
Código de Identificación : 1C

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
16 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración  
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1883.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM


### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,1	29,2
Humedad %	62	62

### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 404 - 2021

Página : 2 de 2

### DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES




N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	151,59	153,04	176,64
2	152,55	153,08	176,49
3	151,59	151,00	176,79
4	151,75	152,35	176,53
5	151,94	152,48	176,20
6	151,95	150,73	176,42
PROMEDIO	151,90	152,11	176,51
ESTANDAR	152,40	152,40	177,80
TOLERANCIAS (±)	0,66	0,66	0,46
ERROR	-0,50	-0,29	-1,29
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	3203 cm <sup>3</sup>		

N° DE MEDICIONES	MEDIDAS DEL DISCO ESPACIADOR	
	DIAMETRO mm	ALTURA mm
1	150,99	60,98
2	150,84	60,97
3	150,80	60,90
4	150,87	61,22
5	150,89	61,00
6	150,84	60,91
PROMEDIO	150,87	61,00
ESTANDAR	150,80	61,37
ERROR	0,07	-0,37

pesa anular:	2234 g
pesa ranurada:	2261 g
masa total	4495 g

FIN DEL DOCUMENTO



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 405 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 045-2021  
 Fecha de emisión : 2021-03-18

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : 2C

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
 MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 16 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración  
 Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1883.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM


### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,2	29,2
Humedad %	62	62

### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 405 - 2021

Página : 2 de 2

## DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES



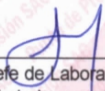
N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	151,53	152,28	177,47
2	152,22	152,02	177,45
3	152,19	152,32	177,04
4	151,44	151,60	177,66
5	152,26	151,26	177,59
6	152,30	151,15	177,25
PROMEDIO	151,99	151,77	177,41
ESTANDAR	152,40	152,40	177,80
TOLERANCIAS (±)	0,66	0,66	0,46
ERROR	-0,41	-0,63	-0,39
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	3214 cm <sup>3</sup>		

N° DE MEDICIONES	MEDIDAS DEL DISCO ESPACIADOR	
	DIAMETRO mm	ALTURA mm
1	150,99	60,98
2	150,84	60,97
3	150,80	60,90
4	150,87	60,22
5	150,89	60,00
6	150,84	60,91
PROMEDIO	150,87	60,66
ESTANDAR	150,80	61,37
ERROR	0,07	-0,71

pesa anular:	2203 g
pesa ranurada:	2255 g
masa total	4458 g

FIN DEL DOCUMENTO



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 406 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 045-2021  
Fecha de emisión : 2021-03-18

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : 3C

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
16 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1883.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,2	29,2
Humedad %	62	62

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 406 - 2021

Página : 2 de 2

## DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES



N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	152,62	152,72	176,71
2	151,52	151,83	176,47
3	152,30	151,36	176,48
4	152,21	152,87	176,52
5	151,75	151,90	176,23
6	151,62	152,05	176,13
PROMEDIO	152,00	152,12	176,42
ESTÁNDAR	152,40	152,40	177,80
TOLERANCIAS (±)	0,66	0,66	0,46
ERROR	-0,40	-0,28	-1,38
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	3204 cm <sup>3</sup>		

N° DE MEDICIONES	MEDIDAS DEL DISCO ESPACIADOR	
	DIAMETRO mm	ALTURA mm
1	150,99	60,98
2	150,84	60,97
3	150,80	60,90
4	150,87	60,22
5	150,89	60,00
6	150,84	60,91
PROMEDIO	150,87	60,66
ESTÁNDAR	150,80	61,37
ERROR	0,07	-0,71

pesa anular:	2258 g
pesa ranurada:	2235 g
masa total	4493 g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 729 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : 045-2021  
Fecha de emisión : 2021-03-18

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO  
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : QUINCY LAB  
Modelo del Equipo : NO INDICA  
Serie del Equipo : NO INDICA  
Capacidad del Equipo : 215 L  
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : AUTONICS  
Modelo de indicador : TZN4S  
Serie de indicador : NO INDICA  
Temperatura calibrada : 110 °C

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
16 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración  
PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	29,2	29,2
Humedad %	62	62


7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 729 - 2021

Página : 2 de 4

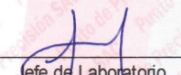
### CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110,1	106,2	108,7	108,3	109,6	109,5	111,4	109,4	114,5	107,5	107,8	109,3	8,3
2	110,1	105,4	108,4	108,0	109,5	109,6	111,2	109,2	114,3	107,2	107,6	109,0	8,9
4	109,8	105,9	108,5	108,3	109,4	109,2	111,5	109,4	114,1	107,4	107,5	109,1	8,2
6	111,3	105,4	108,2	108,1	109,3	109,7	111,1	109,3	113,9	107,3	107,4	109,0	8,5
8	109,8	106,2	108,7	108,1	109,4	109,7	111,5	109,2	114,1	107,2	107,6	109,2	7,9
10	109,8	106,2	108,2	108,0	109,6	109,6	111,4	109,4	113,9	107,5	107,8	109,2	7,7
12	110,1	105,4	108,4	108,3	109,3	109,2	111,2	109,3	114,5	107,3	107,5	109,0	9,1
14	109,8	106,2	108,5	108,1	109,6	109,5	111,4	109,4	113,9	107,2	107,6	109,1	7,7
16	111,3	105,9	108,7	108,0	109,3	109,2	111,5	109,3	114,1	107,5	107,5	109,1	8,2
18	109,8	105,4	108,4	108,3	109,4	109,7	111,2	109,2	114,5	107,3	107,8	109,1	9,1
20	110,1	106,2	108,7	108,1	109,3	109,6	111,2	109,4	114,1	107,2	107,5	109,1	7,9
22	109,8	105,4	108,2	108,3	109,6	109,7	111,4	109,4	114,3	107,5	107,6	109,1	8,9
24	110,1	106,2	108,7	108,3	109,3	109,5	111,2	109,2	113,9	107,3	107,8	109,1	7,7
26	111,3	106,2	108,5	108,1	109,4	109,2	111,2	109,3	114,5	107,3	107,6	109,1	8,3
28	110,1	105,4	108,2	108,0	109,6	109,5	111,4	109,3	113,9	107,5	107,8	109,1	8,5
30	109,8	105,9	108,4	108,3	109,6	109,6	111,5	109,2	114,5	107,3	107,8	109,2	8,6
32	110,1	106,2	108,2	108,1	109,3	109,5	111,2	109,3	114,1	107,5	107,5	109,1	7,9
34	111,3	106,2	108,7	108,1	109,4	109,2	111,4	109,4	114,3	107,3	107,8	109,2	8,1
36	111,3	105,4	108,5	108,0	109,6	109,5	111,5	109,2	114,1	107,3	107,8	109,1	8,7
38	110,1	105,9	108,7	108,1	109,4	109,6	111,4	109,3	113,9	107,2	107,6	109,1	8,0
40	109,8	106,2	108,2	108,3	109,6	109,2	111,5	109,2	114,3	107,5	107,8	109,2	8,1
42	109,8	106,2	108,2	108,1	109,3	109,2	111,2	109,2	114,1	107,3	107,8	109,1	7,9
44	111,3	106,2	108,7	108,3	109,6	109,2	111,4	109,3	114,5	107,2	107,5	109,2	8,3
46	109,8	105,9	108,7	108,1	109,6	109,7	111,5	109,2	113,9	107,5	107,6	109,2	8,0
48	110,1	105,4	108,5	108,0	109,4	109,7	111,2	109,3	114,1	107,3	107,8	109,1	8,7
50	109,8	105,9	108,7	108,0	109,3	109,5	111,4	109,3	113,9	107,2	107,8	109,1	8,0
52	111,3	106,2	108,2	108,1	109,3	109,7	111,5	109,2	114,5	107,5	107,6	109,2	8,3
54	111,3	105,4	108,5	108,3	109,4	109,2	111,2	109,4	114,3	107,3	107,8	109,1	8,9
56	109,8	105,4	108,7	108,1	109,6	109,7	111,4	109,3	114,1	107,2	107,5	109,1	8,7
58	111,3	105,9	108,2	108,3	109,3	109,5	111,5	109,2	113,9	107,5	107,8	109,1	8,0
60	109,8	105,4	108,4	108,0	109,4	109,7	111,2	109,4	114,1	107,2	107,6	109,0	8,7
<b>T. PROM</b>	110,3	105,8	108,5	108,1	109,4	109,5	111,3	109,3	114,2	107,3	107,7	109,1	
<b>T. MAX</b>	111,3	106,2	108,7	108,3	109,6	109,7	111,5	109,4	114,5	107,5	107,8		
<b>T. MIN</b>	109,8	105,4	108,2	108,0	109,3	109,2	111,1	109,2	113,9	107,2	107,4		
<b>DTT</b>	1,5	0,8	0,5	0,3	0,3	0,5	0,4	0,2	0,6	0,3	0,4		

Parámetro	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,5	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,4	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,8	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,3	0,3
Estabilidad Media ( ± )	0,4	0,02
Uniformidad Media	9,1	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición  
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631





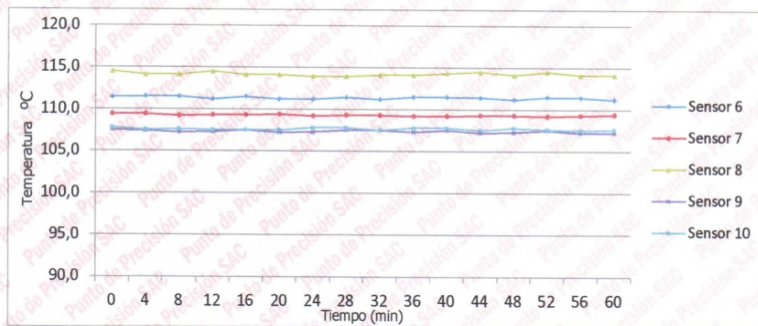
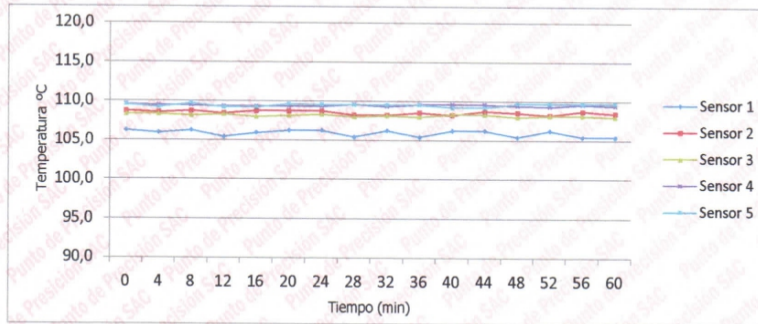
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 729 - 2021

Página : 3 de 4

## TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





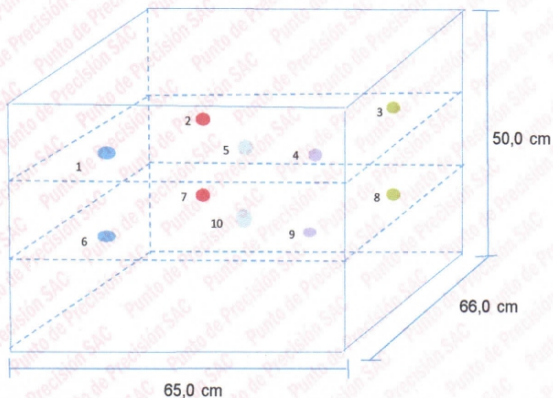
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 729 - 2021

Página : 4 de 4

## DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-121-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 045-2021  
Fecha de Emisión : 2021-03-19

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.  
Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : RADWAG

Modelo : PS4500/C/1

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 4 500 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real ( d ) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-03-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

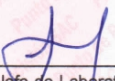
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOMG S.A.C.  
MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-121-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	27,8	28,0
Humedad Relativa	66,4	67,4

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 500,01 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 4 500,35 g para una carga de 4 500,00 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición


INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 250,00 g			Carga L2= 4 500,01 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	2 249,97	0,007	-0,033	4 500,18	0,007	0,172
2	2 249,98	0,006	-0,022	4 500,19	0,009	0,180
3	2 249,98	0,008	-0,024	4 500,19	0,006	0,183
4	2 249,98	0,006	-0,022	4 500,18	0,007	0,172
5	2 249,98	0,008	-0,024	4 500,20	0,008	0,191
6	2 249,97	0,006	-0,032	4 500,18	0,008	0,171
7	2 249,97	0,009	-0,035	4 500,21	0,009	0,200
8	2 249,97	0,006	-0,032	4 500,20	0,006	0,193
9	2 249,97	0,008	-0,034	4 500,21	0,008	0,201
10	2 249,97	0,007	-0,033	4 500,21	0,007	0,202
Diferencia Máxima			0,013	0,031		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-121-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	27,9	28,0

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>s</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,10	0,09	0,007	-0,012	1 500,00	1 499,90	0,006	-0,102	-0,090
2		0,09	0,006	-0,011		1 499,91	0,007	-0,093	-0,082
3		0,09	0,008	-0,013		1 499,93	0,008	-0,074	-0,061
4		0,09	0,008	-0,013		1 499,90	0,007	-0,103	-0,090
5		0,09	0,006	-0,011		1 499,89	0,006	-0,112	-0,101

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	28,0	28,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,500	0,50	0,006	-0,001	0,002	0,50	0,008	-0,003	0,000	0,1
10,000	10,00	0,007	-0,002	0,001	10,00	0,007	-0,002	0,001	0,1
50,000	50,00	0,008	-0,003	0,000	50,00	0,008	-0,003	0,000	0,1
500,000	499,99	0,008	-0,013	-0,010	500,00	0,006	-0,001	0,002	0,1
700,000	699,99	0,009	-0,014	-0,011	699,99	0,008	-0,013	-0,010	0,2
1 000,001	999,99	0,006	-0,012	-0,009	999,99	0,007	-0,013	-0,010	0,2
1 500,001	1 500,00	0,008	-0,004	-0,001	1 499,99	0,006	-0,012	-0,009	0,2
2 000,001	2 000,00	0,007	-0,003	0,000	1 999,99	0,006	-0,012	-0,009	0,2
4 000,006	3 999,99	0,006	-0,017	-0,014	4 000,00	0,007	-0,008	-0,005	0,3
4 500,006	4 500,18	0,007	0,172	0,175	4 500,18	0,007	0,172	0,175	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 6,30 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,85 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 7,15 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>o</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-122-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 045-2021  
Fecha de Emisión : 2021-03-19

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : CS 200

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 200 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real ( d ) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-03-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de Calibración

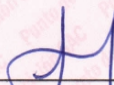
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOMG S.A.C.  
MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-122-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	28,2	28,3
Humedad Relativa	65,4	66,4

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,0 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 199,9 g para una carga de 200,0 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

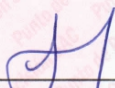
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	N°	Carga L1= 100,0 g			Carga L2= 200,0 g		
		I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
		Initial			Final		
		Temp. (°C)	28,2		28,2		
1		100,0	0,07	-0,02	199,9	0,07	-0,12
2		100,0	0,06	-0,01	199,9	0,08	-0,13
3		99,9	0,08	-0,13	199,9	0,06	-0,11
4		100,0	0,08	-0,03	199,9	0,07	-0,12
5		100,0	0,06	-0,01	199,9	0,06	-0,11
6		100,0	0,07	-0,02	199,9	0,08	-0,13
7		100,0	0,08	-0,03	200,0	0,06	-0,01
8		100,0	0,06	-0,01	200,0	0,07	-0,02
9		100,0	0,08	-0,03	200,0	0,07	-0,02
10		99,9	0,09	-0,14	200,0	0,08	-0,03
Diferencia Máxima				0,13			
Error máximo permitido ±				0,2 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-122-2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with columns for Temp. (°C), Posición de la Carga, Determinación de Ee, and Determinación del Error corregido. Includes a note: (\*) valor entre 0 y 10 e and Error máximo permitido: ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns for Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, and ± emp (g). Includes a note: e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 7,39x10^-5 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 sqrt(5,07x10^-3 g^2 + 3,11x10^-7 x R^2)

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E\_e: Error en cero E\_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-123-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 045-2021  
Fecha de Emisión : 2021-03-19

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8340410357

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real ( d ) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-03-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOMG S.A.C.  
MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-123-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	28,3	28,4
Humedad Relativa	65,4	65,4

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2019

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 993 g para una carga de 30 000 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

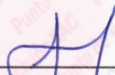
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 28,3			Final 28,4		
Carga L1= 15 000 g	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Carga L2= 30 000 g		
				I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,4	30 001	0,7	0,7
2	15 000	0,6	-0,2	30 001	0,6	0,8
3	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,8	-0,4
4	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,8	-0,4
5	15 001	0,8	0,6	30 000	0,7	-0,3
6	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
7	15 001	0,6	0,8	30 000	0,8	-0,4
8	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,6	-0,2
9	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
10	15 000	0,6	-0,2	30 001	0,7	0,7
Diferencia Máxima	1,3			1,2		
Error máximo permitido ±	2 g			3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-123-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	4
3	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10	10	0,8	-0,3	10 000	10 000	0,7	-0,2	0,1
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,6	-0,1	0,3
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,8	-0,3	-0,1
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
5		10	0,8	-0,3		10 000	0,7	-0,2	0,1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,7	-0,2						
50,0	50	0,8	-0,3	-0,1	50	0,7	-0,2	0,0	1
500,0	500	0,9	-0,4	-0,2	500	0,8	-0,3	-0,1	1
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	0,0	2 000	0,9	-0,4	-0,2	1
5 000,0	5 000	0,8	-0,3	-0,1	5 000	0,7	-0,2	0,0	1
7 000,0	7 000	0,6	-0,1	0,1	7 000	0,6	-0,1	0,1	2
10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,2	10 000	0,7	-0,2	0,0	2
15 000,1	15 000	0,6	-0,2	0,0	15 000	0,8	-0,4	-0,2	2
20 000,1	20 000	0,7	-0,3	-0,1	20 000	0,7	-0,3	-0,1	2
25 000,1	25 000	0,6	-0,2	0,0	25 000	0,8	-0,4	-0,2	3
30 000,1	30 000	0,8	-0,4	-0,2	30 000	0,8	-0,4	-0,2	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,91 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,27 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 8,26 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-124-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 045-2021  
Fecha de Emisión : 2021-03-19

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SE602F

Número de Serie : 725310422

Alcance de Indicación : 600 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,01 g

División de Escala Real ( d ) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-03-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de Calibración

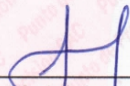
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOMG S.A.C.  
MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-124-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	28,5	28,5
Humedad Relativa	64,3	64,3

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 599,91 g para una carga de 600,00 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

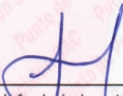
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. (°C)	Initial	Final
	28,5	28,5

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	299,99	0,007	-0,012	599,98	0,007	-0,022
2	300,00	0,008	-0,003	599,99	0,008	-0,013
3	300,00	0,009	-0,004	599,98	0,006	-0,021
4	299,99	0,006	-0,011	599,97	0,005	-0,030
5	300,00	0,006	-0,001	599,96	0,004	-0,039
6	300,00	0,008	-0,003	599,97	0,005	-0,030
7	300,00	0,007	-0,002	599,97	0,005	-0,030
8	300,00	0,006	-0,001	599,97	0,004	-0,029
9	300,00	0,006	-0,001	599,97	0,004	-0,029
10	300,00	0,006	-0,001	599,98	0,005	-0,020
Diferencia Máxima	0,011			0,026		
Error máximo permitido ±	0,03 g			± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-124-2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with columns for Temp. (°C) Initial/Final, Posición de la Carga, Determinación de Ee, and Determinación del Error corregido. Includes a note: (\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns for Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, and ± emp (g). Includes a note: e.m.p.: error máximo permitido

Formulas for corrected reading and expanded uncertainty: R\_corregida = R + 1,73x10^-6 x R and U\_R = 2 \* sqrt(8,01x10^-6 g^2 + 1,10x10^-9 x R^2)

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E\_e: Error en cero E\_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# **Anexo N°08**

## **(Método AASHTO 93)**

## Diseño de Pavimento Rígido (AASHTO 93)

El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

La ecuación AASHTO para el diseño de pavimento rígido es:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_D + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \text{Log}_{10} \left( \frac{M_r C_{ds} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

### 01. VARIABLES DE DISEÑO

#### VARIABLES DE TIEMPO

Se considera dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERIODO DE ANÁLISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
<b>Pavimentada de bajo volumen de tráfico</b>	<b>15 - 25</b>
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

#### TRÁNSITO

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito

está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste. Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) o ESAL (Equivalent Single Axel Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones será:

4584537

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos rígidos se define 2 categorías:

CATEGORÍA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	<b>BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE</b>	De 150001	
De 300001		A 500000	<b>TP2</b>
De 500001		A 750000	<b>TP3</b>
De 750001		A 1000000	<b>TP4</b>
<b>CAMINOS QUE TIENEN UN TRÁFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE</b>	De 1000001	A 1500000	<b>TP5</b>
	De 1500001	A 3000000	<b>TP6</b>
	De 3000001	A 5000000	<b>TP7</b>
	De 5000001	A 7500000	<b>TP8</b>
	De 7500001	A 10000000	<b>TP9</b>
	De 10000001	A 12500000	<b>TP10</b>
	De 12500001	A 15000000	<b>TP11</b>
	De 15000001	A 20000000	<b>TP12</b>
	De 20000001	A 25000000	<b>TP13</b>
	De 25000001	A 30000000	<b>TP14</b>

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: TP7

## CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las



condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad está asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

### DESVIACIÓN ESTANDAR

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$S_0 =$

0.35

### FACTOR DE CONFIABILIDAD

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un su dimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

<b>TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE</b>	<b>RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE</b>		<b>NIVEL DE CONFIABILIDAD</b>
<b>TP1</b>	De 150001	A 300000	<b>70%</b>
<b>TP2</b>	De 300001	A 500000	<b>75%</b>
<b>TP3</b>	De 500001	A 750000	<b>80%</b>
<b>TP4</b>	De 750001	A 1000000	<b>80%</b>
<b>TP5</b>	De 1000001	A 1500000	<b>85%</b>
<b>TP6</b>	De 1500001	A 3000000	<b>85%</b>
<b>TP7</b>	De 3000001	A 5000000	<b>85%</b>
<b>TP8</b>	De 5000001	A 7500000	<b>90%</b>
<b>TP9</b>	De 7500001	A 10000000	<b>90%</b>
<b>TP10</b>	De 10000001	A 12500000	<b>90%</b>
<b>TP11</b>	De 12500001	A 15000000	<b>90%</b>
<b>TP12</b>	De 15000001	A 20000000	<b>90%</b>
<b>TP13</b>	De 20000001	A 25000000	<b>90%</b>
<b>TP14</b>	De 25000001	A 30000000	<b>90%</b>

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico es: **85%**

### **PROBABILIDAD**

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -1.0364$$

### **CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO**

#### **SERVICIABILIDAD**

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como

grietas, fallas, peladuras, etc. que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

### ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

El índice de serviciabilidad inicial (P0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P0)
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

El índice de serviciabilidad inicial Po para el tipo de tráfico es: **4.3**

### ÍNDICE DE SERVICIALIDAD FINAL

El índice de serviciabilidad final (Pt), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores Pt indicados en la siguiente tabla:

<b>TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE</b>	<b>RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE</b>		<b>INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)</b>
<b>TP1</b>	De 150001	A 300000	<b>2.0</b>
<b>TP2</b>	De 300001	A 500000	<b>2.0</b>
<b>TP3</b>	De 500001	A 750000	<b>2.0</b>
<b>TP4</b>	De 750001	A 1000000	<b>2.0</b>
<b>TP5</b>	De 1000001	A 1500000	<b>2.5</b>
<b>TP6</b>	De 1500001	A 3000000	<b>2.5</b>
<b>TP7</b>	De 3000001	A 5000000	<b>2.5</b>
<b>TP8</b>	De 5000001	A 7500000	<b>2.5</b>
<b>TP9</b>	De 7500001	A 10000000	<b>2.5</b>
<b>TP10</b>	De 10000001	A 12500000	<b>2.5</b>
<b>TP11</b>	De 12500001	A 15000000	<b>2.5</b>
<b>TP12</b>	De 15000001	A 20000000	<b>3.0</b>
<b>TP13</b>	De 20000001	A 25000000	<b>3.0</b>
<b>TP14</b>	De 25000001	A 30000000	<b>3.0</b>

El índice de serviciabilidad final Pt para el tipo de tráfico es: **2.5**

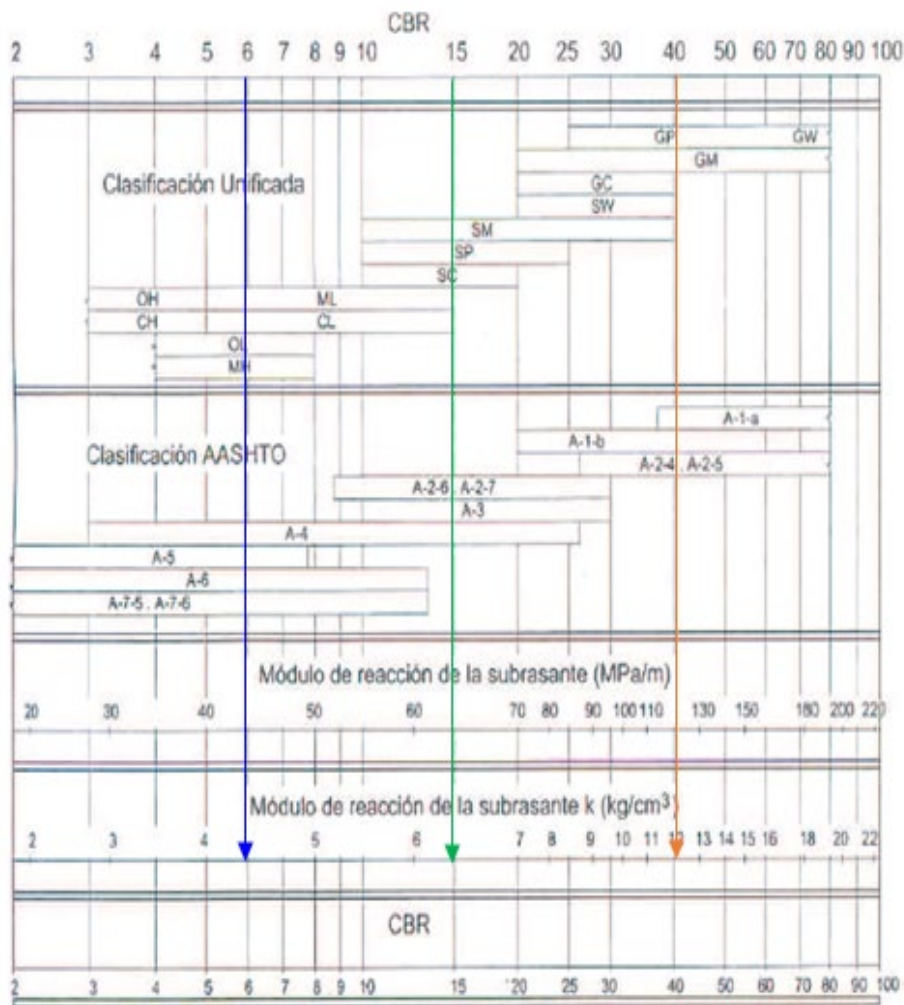
## **PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

### **MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (k)**

Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte californiana (CBR) o las pruebas de valores R.

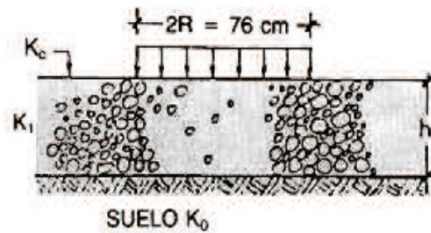
Figura 14.1  
Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos  
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements, Skokie, PCA 1971

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K<sub>1</sub> (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- K<sub>C</sub> (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción combinado
- K<sub>0</sub> (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular



RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO (CBR MÍN)
<15000000	MTC E 132	40.00%
>15000000	MTC E 132	60.00%

DESCRIPC	COEF.	MÓDULO CBR (95%)	k (kg/cm <sup>3</sup> )	k (MPa)
COEF. COMB.	KC	80.00%	6.4	64
COEF. SUBRAANTE	K0	6.00%	4.3	43
COEF. SUB-BASE	K1	40.00%	12	120

### CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA SUBRASANTE (h)

H	KC (Nominal)	KC (Calculado)
30 cm	6.4 kg/cm <sup>3</sup>	6.4 kg/cm <sup>3</sup>

### MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

Estimación a través de la resistencia a la compresión del concreto

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOCOMPRESIÓN (MR)	RESISTENCIA MÍN. EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f'c)
<5000000	40 kg/cm2	280 kg/cm2
DE 5000000 A 15000000	42 kg/cm2	300 kg/cm2
>15000000	45 kg/cm2	350 kg/cm2

De acuerdo al número de ejes equivalentes, la resistencia del concreto será:  
**280 kg/cm2**

$$M_R = a(f'_c)^{0.5}, \quad 1.99 < a < 3.18$$

$$M_R = \frac{53.2 \text{ kg/cm}^2}{5.22 \text{ MPa}}$$

### MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec)

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

$$f'_c = \frac{280 \text{ kg/cm}^2}{3974 \text{ psi}}$$

$$E_c = 57000(f'_c)^{0.5} = \frac{3593261 \text{ psi}}{24775 \text{ MPa}}$$

## MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto.

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANUAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES
		2.7	3.8-4.4	2.8

## COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)

El proceso mediante el cual el agua de infiltración superficial o agua de filtración subterránea es removida de los suelos y rocas por medios naturales o artificiales, se llama drenaje. El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de pavimentos.

Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
CALIFICACIÓN					
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

$$C_d = 1.0$$



## CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

ESPEJOR	$G_t$	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO	Solrer	
177.00 mm	-0.222	6.661	6.672	1.66	Correcto!!

## PASADORES O DOWELLS

Es necesaria para pavimentos con un Número de Repeticiones de EE mayores a 4 millones en el periodo de diseño.

ESPEJOR DE LOSA (mm)		DIÁMETRO		LONGITUD DE PASADOR (mm)	SEPARACIÓN DE PASADOR (mm)
		(mm)	(in)		
De 150	A 200	25	1"	410	300
De 200	A 300	32	1 1/4"	460	300
De 300	A 430	38	1 1/2"	510	380

Los pasadores o dowells serán de 25 mm de diámetro, tendrán una longitud de 410 mm y tendrán una separación de 300 mm.

## BARRAS DE AMARRE

Son aceros corrugados colocados en la parte central de la junta longitudinal con el propósito de anclar carriles adyacentes

TAMAÑO DE VARILLA
-------------------

<b>ESPESOR DE LOSA (mm)</b>	<b>DIÁMETRO (cm)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>SEPARACIÓN (cm)</b>
De 150	1.27	66	76
De 160	1.27	69	76
De 170	1.27	70	76
De 180	1.27	71	76
De 190	1.27	74	76
De 200	1.27	76	76
De 210	1.27	78	76
De 220	1.27	79	76
De 230	1.59	76	91
De 240	1.59	79	91
De 250	1.59	81	91
De 260	1.59	82	91
De 270	1.59	84	91
De 280	1.59	86	91
De 290	1.59	89	91
De 300	1.59	91	91

Las barras de amarre serán de 1.27 cm de diámetro, tendrán una longitud de 71 cm y tendrán una separación de 76 cm.

# **Anexo N°09**

## **(Método BPA)**

## MÉTODO BPA

Para el diseño por el método BPA, se tuvo que considerar algunos criterios específicos, debido a que el pavimento destinado para el diseño por este método involucra un soporte de carga mayor a las 14 ton, por lo que se tomó en consideración los siguientes criterios.

### Cálculo de diseño

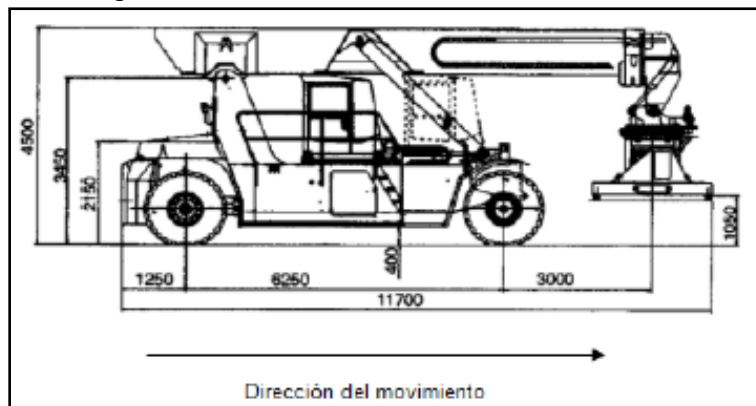
Para el presente estudio se tomó una consideración de carga de acuerdo a los vehículos más desfavorables entre los cuales tenemos al tipo Reach Staker11-0199.

Figura 01: Reach Stacker



Fuente: Elaboración propia

Figura 02: Dimensiones del Reach Stacker



Fuente: Elaboración propia

Para el Cáculo de la carga frontal y trasera W1 y W2 se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Ec. (6)} \quad W_1 = F_d \cdot \frac{A_1 \cdot W_c + B_1}{2}$$

$$\text{Ec. (7)} \quad W_2 = F_d \cdot \frac{A_2 \cdot W_c + B_2}{2}$$

$$\text{Ec. (8)} \quad A_1 = \frac{-X_2}{X_1 - X_2}$$

$$\text{Ec. (9)} \quad A_2 = \frac{-X_1}{X_1 - X_2}$$

$$\text{Ec. (10)} \quad B_1 = \frac{W_T \cdot (X_T - X_2)}{X_1 - X_2}$$

$$\text{Ec. (11)} \quad B_2 = \frac{W_T \cdot (X_T - X_1)}{X_2 - X_1}$$

Para determinar la ecuación (6), respecto a la carga ejercida en el eje frontal y trasero, se va a determinar A1 y A2, relacionado con las distancias como se puede apreciar en la Figura 02.

Datos:

$$w_1 = 25 \text{ ton}$$

$$w_2 = 26 \text{ ton}$$

$$w_c = 51 \text{ ton}$$

$$M = 4$$

$$A_1 = \frac{-9250}{3000 - 9250} = 1.48$$

$$A_2 = \frac{-3000}{9250 - 3000} = -0.48$$

$$B_1 = \frac{51(6125 - 9250)}{3000 - 9250} = 25.5$$

$$B_2 = \frac{51(9250 - 3000)}{9250 - 3000} = 51$$

Ahora, determinamos el peso de la carga frontal y trasera adicionando los factores dinámicos mostrados en la Tabla 01.

Tabla 01: Factores dinámicos

Condición	Tipo de equipo	$f_d$
Frenado	Reach Stacker	±30%
	Straddle Carrier	±50%
	Side Lift Truck	±20 %
	Tractor and Trailer	±10 %
Esquinas	Reach Stacker	±40%
	Straddle Carrier	±60%
	Side Lift Truck	±30 %
	Tractor and Trailer	±30 %
Aceleración	Reach Stacker	±10%
	Straddle Carrier	±10%
	Side Lift Truck	±10 %
	Tractor and Trailer	±10 %
Superficies desniveladas (efecto olas)	Reach Stacker	±20%
	Straddle Carrier	±20%
	Side Lift Truck	±20 %
	Tractor and Trailer	±20 %

Fuente: Elaboración propia

Además, para el factor de proximidad de las ruedas como podemos observar en la Figura 02 se tiene una distancia de eje a eje de 6250 mm, por lo que buscamos el valor más aproximado, en nuestro caso como el factor de proximidad se encuentra fuera del rango escogemos el valor de 1.00.

Figura 02: Factor de proximidad

Espaciamiento entre ruedas (mm)	Factor de proximidad para la profundidad efectiva para la base de:		
	1016 mm	2032 mm	3048 mm
300	1,82	1,95	1,98
600	1,47	1,82	1,91
910	1,19	1,65	1,82
1220	1,02	1,47	1,71
1830	1,00	1,19	1,47
2440	1,00	1,02	1,27
3660	1,00	1,00	1,02
4875	1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

### CÁLCULO DE ESPESOR PARA BASE H10

Carga adicional del contenedor en los ejes delanteros según ecuación (6).

$$W_1 = 1.7 \left( \frac{1.48 \times 24 + 25.5}{4} \right) = 25.93 \text{ ton}$$

Carga adicional del contenedor en los ejes traseros según ecuación (7).

$$W_2 = 0.7 \left( \frac{-0.48 \times 24 + 51}{2} \right) = 13.82 \text{ ton}$$

Además, la carga final será:

$$W_1 = 25 + 25.93 = 50.93 \text{ ton}$$

$$W_2 = 26 + 13.82 = 39.82 \text{ ton}$$

Donde se consideró los factores dinámicos de:

Frenado del 30%

Viraje 40%

Aceleración del 10%

De acuerdo a nuestro ensayo de CBR fue de 16.49%.

$$\text{Profundidad efectiva} = 300 \cdot \sqrt[3]{\frac{35000}{\text{CBR} \cdot 10}}$$

$$\text{Profundidad efectiva} = 300x \sqrt[3]{\frac{35000}{16.49\%}}$$

$$\text{Profundidad efectiva} = 1789\text{mm}$$

### Tiempo de vida útil del proyecto

$$4 \text{ stacker}x12 \text{ contenedores}x2(\text{ida y vuelta})x3 \text{ turnos}x365x20 \text{ años} = 2102400$$

### Espesores y coronamiento para la sub-base

%CBR de Subrasante	Espesor de coronación (mm)	Espesor de sub-base (mm)
1	600	150
2	350	150
3	250	150
5 – 7	No requiere	225
10 – 30	No requiere	150

### Espesor de base H10 solo para frenado (se considera un fd del 30%)

$$\text{Rueda delantera: } 25.93x1.3 = 33.701$$

$$\text{Rueda trasera: } 13.82x(1-0.3) = 9.67$$

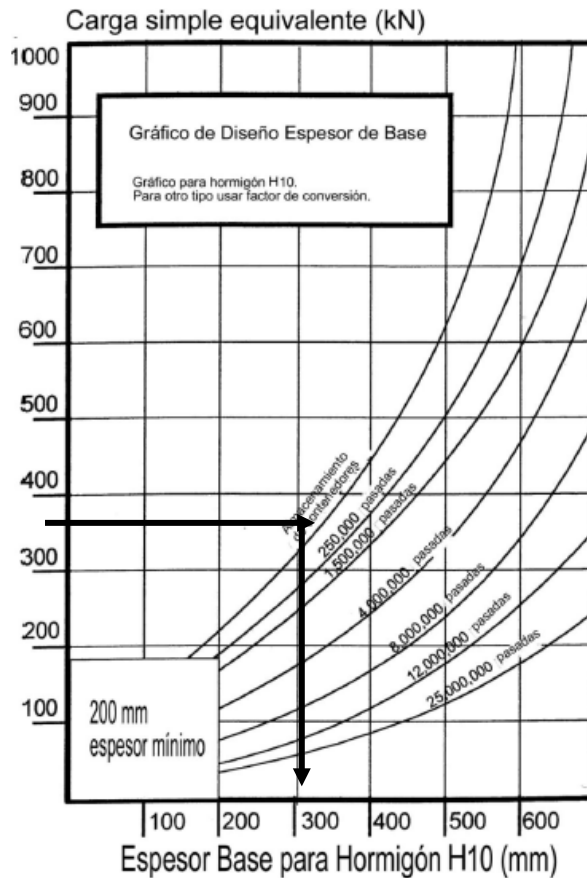
### Para el cálculo del efecto del deterioro

Rueda delantera equivalente a la carga máxima: 33.70 ton

$$\text{Rueda trasera: } \left(\frac{9.67}{33.70}\right)^{3.75} = 0.0092 \text{ ton ----- pasadas criticas}$$

Esto quiere decir que el pavimento se necesita una equivalente de  $(1+0.0092) = 1.0092$  respecto a una carga 33.70 ton de 330.49 KN/m<sup>2</sup> a las repeticiones de cargas con un periodo de diseño de 20 años  $1.0092x2000000=2018400$ , además Esto quiere decir que para la sub-base tendríamos un espesor de 350 mm en lo que respecta H10.





### Espesor de base H10 para frenado + aceleración

Para ambos casos se toma como consideración:

Para la aceleración se toma el 10% del factor dinámico

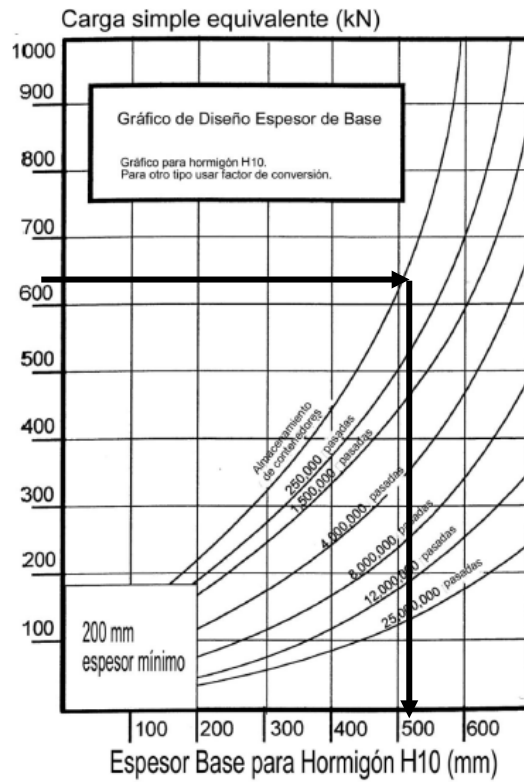
Para el efecto de frenado se toma el 30%

Rueda delantera:  $25.93 \times 1.3 + 25.93 \times 1.1 = 62.23$  ton

Rueda trasera:  $25.83 \times (1 - 0.3) + 25.83 \times (1 - 0.1) = 40.74$  ton

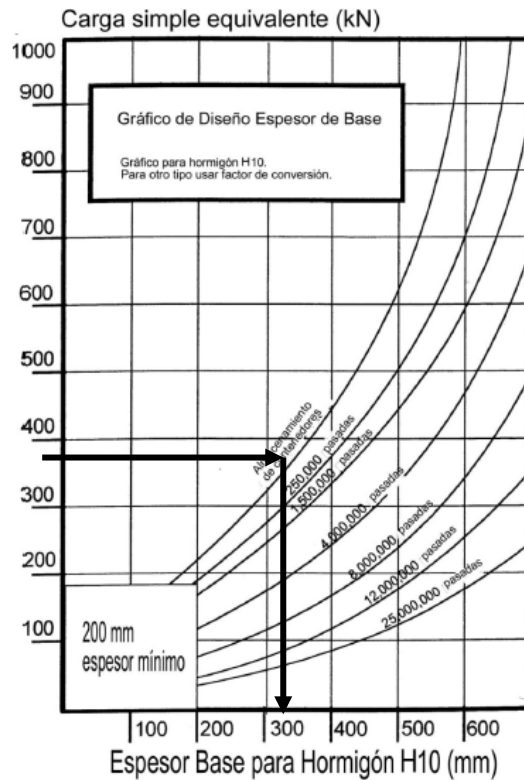
### Para el cálculo del efecto del deterioro

La equivalente es de  $(1 + 0.0092) = 1.0204$  respecto a una carga 62.23 ton que equivale a 610.28 KN/m<sup>2</sup> a las repeticiones de cargas con un periodo de diseño de 20 años  $1.0092 \times 2000000 = 2018400$ , además se tiene un espesor es de 550 mm.



### Espesor de base H10 para transito libre

Respecto a la carga 33.70 ton que equivale a 330.49 KN/m<sup>2</sup> a las repeticiones de cargas con un periodo de diseño de 20 años  $1.0092 \times 1000000 = 1009200$ , además se tiene un espesor es de 350mm.



**Espesor de base H10 para contenedores.**

Para este caso se consideró 4 contenedores para lo que respecta el acopio del pavimento portuario de Chimbote como se puede apreciar en la tabla 03, donde el número de contenedores está relacionado a la altura que es de 2 es igual a 291 kN.

Tabla 03: Cargas de contenedores

Altura de almacenamiento	Factor de reducción de peso	Cargas de pavimentos para cada distribución (kN)		
		Aislado	Filas*	Bloques**
1	0	81	162	323
2	10%	146	291	582
3	20%	194	388	776
4	30%	226	453	906
5	40%	243	485	970
6	40%	291	582	1164
7	40%	340	679	1358
8	40%	388	776	1552

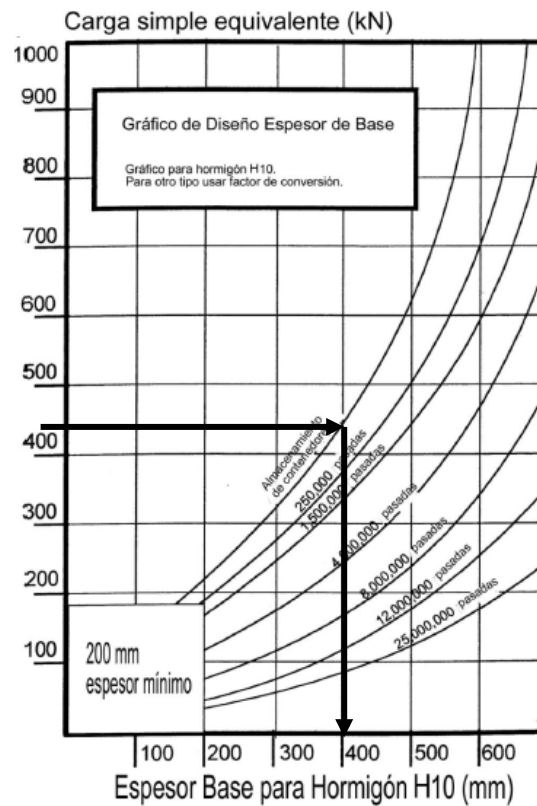
Fuente: Elaboración propia

Debido a que se tuvo un CBR mayor al 10% no se consideró espesor de coronación como se puede mostrar en la Tabla 04.

Tabla 04: Criterio de espesores

%CBR de Subrasante	Espesor de coronación (mm)	Espesor de sub-base (mm)
1	600	150
2	350	150
3	250	150
5 – 7	No requiere	225
10 – 30	No requiere	150

Fuente: Elaboración propia



Para este se obtuvo un espesor de 450mm de acuerdo a grafica

## Resultados de diseño

<b>Condición</b>	<b>Capa de arena</b>	<b>Base tratada H10</b>	<b>Sub base</b>	<b>Coronación</b>	<b>Subrasante (CBR)</b>
Frenado	30mm	350mm	150mm	No requiere	16.49%
Frenado+ Aceleración	30mm	550mm	150mm	No requiere	16.49%
Transito Libre	30mm	450mm	150mm	No requiere	16.49%
Almacenamiento de contenedores	30mm	450mm	150mm	No requiere	16.49%

# **Anexo N°10**

## **(Presupuesto)**

## Presupuesto

Presupuesto	<b>0203001</b>	<b>"Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"</b>		
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>		
Cliente	<b>Municipalidad provincial del santa</b>		Costo al	<b>27/06/2021</b>
Lugar	<b>ANCASH - SANTA - SANTA</b>			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROMCIONALES</b>				<b>13,248.01</b>
01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x7.20	und	1.00	648.01	648.01
01.02	OFICINAS Y ALMACENES	mes	7.00	1,800.00	12,600.00
02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>47,071.97</b>
02.01	MOVLIZACION Y DESMOVLIZACION DE MAQUINARIAS	gtb	1.00	18,850.91	18,850.91
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	km	14,853.19	1.42	21,091.53
02.03	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	14,853.19	0.48	7,129.53
03	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>17,626.64</b>
03.01	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	und	1.00	4,500.00	4,500.00
03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	1.00	11,211.59	11,211.59
03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	und	1.00	1,915.05	1,915.05
04	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>1,527,797.20</b>
04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>289,884.09</b>
04.01.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE	m3	6,592.47	5.75	37,906.70
04.01.02	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	10.99	16.95	186.28
04.01.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	10,307.86	3.15	32,469.76
04.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7,897.78	27.77	219,321.35
04.02	<b>BASE GRANULAR E=0.20M</b>				<b>148,020.87</b>
04.02.01	CONFORMACION Y COMPACTACIO DE BASE GRANULAR	m2	10,307.86	14.36	148,020.87
04.03	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>1,089,892.24</b>
04.03.01	CONCRETO fc=210 EN PAVIMENTO RIGIDO	m3	2,061.77	474.07	977,423.30
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	m2	1,150.34	48.19	55,434.88
04.03.03	JUNTAS ASFALTICAS	m	4,687.88	3.17	14,860.58
04.03.04	ACERO LISO PARA PASADORES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	kg	7,172.36	5.88	42,173.48
05	<b>VEREDAS DE CONCRETO</b>				<b>261,862.40</b>
05.01	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>261,862.40</b>
05.01.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE PARA VEREDAS	m2	3,593.36	2.13	7,653.86
05.01.02	CONFORMACION Y COMPACTACIO DE BASE GRANULAR	m2	3,593.36	14.36	51,600.65
05.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	500.10	48.19	24,099.82
05.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MARTILLO	m2	144.25	48.19	6,951.41
05.01.05	CONCRETO fc=175 kg/cm2 EN VEREDAS	m3	299.65	444.85	133,299.30
05.01.06	CONCRETO fc=175 kg/cm2 EN MARTILLOS	m3	59.69	455.02	27,160.14
05.01.07	CURADO DE CONCRETO EN VEREDAS Y MARTILLOS	m2	3,593.36	0.53	1,904.48
05.01.08	BRUÑAS DE 1 X 1 cm	m	3,113.84	2.60	8,095.98
05.01.09	JUNTAS ASFALTICAS	m	345.98	3.17	1,096.76
06	<b>RAMPAS</b>				<b>37,760.16</b>
06.01	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>37,760.16</b>
06.01.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE EN RAMPAS	m2	386.40	2.13	823.03
06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE RAMPAS	m2	386.40	48.19	18,620.62
06.01.03	CONCRETO fc=175 kg/cm2 EN RAMPAS	m3	38.40	457.27	17,559.17
06.01.04	CURADO DE CONCRETO EN RAMPAS	m2	386.40	1.96	757.34
07	<b>SARDINELES</b>				<b>110,876.48</b>
07.01	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>110,876.48</b>
07.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SARDINALES	m2	1,872.55	48.19	90,238.18
07.01.02	CURADO DE CONCRETO DE SARDINEL PERALTADO	m2	280.88	7.61	2,137.50
07.01.03	ACABADO EN SARDINEL PERALTADO	m2	1,872.55	4.90	9,175.50
07.01.04	JUNTAS ASFALTICAS PARA SARDINELES DE 1"	m	1,872.55	4.98	9,325.30
08	<b>VARIOS</b>				<b>40,465.92</b>
08.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m2	800.00	26.29	21,032.00
08.02	NIVELACION DE BUZONES	und	30.00	147.74	4,432.20
08.03	LIMPIEZA DURANTE LA OBRA	sem	14,853.19	1.01	15,001.72
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2,056,708.78</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>				<b>205,670.88</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>				<b>205,670.88</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>2,468,050.54</b>
	<b>IGV</b>				<b>444,249.10</b>

Fecha : 29/06/2021 16:31:59

# **Anexo N°11**

## **(Costos Unitarios)**



### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto 0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 27/06/2021

Partida 01.01 CARTEL DE OBRA 3.60x7.20

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo afectado por el metrado (1.00) 648.01

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	19.30	154.40
0101010005	PEON	hh	3.0000	24.0000	14.40	345.60
<b>500.00</b>						
<b>Materiales</b>						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.0000	4.24	4.24
0207030001	HORMIGON	m3		0.5000	105.93	52.97
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.5000	22.80	34.20
0231000002	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO	p2		6.2200	5.08	31.60
<b>123.01</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	500.00	25.00
<b>25.00</b>						

Partida 01.02 OFICINAS Y ALMACENES

Rendimiento mes/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo afectado por el metrado (7.00) 12,600.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>						
0201060002	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA	mes		7.0000	1,800.00	12,600.00
<b>12,600.00</b>						

Partida 02.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo afectado por el metrado (1.00) 18,850.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>						
02902400010028	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb		1.0000	18,850.91	18,850.91
<b>18,850.91</b>						

Partida 02.02 TRAZO Y REPLANTEO

Rendimiento km/DIA MO. 1,000.0000 EQ. 1,000.0000 Costo afectado por el metrado (14,853.19) 20,986.71

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	118.8255	16.01	1,902.40
0101010005	PEON	hh	3.0000	356.4766	14.40	5,133.26
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	118.8255	19.30	2,293.33
<b>9,328.99</b>						
<b>Materiales</b>						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		742.6595	12.71	9,439.20
0231000002	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO	p2		148.5319	5.08	754.54
0292010001	CORDEL	m		2,227.9785	0.25	556.99
<b>10,750.73</b>						
<b>Equipos</b>						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	14.8532	12.71	188.78
0301000009	ESTACION TOTAL	día	1.0000	14.8532	16.95	251.76
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	9,328.99	466.45
<b>906.99</b>						

Fecha : 29/06/2021 16:41:49

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto	0203001	"Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"					
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO RIGIDO					Fecha presupuesto 27/06/2021
Partida	02.03	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo afectado por el metrado (14,853.19)		7,186.57	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	475.3021	14.40	6,844.35	
						<b>6,844.35</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6,844.35	342.22	
						<b>342.22</b>	
Partida	03.01	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo afectado por el metrado (1.00)		4,500.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Materiales</b>						
0201010022	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb		1.0000	4,500.00	4,500.00	
						<b>4,500.00</b>	
Partida	03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo afectado por el metrado (1.00)		11,211.59	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Materiales</b>						
0222030005	ANTEOJOS	und		15.0000	8.47	127.05	
0222030006	ZAPATOS DE SEGURIDAD	par		50.0000	190.68	9,534.00	
02670100010009	CASCO DE SEGURIDAD	und		50.0000	19.49	974.50	
02670400070001	RESPIRADOR DESCARTABLE CONTRA POLVO	cja		2.0000	76.27	152.54	
0267050001	GUANTES DE CUERO	par		50.0000	8.47	423.50	
						<b>11,211.59</b>	
Partida	03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo afectado por el metrado (1.00)		1,915.05	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	5.0000	40.0000	14.40	576.00	
						<b>576.00</b>	
	<b>Materiales</b>						
0241050002	CINTA SEÑALIZADORA	rl		5.0000	27.12	135.60	
0267110013	CONOS REFLECTANTES	und		5.0000	16.95	84.75	
0267110022	TRANQUERAS DE MADERAS	und		12.0000	67.80	813.60	
02901700010017	LETRERO DE DESVIO	pza		6.0000	50.85	305.10	
						<b>1,339.05</b>	
Partida	04.01.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo afectado por el metrado (6,592.47)		37,885.28	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	117.3460	19.30	2,264.78	
0101010005	PEON	hh	1.0000	117.3460	14.40	1,689.78	
						<b>3,954.56</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3,954.56	118.64	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	117.3460	288.14	33,812.08	
						<b>33,930.72</b>	

Fecha : 29/06/2021 16:41:49

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto 0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 27/06/2021

Partida 04.01.02 RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO

Rendimiento m3/DIA MO. 7.0000 EQ. 7.0000 Costo afectado por el metrado (10,99) 186.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	12.5605	14.40	180.87
						<b>180.87</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	180.87	5.43
						<b>5.43</b>

Partida 04.01.03 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 1,200.0000 EQ. 1,200.0000 Costo afectado por el metrado (10,307.86) 32,389.69

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	69.0627	19.30	1,332.91
0101010005	PEON	hh	4.0000	275.2199	14.40	3,963.17
						<b>5,296.08</b>
<b>Materiales</b>						
0290130021	AGUA	und		309.2358	2.50	773.09
						<b>773.09</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5,296.08	158.88
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	69.0627	150.00	10,359.41
03011900020003	RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP10-12	tonhm	1.0000	69.0627	16.95	1,170.61
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	69.0627	211.86	14,631.62
						<b>26,320.52</b>

Partida 04.01.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento m3/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000 Costo afectado por el metrado (7,897.78) 219,399.38

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1,052.7741	19.30	20,318.54
0101010005	PEON	hh	2.0000	1,052.7741	14.40	15,159.95
						<b>35,478.49</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35,478.49	1,064.35
0301010043	VOLQUETE CAP=1500MP	hh	1.0000	526.7819	220.00	115,892.02
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	526.7819	127.12	66,964.52
						<b>183,920.89</b>

Partida 04.02.01 CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento m2/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo afectado por el metrado (10,307.86) 147,982.94

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	412.3144	19.30	7,957.67
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	412.3144	16.01	6,601.15
0101010005	PEON	hh	1.0000	412.3144	14.40	5,937.33
						<b>20,496.15</b>
<b>Materiales</b>						
0207040002	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE	m3		1,546.1790	76.27	117,927.07
0290130021	AGUA	und		618.4716	2.50	1,546.18
						<b>119,473.25</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	20,496.15	1,024.81
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4HP	hm	1.0000	412.3144	16.95	6,988.73
						<b>8,013.54</b>

Fecha : 29/06/2021 16:41:49

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto 0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 27/06/2021

Partida 04.03.01 CONCRETO Fc=210 EN PAVIMENTO RIGIDO

Rendimiento m3/DIA MO. 14.0000 EQ. 14.0000 Costo afectado por el metrado (2,061.77) 977,402.67

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	2,356.3969	19.30	45,478.46
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	2,356.3969	16.01	37,725.91
0101010005	PEON	hh	8.0000	9,425.1754	14.40	135,722.53
<b>218,926.90</b>						
<b>Materiales</b>						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		1,752.5045	144.07	252,483.32
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		1,030.8850	12.00	12,370.62
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		19,586.8150	22.80	446,579.38
0290130021	AGUA	und		391.7363	2.50	979.34
<b>712,412.66</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	218,926.90	4,378.54
03010600020008	REGLA DE ALUMINIO	und		41.2354	42.37	1,747.14
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	1,178.0954	12.71	14,973.59
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11P3	hm	1.0000	1,178.0954	21.19	24,963.84
<b>46,063.11</b>						

Partida 04.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO

Rendimiento m2/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo afectado por el metrado (1,150.34) 55,422.17

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	575.1700	19.30	11,100.78
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	575.1700	16.01	9,208.47
0101010005	PEON	hh	1.0000	575.1700	14.40	8,282.45
<b>28,591.70</b>						
<b>Materiales</b>						
0201040003	PETROLEO	gal		46.0136	10.19	468.88
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		115.0340	4.24	487.74
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		230.0680	4.24	975.49
0225060012	ROLLIZO DE EUCALIPTO DE 6"X2.20M	und		11.5034	19.07	219.37
0231000002	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO	p2		3,681.0880	5.08	18,699.93
02902400040006	FIERRO CORRUGADO 3/4X9M PARA BARROTES	kg		1,207.8570	4.24	5,121.31
<b>25,972.72</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	28,591.70	857.75
<b>857.75</b>						

Partida 04.03.03 JUNTAS ASFALTICAS

Rendimiento m/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo afectado por el metrado (4,687.88) 14,828.21

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	75.0061	16.01	1,200.85
0101010005	PEON	hh	2.0000	300.0243	14.40	4,320.35
<b>5,521.20</b>						
<b>Materiales</b>						
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		609.4244	15.00	9,141.37
<b>9,141.37</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5,521.20	165.64
<b>165.64</b>						

Fecha : 29/06/2021 16:41:49

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto	0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"						
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO RIGIDO						Fecha presupuesto 27/06/2021
Partida	04.03.04 ACERO LISO PARA PASADORES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo afectado por el metrado (7,172.36)			<b>42,166.43</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	229.5155	19.30	4,429.65	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	229.5155	16.01	3,674.54	
<b>8,104.19</b>							
<b>Materiales</b>							
02050700020024	TUBERIA PVC SAP C-5 D=3/4" (PARA CONEXIONES Y LOSAS)	m		1,434.4720	1.74	2,495.98	
02902400040007	FIERRO LISO 5/8"	kg		7,387.5308	4.24	31,323.13	
<b>33,819.11</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8,104.19	243.13	
<b>243.13</b>							
Partida	05.01.01 PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE PARA VEREDAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo afectado por el metrado (3,593.36)			<b>7,649.75</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.2500	47.7917	19.30	922.38	
0101010005	PEON	hh	1.0000	191.5261	14.40	2,757.98	
<b>3,680.36</b>							
<b>Materiales</b>							
0290130021	AGUA	und		215.6016	2.50	539.00	
<b>539.00</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3,680.36	184.02	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4HP	hm	1.0000	191.5261	16.95	3,246.37	
<b>3,430.39</b>							
Partida	05.01.02 CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo afectado por el metrado (3,593.36)			<b>51,587.43</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	143.7344	19.30	2,774.07	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	143.7344	16.01	2,301.19	
0101010005	PEON	hh	1.0000	143.7344	14.40	2,069.78	
<b>7,145.04</b>							
<b>Materiales</b>							
0207040002	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE	m3		539.0040	76.27	41,109.84	
0290130021	AGUA	und		215.6016	2.50	539.00	
<b>41,648.84</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7,145.04	357.25	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4HP	hm	1.0000	143.7344	16.95	2,436.30	
<b>2,793.55</b>							

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto **0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"**

Subpresupuesto **001 PAVIMENTO RIGIDO** Fecha presupuesto **27/06/2021**

Partida **05.01.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **16.0000** EQ. **16.0000** Costo afectado por el metrado (500.10) **24,094.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	250.0500	19.30	4,825.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	250.0500	16.01	4,003.30
0101010005	PEON	hh	1.0000	250.0500	14.40	3,600.72
<b>12,429.99</b>						
<b>Materiales</b>						
0201040003	PETROLEO	gal		20.0040	10.19	203.84
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		50.0100	4.24	212.04
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		100.0200	4.24	424.08
0225060012	ROLLIZO DE EUCALIPTO DE 6"X2.20M	und		5.0010	19.07	95.37
0231000002	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO	p2		1,600.3200	5.08	8,129.63
02902400040006	FIERRO CORRUGADO 3/4X9M PARA BARROTES	kg		525.1050	4.24	2,226.45
<b>11,291.41</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12,429.99	372.90
<b>372.90</b>						

Partida **05.01.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MARTILLO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **16.0000** EQ. **16.0000** Costo afectado por el metrado (144.25) **6,949.81**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	72.1250	19.30	1,392.01
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	72.1250	16.01	1,154.72
0101010005	PEON	hh	1.0000	72.1250	14.40	1,038.60
<b>3,585.33</b>						
<b>Materiales</b>						
0201040003	PETROLEO	gal		5.7700	10.19	58.80
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		14.4250	4.24	61.16
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		28.8500	4.24	122.32
0225060012	ROLLIZO DE EUCALIPTO DE 6"X2.20M	und		1.4425	19.07	27.51
0231000002	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO	p2		461.6000	5.08	2,344.93
02902400040006	FIERRO CORRUGADO 3/4X9M PARA BARROTES	kg		151.4625	4.24	642.20
<b>3,256.92</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3,585.33	107.56
<b>107.56</b>						

Partida **05.01.05 CONCRETO f'c=175 kg/cm2 EN VEREDAS**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **18.0000** EQ. **18.0000** Costo afectado por el metrado (299.65) **133,296.05**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	266.3589	19.30	5,140.73
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	266.3589	16.01	4,264.41
0101010005	PEON	hh	8.0000	1,065.4355	14.40	15,342.27
<b>24,747.41</b>						
<b>Materiales</b>						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		254.7025	144.07	36,694.99
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		149.8250	12.00	1,797.90
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2,846.6750	22.80	64,904.19
0290130021	AGUA	und		56.9335	2.50	142.33
<b>103,539.41</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	24,747.41	494.95
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	133.1645	12.71	1,692.52
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11P3	hm	1.0000	133.1645	21.19	2,821.76
<b>5,009.23</b>						

Fecha : **29/06/2021 16:41:49**

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto 0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO RIGIDO

Fecha presupuesto 27/06/2021

Partida 05.01.06 CONCRETO f'c=175 kg/cm2 EN MARTILLOS

Rendimiento m3/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo afectado por el metrado (59.69) 27,159.20

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	59.6900	19.30	1,152.02
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	59.6900	16.01	955.64
0101010005	PEON	hh	8.0000	238.7600	14.40	3,438.14
						<b>5,545.80</b>
<b>Materiales</b>						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		50.7365	144.07	7,309.61
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		29.8450	12.00	358.14
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		567.0550	22.80	12,928.85
0290130021	AGUA	und		11.3411	2.50	28.35
						<b>20,624.95</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5,545.80	166.37
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	0.5000	14.9225	12.71	189.66
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11P3	hm	1.0000	29.8450	21.19	632.42
						<b>988.45</b>

Partida 05.01.07 CURADO DE CONCRETO EN VEREDAS Y MARTILLOS

Rendimiento m2/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo afectado por el metrado (3,593.36) 1,918.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	114.9875	14.40	1,655.82
						<b>1,655.82</b>
<b>Materiales</b>						
0290130021	AGUA	und		71.8672	2.50	179.67
						<b>179.67</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1,655.82	82.79
						<b>82.79</b>

Partida 05.01.08 BRUÑAS DE 1 X 1 cm

Rendimiento m/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo afectado por el metrado (3,113.84) 8,118.71

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	249.1072	19.30	4,807.77
0101010005	PEON	hh	0.5000	124.5536	14.40	1,793.57
						<b>6,601.34</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6,601.34	198.04
03010600020008	REGLA DE ALUMINIO	und		31.1384	42.37	1,319.33
						<b>1,517.37</b>

Partida 05.01.09 JUNTAS ASFALTICAS

Rendimiento m/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo afectado por el metrado (345.98) 1,094.36

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	5.5357	16.01	88.63
0101010005	PEON	hh	2.0000	22.1427	14.40	318.85
						<b>407.48</b>
<b>Materiales</b>						
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		44.9774	15.00	674.66
						<b>674.66</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	407.48	12.22
						<b>12.22</b>

Fecha : 29/06/2021 16:41:49

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto 0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 27/06/2021

Partida 06.01.01 PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE EN RAMPAS

Rendimiento m2/DIA MO. 150.0000 EQ. 150.0000 Costo afectado por el metrado (386.40) 822.59

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.2500	5.1391	19.30	99.18
0101010005	PEON	hh	1.0000	20.5951	14.40	296.57
<b>395.75</b>						
<b>Materiales</b>						
0290130021	AGUA	und		23.1840	2.50	57.96
<b>57.96</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	395.75	19.79
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4HP	hm	1.0000	20.5951	16.95	349.09
<b>368.88</b>						

Partida 06.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE RAMPAS

Rendimiento m2/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo afectado por el metrado (386.40) 18,616.35

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	193.2000	19.30	3,728.76
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	193.2000	16.01	3,093.13
0101010005	PEON	hh	1.0000	193.2000	14.40	2,782.08
<b>9,603.97</b>						
<b>Materiales</b>						
0201040003	PETROLEO	gal		15.4560	10.19	157.50
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		38.6400	4.24	163.83
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		77.2800	4.24	327.67
0225060012	ROLLIZO DE EUCALIPTO DE 6"X2.20M	und		3.8640	19.07	73.69
0231000002	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO	p2		1,236.4800	5.08	6,281.32
02902400040006	FIERRO CORRUGADO 3/4X9M PARA BARROTES	kg		405.7200	4.24	1,720.25
<b>8,724.26</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9,603.97	288.12
<b>288.12</b>						

Partida 06.01.03 CONCRETO f'c=175 kg/cm2 EN RAMPAS

Rendimiento m3/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo afectado por el metrado (38.40) 17,558.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	38.4000	19.30	741.12
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	38.4000	16.01	614.78
0101010005	PEON	hh	8.0000	153.6000	14.40	2,211.84
<b>3,567.74</b>						
<b>Materiales</b>						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 12"	m3		32.6400	144.07	4,702.44
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		19.2000	12.00	230.40
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		364.8000	22.80	8,317.44
0290130021	AGUA	und		7.2960	2.50	18.24
<b>13,268.52</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	3,567.74	71.35
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	19.2000	12.71	244.03
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11P3	hm	1.0000	19.2000	21.19	406.85
<b>722.23</b>						

Fecha : 29/06/2021 16:41:49



### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto 0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 27/06/2021

Partida	06.01.04		CURADO DE CONCRETO EN RAMPAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo afectado por el metrado (386.40)			758.82	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	12.3648	14.40	178.05	178.05	
	<b>Materiales</b>							
02901700010001	AGENDAS	mll		7.7280	74.00	571.87	571.87	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	178.05	8.90	8.90	
Partida	07.01.01		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA SARDINALES					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo afectado por el metrado (1,872.55)			90,217.49	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	936.2750	19.30	18,070.11		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	936.2750	16.01	14,989.76		
0101010005	PEON	hh	1.0000	936.2750	14.40	13,482.36	46,542.23	
	<b>Materiales</b>							
0201040003	PETROLEO	gal		74.9020	10.19	763.25		
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		187.2550	4.24	793.96		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		374.5100	4.24	1,587.92		
0225060012	ROLLIZO DE EUCALIPTO DE 6"X2.20M	und		18.7255	19.07	357.10		
0231000002	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO	p2		5,992.1600	5.08	30,440.17		
02902400040006	FIERRO CORRUGADO 3/4X9M PARA BARROTES	kg		1,966.1775	4.24	8,336.59	42,278.99	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	46,542.23	1,396.27	1,396.27	
Partida	07.01.02		CURADO DE CONCRETO DE SARDINEL PERALTADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo afectado por el metrado (280.88)			2,137.50	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	140.4400	14.40	2,022.34	2,022.34	
	<b>Materiales</b>							
0290130021	AGUA	und		5.6176	2.50	14.04	14.04	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2,022.34	101.12	101.12	

Fecha : 29/06/2021 16:41:49

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto 0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 27/06/2021

Partida 07.01.03 ACABADO EN SARDINEL PERALTADO

Rendimiento m2/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo afectado por el metrado (1,872.55) **9,188.60**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	149.8040	19.30	2,891.22
0101010005	PEON	hh	0.5000	74.9020	14.40	1,078.59
<b>3,969.81</b>						
<b>Materiales</b>						
02070200010001	ARENA FINA	m3		18.7255	144.07	2,697.78
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		56.1765	22.80	1,280.82
0290130021	AGUA	und		131.0785	2.50	327.70
<b>4,306.30</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3,969.81	119.09
03010600020008	REGLA DE ALUMINIO	und		18.7255	42.37	793.40
<b>912.49</b>						

Partida 07.01.04 JUNTAS ASFALTICAS PARA SARDINELES DE 1"

Rendimiento m/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo afectado por el metrado (1,872.55) **9,330.42**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	74.9020	16.01	1,199.18
0101010005	PEON	hh	2.0000	299.6080	14.40	4,314.36
<b>5,513.54</b>						
<b>Materiales</b>						
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		243.4315	15.00	3,651.47
<b>3,651.47</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5,513.54	165.41
<b>165.41</b>						

Partida 08.01 ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS

Rendimiento m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000 Costo afectado por el metrado (800.00) **21,031.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	53.3600	16.01	854.29
0101010005	PEON	hh	2.0000	106.6400	14.40	1,535.62
<b>2,389.91</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2,389.91	119.50
0301010043	VOLQUETE CAP=1500MP	hh	1.0000	53.3600	220.00	11,739.20
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	1.0000	53.3600	127.12	6,783.12
<b>18,641.82</b>						

### Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado

Presupuesto 0203001 "Diseño comparativo entre los métodos AASHTO y BPA para el pavimento rígido del Terminal Portuario de Chimbote - Ancash - 2021"

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 27/06/2021

Partida		08.02 NIVELACION DE BUZONES					
Rendimiento	und/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo afectado por el metrado (30.00)			4,432.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	80.0010	19.30	1,544.02	
0101010005	PEON	hh	1.0000	80.0010	14.40	1,152.01	
							<b>2,696.03</b>
<b>Materiales</b>							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		8.1000	144.07	1,166.97	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		7.5000	12.00	90.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		15.0000	22.80	342.00	
0290130021	AGUA	und		0.9000	2.50	2.25	
							<b>1,601.22</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2,696.03	134.80	
							<b>134.80</b>
Partida		08.03 LIMPIEZA DURANTE LA OBRA					
Rendimiento	sem/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000	Costo afectado por el metrado (14,853.19)			14,979.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	990.7078	14.40	14,266.19	
							<b>14,266.19</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14,266.19	713.31	
							<b>713.31</b>

# **Anexo N°12**

## **(Panel Fotográfico)**

## ESTUDIO DE SUELOS GRANULOMETRÍA



Foto N° 01: El pesado de la muestra en la balanza eléctrica



Foto N° 02: Utilización de los tamices en los agregados finos



**Foto N° 03:** Utilización de los tamices en los agregados gruesos

### LIMITE LÍQUIDO



**Foto N° 04:** Colocación de la muestra en la Copa Casa Grande



**Foto N° 05:** Colocación de la muestra en la Copa Casa Grande **PROCTOR MODIFICADO**



**Foto N° 06:** Preparación del material hacia el molde



**Foto N° 07:** Utilización del martillo hacia el molde con 25 golpes

**CBR**



**Foto N° 08:** Llevando el molde con la muestra en la herramienta del CBR.



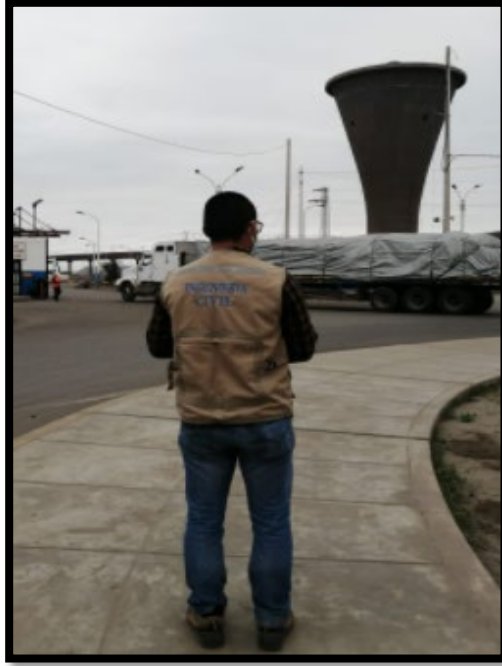


**Foto N° 09:** Colocación del molde con la muestra en la herramienta del CBR.

### **CONTEO VEHICULAR**



**Foto N° 10:** Conteo de tráfico vehicular - SUR



**Foto N° 11:** Conteo de tráfico vehicular - ESTE

**Anexo N° 13**  
**(Cuadro de Variables y**  
**Operacionalización)**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Pavimento rígido	“Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. [...]” (Bernaola, 2014, p.30).	Análisis de un pavimento rígido considerando su composición estructural, costo de ejecución y su durabilidad o periodo de servicio.	Estructura	Dimensionamiento	Razón
			Economía	Análisis de costos	Razón
				Presupuesto	Razón
Método BPA (British	“El método se basa en un modelo semi empírico, pues toma valores de tensiones admisibles utilizando el método de elementos finitos, pero también toma valores obtenidos de la experiencia del profesor Knaption	Metodología internacional para el dimensionamiento de pavimentos	Diseño	Análisis de cargas estáticas y dinámicas	Razón
				Dimensionamiento	Razón

Ports Association)	y el trabajo de AASHTO con su guía de diseño de pavimentos estructurales” (Rivas, 2011).	para zonas de uso portuario.	Economía	Análisis de costos	Razón
				Presupuesto	Razón
Método AASHTO	“El método de diseño del American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) o en español: Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte, fue desarrollado en base a pruebas en autopistas entre los años 1959 y 1960, este método se basa en la guía de diseño 1993 y es posiblemente el método que mayormente es utilizado en todo el mundo” (Piscoya y Nanfuñay, 2016).	Metodología utilizada en todo el país para el dimensionamiento de las capas de un pavimento.	Diseño	Estudio de tráfico	Razón
				Mecánica de suelos	Razón
			Economía	Análisis de costos	Razón
				Presupuesto	Razón