



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento
Reforzado con Polietilenotereftalato en la Avenida Tantamayo San
Martín de Porres, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA CIVIL

AUTOR:

Rasabal Carhuaricra, Jhazmin Alexandra (ORCID: 0000-0001-9111-9370)

ASESOR:

Msc. Paccha Rufasto, César Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación, va dedicado a mi madre y abuelos, gracias a ellos he podido salir adelante ya que se convirtieron en un gran motivo de superación, a mis tíos que siempre me han brindado sus consejos y apoyo moral y finalmente, a mis primos que, pese a todo, continuamente me alientan a seguir adelante y son mi soporte, gracias a toda mi familia pues sin ellos, nada de esto sería posible.

Agradecimiento

A Dios, por brindarme salud y vida.

A mi madre y abuelos que nunca dudaron que lo que era capaz de lograr y siempre me alentaron a salir adelante.

A mis tíos y primos por su constante motivación.

A todos los profesores con los cuales coincidí en mi vida universitaria.

A mi asesor, el Mg. Ing. Cesar Paccha, por su tiempo dedicado en la elaboración de este trabajo y las enseñanzas inculcadas.

A la Universidad César Vallejo, por brindarme las facilidades para poder retomar mis estudios.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de figuras	v
Índice de tablas.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
INTRODUCCIÓN.....	26
II. MARCO TEÓRICO	31
II. METODOLOGÍA.....	37
3.1 Tipo y Diseño de investigación.....	38
3.2 Variables y operacionalización	39
3.3 Población, muestra y muestreo	39
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.5 Procedimientos.....	43
3.6 Método de análisis de datos	68
3.7 Aspectos éticos	69
IV. RESULTADOS.....	70
V. DISCUSIÓN.....	91
VI. CONCLUSIONES.....	95
VII. RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS	99
ANEXOS	103

Índice de figuras

Figura 1. Conformación de capas de pavimento flexible	36
Figura 2. Ubicación de la población correspondiente a la avenida Tantamayo	40
Figura 3. Ubicación de la muestra delimitada entre la avenida Central y Santa María Alta.	40
Figura 4. Situación actual de la Avenida Tantamayo	43
Figura 5. Estado deficiente de la Avenida Tantamayo	43
Figura 6. Resumen de conteo vehicular	45
Figura 7. Volumen de Vehículos que transitan.....	46
Figura 8. Cálculo del IMDA	47
Figura 9. Configuración de Ejes.....	47
Figura 10. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígido	48
Figura 11. Cálculo de Ejes Equivalentes	49
Figura 12. Cálculo de Ejes Equivalentes	50
Figura 13. Número de calicatas para exploración de suelos.....	52
Figura 14. Proyección de elaboración de calicatas.	53
Figura 15. Elaboración de calicata 1	54
Figura 16. Elaboración de calicata 2.....	54
Figura 17. Transporte de material a laboratorio de suelos	55
Figura 18. Elaboración del proceso de granulometría.....	55
Figura 19. Análisis granulométrico por tamizado de calicata 01.....	56
Figura 20. Análisis granulométrico por tamizado de calicata 02.....	57
Figura 21. Contenido de Humedad calicata 1 y 2	57
Figura 22. Clasificación de suelo	57
Figura 23. Elaboración del Proctor modificado.....	58
Figura 24. Elaboración del CBR.....	59
Figura 25. Resultados de California Bearing Ratio para las calicatas 1 y 2	59
Figura 26. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico.	61
Figura 27. Coeficiente estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según el nivel de confiabilidad seleccionado y el rango de tráfico.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 28. Índice de Serviciabilidad inicial.....	64
Figura 29. Índice de Serviciabilidad final	¡Error! Marcador no definido.
Figura 30. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento	67
Figura 31. Curva Densidad Seca vs. C.B.R, calicata 1	71
Figura 32. Curva Densidad Seca vs. C.B.R, calicata 2.....	72
Figura 33. Cálculo del número estructural.....	74
Figura 34. Cálculo del número	75
Figura 35. Materiales para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente..	¡Error! Marcador no definido.
Figura 36. Dosificación para el diseño Marshall.....	76
Figura 37. Diseño de mezcla asfáltica tradicional.....	77

<i>Figura 38.</i> Diseño de mezcla asfáltica con adición de 3% de Polietileno tereftalato.....	77
<i>Figura 39.</i> Diseño de mezcla asfáltica con adición de 5% de Polietileno tereftalato.....	78
<i>Figura 40.</i> Diseño de mezcla asfáltica con adición de 7% de Polietileno tereftalato.....	80
<i>Figura 41.</i> Porcentaje de cemento asfáltico Vs. estabilidad. (Diseño natural)	81
<i>Figura 42.</i> Porcentaje de cemento asfáltico Vs. estabilidad. (3% Polietileno tereftalato) ..	81
<i>Figura 43.</i> Porcentaje de cemento asfáltico Vs. estabilidad. (5% Polietileno tereftalato) ..	81
<i>Figura 44.</i> Porcentaje de cemento asfáltico Vs. estabilidad. (7% Polietileno tereftalato) ..	82
<i>Figura 45.</i> Dimensiones de diseño	83
<i>Figura 46.</i> Análisis de rendimiento para la implementación de carpeta asfáltica tradicional.	83
<i>Figura 47.</i> Análisis de rendimiento para la implementación de mezcla asfáltica con Polietileno tereftalato al 3%	84
<i>Figura 48.</i> Análisis de precio unitario de mezcla asfáltica tradicional.....	85
<i>Figura 49.</i> Análisis de precio unitario de mezcla asfáltica con Polietileno tereftalato al 3%.	87
<i>Figura 50.</i> Presupuesto para pavimento tradicional	87
<i>Figura 51.</i> Presupuesto para pavimento con Polietileno tereftalato al 3%.....	89

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelo.....	71
Tabla 3. CBR de calicata 01	72
Tabla 4. CBR de calicata 02	73
Tabla 5. Factores para diseño de pavimento flexible	73
Tabla 6. Diferencia de costos de implementación	90

Resumen

El presente trabajo de investigación que tiene como título “Análisis Comparativo del Diseño del Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021” se ha planteado como problemática general determinar ¿De qué manera influye la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible de la avenida Tantamayo, 2021? Por tal motivo se propuso el objetivo general: Determinar de qué manera influye la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021.

En cuanto a la metodología, este trabajo abarca un tipo de investigación considerada aplicada y cuenta con un enfoque calificado como cuantitativo y con diseño experimental.

Para la investigación se realizó la selección de la muestra intencional por conveniencia, debido a que se consideró 1km de la avenida Tantamayo, en el distrito de San Martín de Porres, delimitado desde la avenida Santa María Alta hasta la avenida Central. En esta se determinó llevar a cabo un análisis comparativo del diseño del pavimento flexible y pavimento reforzado con Polietileno tereftalato. El diseño fue elaborado mediante el modelo AASHTO regido del Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la comparación mediante el método Marshall.

Palabras claves: Diseño de pavimento flexible, Polietileno tereftalato, Marshall, AASHTO.

Abstract

The present research work entitled "Comparative Analysis of the Design of Flexible Pavement and Pavement Reinforced with Polyethylene Terephthalate in Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021" has been raised as a general problem to determine how does the incorporation of Polyethylene Terephthalate influence the design of the flexible pavement of Tantamayo avenue, 2021? For this reason, the general objective was proposed: To determine how the incorporation of Polyethylene Terephthalate influences the design of the flexible pavement on Tantamayo Avenue in San Martin de Porres, 2021.

Regarding the methodology, this work covers a type of research considered applied and has an approach qualified as quantitative and with an experimental design.

For the research, the intentional sample was selected for convenience, since it was considered 1km from Tantamayo avenue, in the San Martín de Porres district, delimited from Santa María Alta avenue to Central avenue. In this it was determined to carry out a comparative analysis of the design of the flexible pavement and pavement reinforced with Polyethylene terephthalate. The design was prepared using the AASHTO model governed by the Manual of the Ministry of Transportation and Communications and the comparison using the Marshall method.

Keywords: Flexible pavement design, Polyethylene terephthalate, Marshall, AASHTO.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una vía de comunicación en el mundo ha ido transformándose con el paso del tiempo, debido a diferentes exigencias como son la necesidad de la comunicación, comercio y transporte como también al avance de la tecnología respecto al desarrollo de los pavimentos, pues se ha ido innovando.

El Comité de Seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación española de la carretera (2016) indica que una vía terrestre es el eje elemental de desarrollo económico, social y cultural de las localidades y también es un componente vital para una adecuada disposición y juntura territorial.

Según Ruiz y Rodríguez (2016) se determina que en Latinoamérica se encuentra mucha carencia respecto a infraestructura de vías de comunicación y esto significa una desventaja con respecto al desarrollo de un país, pues en países que cuentan con un adecuado desarrollo en el transporte se presenta menos costo de traslado a comparación de vías que cuentan con desvíos o tramos en mal estado, los cuales incrementan los costos de traslado.

En nuestro país, a pesar de que el desarrollo económico se viene fortaleciendo en los últimos años, la tecnología para la implementación de vías terrestres viene desarrollándose bajo un lento proceso, debido a distintos factores, a lo que Rivera (2015) indica que una organización vial es indispensable tanto para el crecimiento como para el desarrollo de una nación, esto es en virtud que es el único recurso que permite la conducción y movilización tanto de los vehículos, personas y comercio.

En lo que respecta al déficit que presenta el Perú referente a la infraestructura vial Fantozzi (2016) indica que esto no solo logra que nuestro país sea incomunicado e invertebrado, también logra que sea lento y tardío en la gestión administrativa, económica y productiva, factores que retrasan al desarrollo de las provincias y como consecuencia, conservan ciertos lugares incomunicados y pobres.

El Ministerio de Transporte y comunicaciones (2018) indica que la conformación de la red vial en el Perú es mayor a 70 000 kilómetros en carreteras, sistematizadas en tres grupos los cuales son las Carreteras de Enlace, Carreteras Longitudinales y Carreteras de Penetración. En estas se destaca en mayor medida el uso de pavimentos flexibles, los cuales, en su mayoría, dependiendo de cada proyecto,

son implementados no solo porque el tipo de vía lo requiera si no que influye mucho el factor económico, puesto que, a comparación de otro tipo de pavimento, el costo de implementación puede ser menor.

Como parte de las características que presenta un pavimento flexible a lo largo de los años, se cuenta con distintos polímeros o agregados que, debido al avance de la tecnología e investigación, en diferentes países han ido experimentando con distintos elementos que pueden complementar el diseño del mismo, los cuales modifican a las mezclas directamente en su composición, de esta forma se le brinda mayor resistencia, pero a su vez también el costo de implementación de cada proyecto.

Macea, Márquez y Morales (2016) afirman que un asfalto modificado es producto de una correlación entre la composición física y química de un polímero o agregado con el asfalto en caliente, de esta forma se mejorará la función y con ello el comportamiento a distintos fenómenos que se presentan a lo largo de toda la vida útil del proyecto.

Es necesario que los profesionales de ingeniería en infraestructura vial, realicen proyectos sostenibles en todos los aspectos como lo son el tipo de diseño y envergadura, construcción, entrega y mantenimiento, usando distintos tipos de tecnología e innovación en el proceso de construcción, como también de buenos materiales que aporten características favorables.

González (2018) indica que, debido al mérito obtenido por estas nuevas tecnologías utilizadas para aplicar mejores características a las mezclas asfálticas clásicas, se ha determinado que, en su mayoría y debido a la toma de conciencia para salvaguardar el medio ambiente a nivel mundial y evitar la propagación de la contaminación, se han utilizado distintos productos reciclados que han ocasionado acrecentar la vida útil y también el factor económico y ambiental de un pavimento. En ese sentido, se desglosa que es necesario darle importancia a el desarrollo de la infraestructura vial, pues con esto se apunta al desarrollo de una localidad o país; no sin antes restarle interés a la parte estructural que conforma un pavimento, ya que es necesario que presente un correcto balance en las distintas capas de su

conformación, puesto que estas ofrecerán consistencia en su estructura y ayudará a que, en corto plazo, el deterioro y desgaste se retrase.

Solminihaq (2011) manifiesta que es necesario poner énfasis sobre todo al mantenimiento de un pavimento, debido a que la manifestación de deterioros sobre una carpeta asfáltica afecta de forma negativa a la seguridad de una adecuada circulación de las vías, y de esta forma se genera un aumento en el costo de operación.

Ante las teorías expuestas, es que el presente proyecto de investigación se centrará en el empleo de un componente llamado Polietileno tereftalato, el cual es conocido internacionalmente por las siglas en inglés PET (polyethylene terephthalate) el cual determina que es un tipo de plástico, comúnmente empleado en recipientes de plástico o textiles, como elemento adicional para el diseño de un pavimento flexible.

Como parte de los cuarenta y tres distritos que son parte de la provincia de Lima, se encuentra el distrito de San Martín de Porres, el cual viene realizando un gran esfuerzo para desarrollarse, por lo que también está invirtiendo en mejorar e implementar su infraestructura vial, tal es así que sus autoridades se preocupan en conseguir presupuestos que puedan apoyar estos cambios. Dentro de la extensión del distrito, se cuenta con distintas líneas de transporte público que recorren sus principales avenidas, los cuales no se encuentran en óptimas condiciones, a pesar de que han sido implementadas en los últimos 15 años.

Respecto a las avenidas principales encontramos a las avenidas Carlos Izaguirre, Tomás Valle y Canta Callao, ante esta última, un acceso muy utilizado para evitar el tráfico en horas de mayor congestión o para dirigirse a el Óvalo Chuquitanta, es la avenida Tantamayo, que cuenta con una extensión aproximada de 2.5 kilómetros compuesta por colegios, mercados principales, grifos, comedores populares y centros de salud.

La avenida Tantamayo es una vía de doble sentido compuesta por dos carriles, que en algún momento fueron de pavimento flexible, pero que a la fecha solo quedan restos pues en su mayoría es una trocha que solo genera contaminación a las casas y comercios en su entorno pues el polvo que generan los carros al transitar por esta vía es excesivo y dañino para la salud. De igual forma se visualiza que cuenta con

distintos desniveles, debido al deterioro del pavimento, los cuales dificultan la transitabilidad vehicular y peatonal.

Debido a las causales mencionadas en los párrafos anteriores, este proyecto de investigación tiene como finalidad principal aportar al conocimiento adquirido a lo largo de la carrera, por ello es importante conocer que, como objetivo general, se propone establecer ¿De qué manera influye la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible de la avenida Tantamayo, en el distrito de San Martín de Porres 2021? De igual forma, se establecerá como objetivos específicos determinar la influencia en el comportamiento mecánico el empleo de Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible en la avenida Tantamayo, San Martín de Porres, 2021, así también se determinará el beneficio económico que genera la incorporación del Polietileno tereftalato en el diseño de un pavimento flexible en la avenida Tantamayo, San Martín de Porres 2021 y finalmente se determinará la proporción adecuada de incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible en la avenida Tantamayo, San Martín de Porres 2021.

Para ello se ha puesto en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, para la elaboración de un diseño de un pavimento flexible reforzado con Polietileno tereftalato en la avenida Tantamayo en el distrito de San Martín de Porres, con el fin de que se aminoren los gastos de mantenimiento y convenga una mayor vida útil, de esta forma se entregaría mejores condiciones de vida a los pobladores de estas localidades.

II. MARCO TEÓRICO

Para desarrollar el presente proyecto de investigación se requerirá de una guía que sirva como referencia al tema, es por ello que se utilizaron los saberes adoptados en el transcurso de los años tanto en la interpretación de teorías, argumentos y análisis previos. Es por tal motivo que se expondrá los antecedentes internacionales encontrados en distintas bases de datos, repositorios de distintas instituciones a nivel de América Latina y Europa, que cuentan con características similares a nuestro país. Los precedentes mencionados en estos trabajos de investigación se encuentran relacionadas tanto con la variable dependiente que es “Diseño de Pavimento Flexible” como a la variable independiente como lo es el “Polietileno tereftalato”.

Respecto a los términos generales, se iniciará a describiendo el pavimento, el cual es una superficie compuesta por capas, que tiene como finalidad permitir la movilización de medios de transporte terrestre de un punto a otro, mediante la carpeta de rodadura.

Se conoce que un pavimento está constituido por distintas capas, esto varía según el tipo de conformación por habilitar, las mismas que están conformadas por materiales que cumplan con estándares de calidad adecuados y debidamente condensados. Un pavimento, tiene como característica principal transmitir las cargas generadas por la circulación de vehículos hacia el terreno donde se encuentra fundada y esto es gracias a que está compuesto por diversas capas correctamente diseñadas que lo permiten.

Rico y Del Castillo (2015) indican que el pavimento puede describirse como una totalidad de partes, que tienen como funciones principales brindar una superficie de rodamiento que sea uniforme, para lo cual deben presentar tanto en color y textura adecuados, debe ser resistente al tránsito, al intemperismo y otros agentes que perjudiquen su estructura, así como también debes transmitir adecuadamente a su base, los esfuerzos producidos por el tránsito.

El departamento de transporte de la Universidad de Buenos Aires (2016) menciona que el objetivo de un pavimento es el de abastecer una carpeta de rodamiento conveniente para el desplazamiento y que distribuya todo el peso que soporta el mismo, sin que se excedan las presiones aceptables de las diferentes capas del

pavimento y de los suelos de fundación. Tal es así que indican que un buen diseño debe cumplir con distintas condiciones, entre las principales se puede encontrar al costo de implementación y con un mínimo de inversión respecto al mantenimiento para que proporcione la mayor conservación durante su vida útil. Se especifica también que el objetivo primordial del diseño de un pavimento es el de determinar el espesor mínimo e indispensable de cada una de las capas para que cumplan con las demandas anteriores, tomando en cuenta el factor económico de las mismas para alcanzar el resultado técnico-económico que sea más factible ante las necesidades.

Para Mallick y El-Korchi (2015) en su investigación sobre la revisión y comparación de manuales de proyectos internacionales sobre el diseño de pavimento flexible, recomiendan que el dimensionamiento de un pavimento flexible convencional debe ser de 20 a 30 años. Sin embargo, para que esto suceda, debe existir un estricto control en el terreno de fundación ya que de esta manera se podrá prevenir a la deformación permanente de la subrasante. En su estudio respecto al motivo de deterioro de autopistas en Brasil, indican que los más comunes son las depresiones o ahuellamientos del pavimento por las ruedas de los vehículos, estas son causadas por la densificación de las capas que lo componen y también por la deformación de cizallamiento repetida, o también llamada deformación permanente. Indican también que este tipo de fenómenos se clasifica en tres niveles como lo son la deformación vertical debido al cambio de volumen en la transitabilidad vehicular, y por los esfuerzos de cizallamiento seguidos de un movimiento tanto lateral como vertical.

Respecto a las fallas comunes de pavimentos, Massenlli y de Paiva (2019) precisan en su artículo de investigación que las deflexiones en el pavimento flexible son a causa de las propiedades y cualidades de los materiales empleados en la implementación del mismo, entre las principales se conoce a la viscoplasticidad de las mezclas asfálticas encontradas en la capa superior y la plasticidad natural del suelo y materiales granulares, esto se deduce en que las fallas, en su mayoría, son provocadas por las deformaciones están provocadas por fallas segmentadas en cada capa que compone el pavimento flexible, es por ello que se debe llevar a cabo

un correcto control de calidad de materiales a utilizar, no tanto priorizando el costo si no su composición.

Huang (2014) analizó, en su investigación, que los fenómenos estructurales de un pavimento flexible de la pista de pruebas del método AASHTO y concluyó que aproximadamente el 91% del hundimiento ocurre básicamente en el mismo pavimento, de este total se deriva que aproximadamente el 32% se produce en la superficie o carpeta de asfáltica, el 14% sucede en la base, el 45% en la subbase y el 9% se da en la subrasante. En este estudio, se corroboró que no se llevó a cabo un correcto control de calidad respecto al material granular de la subbase ya que no presentó confinamiento lateral, un punto importante también fue el incremento de los valores de deflexión que aumentan con la humedad que se encuentra en las capas del pavimento y en la parte superior de la subrasante y se minimizan, considerablemente, con el incremento de velocidad de los vehículos.

Taherkhani y Arshadi (2018) en su artículo científico “Investigación de los efectos del uso de residuos de caucho y Tereftalato del polietileno (PET) en las propiedades mecánicas del hormigón asfáltico” investigaron el resultado de las partículas PET en las propiedades del concreto asfáltico que contienen asfalto modificado con caucho. Se elaboraron distintas pruebas compuestas por porcentajes de 0,2,4,6,8 y 10 de Polietilenotereftalato en dos tamaños diferentes, los cuales fueron tomados en cuenta para elaborar el concreto asfáltico, entre los parámetros evaluados se tomó a la estabilidad Marshall, cociente Marshall y resistencia a la tracción. Como resultado final, se concluyó que la estabilidad Marshall aumenta siempre y cuando se incremente el contenido de Polietilenotereftalato, cabe resaltar que es esto solo sucede cuando las partículas del mismo son finas y no gruesas. También se determinó que la resistencia a la tracción aumenta solo cuando se adiciona un 2% de Polietilenotereftalato a la mezcla, la misma que presenta una relación inversamente proporcional al aumentar el componente. Finalmente se concluye que la mezcla no presentará resistencia a la deformación si es que se emplea únicamente partículas finas del componente a comparación de las gruesas.

Respecto a los antecedentes nacionales, contamos con distintos trabajos de investigación, artículos y tesis que nos ayudarán a desarrollar el presente trabajo de investigación.

Según Scipion (2017) en la cuarta edición de su libro titulado “Normas DG - Caminos” indica que un pavimento es un sistema constituido sobre una capa llamada subrasante, que tiene como objetivo distribuir y resistir la fatiga suscitada por los vehículos y de tal manera pueda desarrollar el requisito de seguridad y bienestar para el tránsito.

Vega (2018) en su tesis señala que se puede definir el pavimento como una conformación vial que posibilita el tránsito y desplazamiento vehicular con una adecuada seguridad, comodidad y economía desarrolladas por el proyecto. Resalta, de igual forma, que el asfalto puede ser construido por diferentes tipos de materiales, ya que hoy en día existe una gran variedad, motivo por el cual un pavimento está conformado por distintas capas. Es importante resaltar que cada el material que constituye cada capa ha podido estar sujeto a distintas alteraciones

Pereda (2014) en su tesis de investigación, resalta que es importante identificar que la principal función de un pavimento es la adecuada transmisión de esfuerzos mediante su estructura, causados por el tránsito, pero también es necesario que cumplan con la resistencia respecto a los factores ambientales, también respecto al desgaste ante el paso del tránsito, es un hecho que debe brindar comodidad a los usuarios que transiten por ello ya que deberán presentar regularidad longitudinal y transversal.

Dentro de la clasificación general de los pavimentos, contamos con dos tipos de pavimentos, los cuales son: Pavimento Flexible y Pavimento Rígido.

Robles (2015) menciona, en su tesis que el pavimento flexible, tiene como característica principal gozar de una superficie en la cual pueden transitar los vehículos, por ende, es llamada carpeta de rodadura, la misma que está producida por mezcla asfáltica. Adicional a ello, está compuesta por una base granular y una subbase granular.

En la siguiente imagen, se puede observar la colocación de cada capa, tal es así que se determina que la capa superior presenta mayor rigidez a comparación de las capas inferiores.

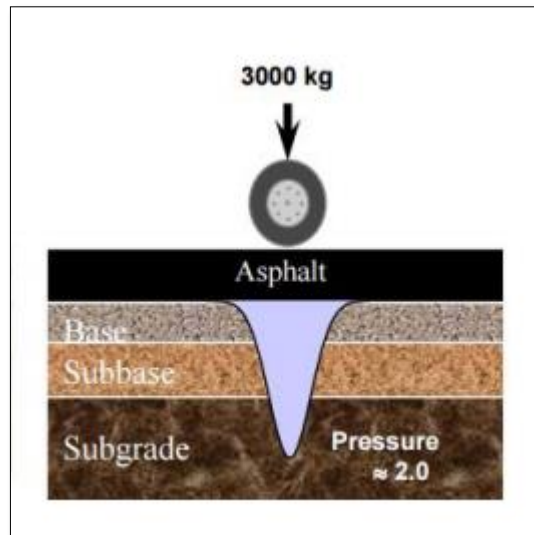


Figura 1. Conformación de capas de pavimento flexible

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018) indica que dentro de las principales características que debe poseer un pavimento flexible encontramos que debe contar con resistencia atmosférica, ya que estos suelen interferir en los suelos el cual puede hacer que se deteriore con facilidad, debe ser flexible, ya que se pueden presentar fallas en la base y en la sub base del pavimento, una falla en este caso hará que el pavimento no resista y presente grietas o baches. El rodamiento también es importante, ya que todo transporte que circulan por el pavimento, no deben presentar problemas para desplazarse, su extensión debe asegurar el libre tránsito, así como también la seguridad en una efectiva adherencia, para evitar derrapes de vehículos y posibles accidentes

El Manual de Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) menciona que las capas que constituyen en su totalidad al pavimento flexible son 03, entre las cuales encontramos a la carpeta asfáltica, base granular y sub base granular.

El pavimento flexible es uno de los más utilizados cuando la vía tiene demandas bajas de tránsito

II. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Hernández, Sampieri y Baptista (2018) indican que la investigación científica es un conglomerado de sucesiones sistemáticas, críticas y empíricas que se superponen a la formación de un fenómeno. Es así que la investigación constituye una búsqueda de hechos, un proceso juicioso, ordenado, comprobado y crucial que tiene como objeto exhibir y entender los fenómenos y sucesos, afinidad y condiciones de un determinado ámbito de la realidad. Indican también que una investigación científica está conformada por investigación básica y aplicada, la primera se encarga producir teorías en base a un nuevo conocimiento y la segunda, de proponer nuevas alternativas de solución a los problemas.

En la búsqueda de términos, se encontró que Murillo (2018) señala que la investigación de tipo aplicada obtiene el nombre de “investigación práctica o también llamada investigación empírica” puesto que se caracteriza por el motivo que averigua la práctica o empleo de la epistemología alcanzada, al mismo tiempo que se consiguen otros, luego de poner en funcionamiento y ordenar la práctica fundamentada en la investigación.

Ante lo expuesto, el presente trabajo de investigación fue de tipo aplicada, ya que puso en práctica lo aprendido durante el periodo de formación en toda la longitud de la carrera de Ingeniería Civil y con ello se brindó una alternativa de solución ante la problemática expuesta.

3.1.2 Diseño de investigación

Hernandez y Torres (2018) indicaron que cuando se manipula la variable de manera intencional, para visualizar de forma experimental los efectos que tiene hacia la variable dependiente, se determina investigación experimental.

Es por consiguiente que se decidió que este trabajo de investigación sea de tipo experimental.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable dependiente

Bolivia (2019) la determina como característica o particularidad que se intenta modificar por medio de la modificación de la variable independiente.

Indica que la variable independiente, es el factor que es examinado y evaluado para disponer el resultado de la variable independiente.

Ante lo mencionado se trabajará como variable dependiente al diseño de pavimento flexible.

3.2.2 Variable independiente

Bolivia (2019) describe que es aquella manipulada por el investigador en un experimento con el objeto de estudiar cómo incide sobre la expresión de la variable dependiente. Es la particularidad o propiedad que se infiere que es el motivo del fenómeno de estudio.

Según lo explicado, se considerará como variable independiente a el Polietilenotereftalato.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Sampieri, Hernández y Baptista (2017) indica que la población es un conjunto de elementos que presentan las mismas características.

Para el presente proyecto de investigación la población estará constituida por los 2.5 kilómetros de la avenida Tantamayo delimitada desde la avenida Auxiliar Canta Callao hasta la avenida Santa María Alta, en el distrito de San Martín de Porres.

Figura 2. Ubicación de la población correspondiente a la avenida Tantamayo



Fuente: Google Earth

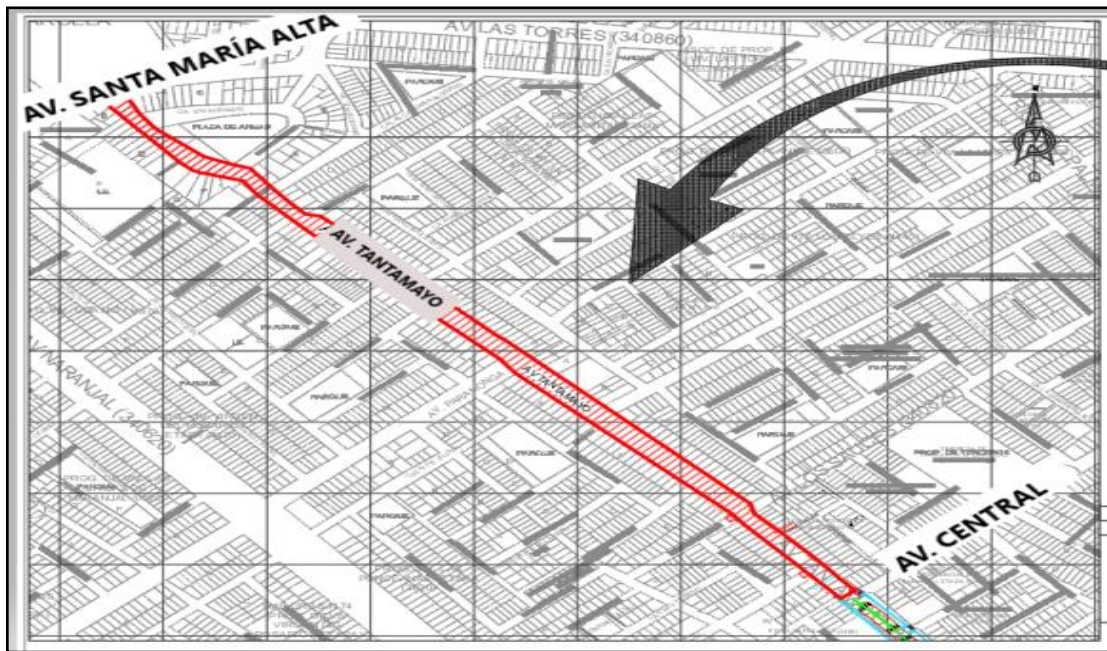
3.3.2 Muestra

Baptista, Hernández y Fernández (2017) indican que la muestra es un conjunto seleccionado de la población de atención sobre el cual se recaudará información, y que tiene que precisarse y determinarse con anticipación con exactitud, a esto se debe agregar de que debe ser característico de la población.

Johnson (2014) define como muestra no probabilística a la decisión de los elementos que no dependen de la probabilidad, si no de procesos que tienen afinidad con las propiedades de la investigación o las intenciones del investigador.

Se trabajará con una muestra conformada por 1 km de la avenida Tantamayo, delimitada entre la avenida Santa María Alta y la avenida Central, en el distrito de San Martín de Porres.

Figura 3. Ubicación de la muestra delimitada entre la avenida Central y Santa María Alta.



Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Muestreo

Otzen y Manterola (2017) expresan que el muestreo no probabilístico no se basa en fórmulas estadísticas, sino que es la selección de los sujetos a estudio que cuentan con ciertas características en común, así como criterios que el investigador considere.

Ante lo expuesto por los autores, se determinará que el presente proyecto de investigación contará con un muestreo no probabilístico empleando el método intencional, debido a que la muestra será significativa.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de Recolección de datos:

Mejía, Sanchez y Reyes (2018) indican son recursos que se utilizan para compendiar los datos más relevantes de una investigación. Estas técnicas pueden clasificarse en directas o indirectas.

Como ejemplo de técnicas de recolección de dato directa, se tiene a la observación y la entrevista, por otro lado, como técnica de recolección de datos indirecta se cuenta con escalas, inventarios, son cuestionarios, y los test.

Jibaja (2016) menciona que las técnicas de recopilación de información y datos son tratamientos operativos y sistematizados, que son base determinante para la resolución de algunos tipos de problemas prácticos.

Debido a lo manifestado por los autores, se optará como principal técnica de recolección de datos en clasificación directa a la observación.

Jibaja (2016) son los medios para la recopilación de información, un mecanismo de mensuración oportuno es aquel que empadrona datos que pueden ser observables que simbolizan ciertamente a los conceptos o variables que el investigador tiene en mente.

Un instrumento de recolección de datos, es considerado algún procedimiento que pueda servir al investigador para aproximarse a las manifestaciones y separar contenido valioso.

Así pues, se contará como instrumento para la recolección de datos a la ficha de observación de campo, diseñada y normada a nivel nacional por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dentro de la ficha de recolección de datos, se estimará el conteo de tráfico vehicular, esta información será fundamental para el análisis y diseño. estos instrumentos permitirán garantizar que el proyecto de investigación sea válida, confiable y objetiva. (Ver Anexo)

Mediante la ficha de control de laboratorio, se delimitarán las características y tipo del suelo trabajado, resultados de contenido óptimo de asfalto para el ensayo Marshall y diseño mediante el sistema AASHTO 93.

Los ensayos aplicados de laboratorio fueron:

- Clasificación de suelos AASHTO y SUCS. (ASTM D-2487)
- CBR incluye Proctor. (ASTM D-1883)
- Diseño Marshall (ASTM D-1559)

De igual manera, se contará como técnica de recolección de datos en clasificación indirecta a la verificación de documentos, de textos, y de informes los cuales ayudarán a brindar un mejor sostenimiento a este proyecto de investigación.

3.5 Procedimientos

Para elaborar el Diseño del Pavimento Flexible, se ejecutará una apreciación previa de la situación en la que se encuentra actualmente la avenida Tantamayo.

Como primer paso, se realizará la visita a la zona de intervención, en el cual se empleará la inspección visual, para poder determinar las características de la zona y determinar el grado de viabilidad del proyecto.

Figura 4. Situación actual de la Avenida Tantamayo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5. Estado deficiente de la Avenida Tantamayo



Fuente: Elaboración Propia

Conociendo la situación actual de la demarcación de análisis, es necesario considerar que no solo se debe implementar realizar el diseño del pavimento flexible, se logrará realizar el diseño de infraestructura vial y además la zona de acceso peatonal y señalización como propuesta de mejora para los pobladores de la zona.

Es necesario, para iniciar un correcto diseño de pavimento flexible, manejar diferentes conceptos, en primer lugar, en la zona de estudio se realizarán los siguientes procedimientos:

- **Conteo y Clasificación Vehicular:**

García (2018) indica que el estudio de conteo vehicular permite rescatar la información del tipo de transporte que se moviliza en la zona de observación. Esta información es necesario para el determinar el diseño del pavimento flexible.

Un estudio de tráfico permite calcular el flujo de vehículos que circularán durante el tiempo de vida propuesto de la vía, se realizó mediante el análisis











cuantitativo del muestreo constante a través de una estación en un tiempo determinado.

Se efectuó el estudio de tráfico, que según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015) tiene como objeto, cuantificar el volumen vehicular y clasificar según tipo de vehículos, ya que, en el diseño de un pavimento, el antecedente más relevante es identificar el flujo vehicular, en otras palabras, identificar cuáles y qué tipos de medio de transporte se desplazarán en la demarcación de estudio y la continuidad con que lo realizarán. El objeto principal de un estudio de tráfico es expresar el flujo vehicular en y ello es representado por el ESAL (Equivalent Single Axle Load) que constituye la carga equivalente de eje simple que simboliza el sumatorio conjunto de reiteraciones por día de todos los sectores de carga a lo largo del periodo de diseño de un pavimento, esto es válido dentro de la metodología de AASHTO.

El conteo vehicular se desarrolló durante tres días: lunes, miércoles y sábado en los intervalos de 07:00 a.m. – 09:00 a.m. de 12:00 – 13:00 p.m. y de 17:00 – 18:00 p.m. en una estación ubicada entre la avenida Tantamayo y la calle Paramonga. (Ver Anexo)

Mediante la siguiente tabla, se puede visualizar el resumen del conteo vehicular:

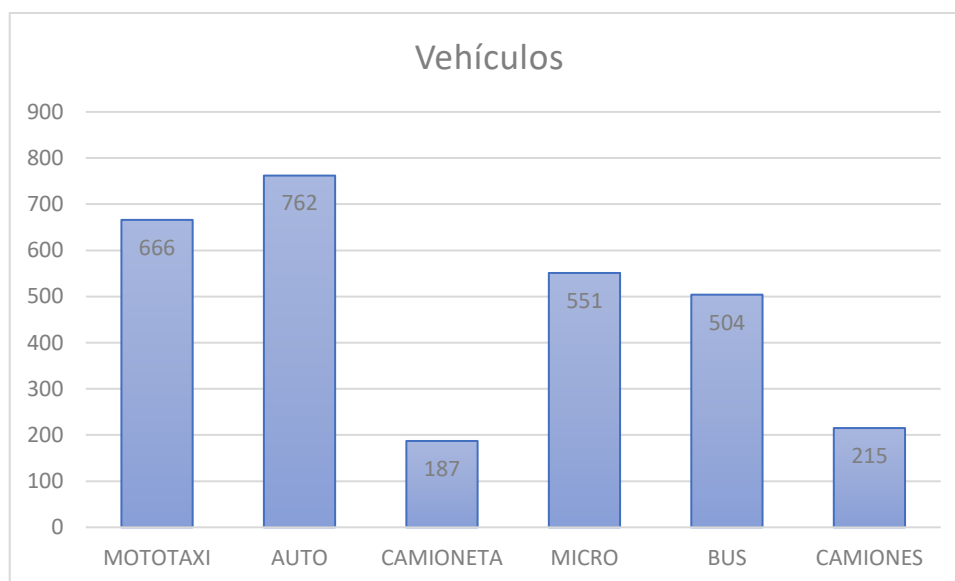
Figura 6. Resumen de conteo vehicular

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	4 E
DIAGRAMA VEHICULAR											
LUNES	202	137	73	14	4	45	167	197	59	20	6
MIÉRCOLES	201	184	112	19	6	51	187	161	58	3	1
SÁBADO	263	142	114	23	21	4	197	146	56	10	2
TOTAL	666	463	299	56	31	100	551	504	173	33	9

Fuente: Elaboración Propia

De los datos conseguidos en el conteo vehicular, se revisó y procesó la información correspondiente. Se ha realizado el cuadro resumen de clasificación de vehículos.

Figura 7. Volumen de Vehículos que transitan



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede distinguir en la figura 7, la mayor cantidad de vehículos que se registró fue de autos con un total de 762, en segundo lugar, visualizamos las mototaxi con un total de 666.

a) Resultados del Conteo Vehicular.

En la sección de anexo, se puede visualizar las fichas de aforo de tránsito empleado para el conteo de tráfico. Se podrá observar los resultados del conteo semanal, se observó que transitan varios tipos de vehículos y el comportamiento de flujo vehicular es regular, puesto que existe una variedad relevante, en su mayoría de vehículos ligeros.

b) Índice Medio Diario.

Para transformar el volumen del tráfico extraído del conteo vehicular, en Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se utilizó la siguiente pauta.

$$IMDS = \frac{\sum Vi}{7}$$

Donde:

V_i =Volumen de tránsito de los 7 días.

IMDS=Índice Medio Diario Semanal.

Figura 8. Cálculo del IMDA

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		TOTAL	Veh/dia
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	4 E		
LUNES	202	137	73	14	4	45	167	197	59	20	6	924	Veh/dia
MIÉRCOLES	201	184	112	19	6	51	187	161	58	3	1	983	Veh/dia
SÁBADO	263	142	114	23	21	4	197	146	56	10	2	1907	Veh/dia
TPD	222	154	100	19	10	33	184	168	58	11	3	962	Veh/dia
		159			21								

Fuente: Elaboración Propia

c) Cálculo de Ejes Equivalentes.

El impacto del tránsito se cuantifica en la unidad semejante por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados a lo largo del periodo de diseño ocupado en el estudio. De acuerdo a el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) los ejes equivalentes (EE) son componentes de igualdad que simbolizan el agente negativo de las diferentes cargas, por el carácter de eje que se ajustan a cada variedad de vehículo pesado, además de la configuración del pavimento.

Figura 9. Configuración de Ejes

CONFIGURACIÓN DE EJES		
Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1RS	2
EJE SIMPLE (Con rueda doble)	1RD	4
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	6
EJE TANDEM (2 Ejes Ruedas Dobles)	2RD	8
EJE TRIDEM (1 Eje Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12

Fuente: Manual de Carreteras

En la realización del cálculo de Ejes Equivalentes, se emplearán las subsecuentes afinidades, para distintas conformaciones de ejes de vehículos pesados (mencionados como camiones y buses) y prototipo de pavimento.

Figura 10. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígido

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE6.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = (P/6.6)^4$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = (P/8.2)^4$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = (P/14.8)^4$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = (P/15.1)^4$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = (P/20.7)^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = (P/21.8)^{3.9}$
P= Peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras

Para elaborar el diseño de un pavimento flexible, se adoptará el número planificado de Ejes Equivalentes que transitarán por el carril de diseño, a lo largo del tiempo de observación.

El carril de diseño concernirá al carril demostrado y evaluado como el que cuenta con mayor tránsito y, por ende, saturado de la carretera y el efecto de este cálculo será usado para todos los carriles. Por ello se tiene el siguiente resultado:

Figura 11. Cálculo de Ejes Equivalentes

Símbolo	IMDA	Carga de vehículo por eje	Factor de Equivalencia	F.IMDA	Longitud (m)	Eje delantero	Carga por eje (TN)				Peso bruto
							Carga por eje o conjunto posterior				
							1° eje	2° eje	3° eje	4° eje	
Auto+Station Wagon +Rick Up+Panel+Combi	180	1	0.00053	0.095	-	1	1	-	-	-	2
	180	1	0.00053	0.095	-	1	1	-	-	-	
Micro	184	7	1.26537	232.827	12	1	1	-	-	-	15
	184	10	2.21179	406.970							
B2	168	7	1.26537	212.582	13.2	7	10	-	-	-	17
	168	10	2.21179	371.581							
C2	58	7	1.26537	73.391	12.3	7	10	-	-	-	17
	58	10	2.21179	128.284							
C3	11	7	1.26537	13.919	13.2	7	16	-	-	-	23
	11	16	1.26059	13.866							
C4	3	7	1.26537	3.796	13.2	7	25	-	-	-	32
	3	25	1.70603	5.118							
TOTAL				1462.525							

Fuente: Elaboración Propia

En la información de la figura anterior, se rescata que el total de Ejes Equivalentes (EE) equivale a 1462.525.

d) Cálculo de ESALs.

El ESAL (Equivalent Standard Axle Load – Carga Estandar por Eje Equivalente) es un número determinado por el volumen de tránsito del carril de diseño. Equivale a un eje de dimensiones estándar conformado por un eje de características sencillas con dos neumáticos en cada terminación, se puede determinar mediante la siguiente fórmula:

$$ESAL_s = W_{18} = 365 * F_d * F_c (F.IMDA) * F_{ca}$$

Para este cálculo, conforme a el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) es necesario conocer y determinar el factor de distribución direccional, este término se determina como una correspondencia que incumbe a la cantidad de vehículos pesados que transitan en un sentido o rumbo de tráfico, habitualmente concierne a la media parte del acumulado de tránsito que recorre entre una y otra ruta, no obstante, en ciertos casos puede ser mayor en un sentido que en otro.

La circulación para el carril de diseño de un pavimento, debe tener en cuenta la cantidad sentidos y la cantidad de carriles por calzada de asfalto, a juzgar por lo siguiente:

Figura 12. Cálculo de Ejes Equivalentes

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras

En este caso, para el diseño de la avenida Tantamayo en el distrito de San Martín de Porres, se ha propuesto que la vía esté compuesta por dos calzadas con separador central, contará con dos sentidos con dos carriles por cada uno; según estas características, se deduce de la Figura 12 que el Factor direccional es 0.50, el Factor carril es 0.80 y el Factor ponderado es 0.40.

Reemplazando estos valores, concluimos lo siguiente:

F.IMDA	Tiempo (365 días)	Fd	Fc	Fca	EE=ESALS
1462.5251	365	0.50	0.80	30	6405859.95
					6.4E*10^6

- **Ensayo de Mecánica de Suelos**

Según Pastor (2017) para realizar un correcto ensayo de suelos, se debe ejecutar la toma de muestras representativas del suelo en el que se elaborará el diseño del pavimento flexible, con el fin de determinar las características y

componentes principales del suelo en el que se trabajará, estos análisis se realizarán mediante pruebas de campo y laboratorio que determinarán la distribución y propiedades físicas del suelo, nos ayudará para realizar la caracterización de los diferentes estratos de suelos. Este estudio ayudará a identificar la suficiencia de sostén de la subrasante (módulo de resiliencia para pavimento flexible)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) indica que, para efectuar un correcto diseño de pavimento, es necesario el reconocimiento del terreno, puesto que permitirá identificar las características del suelo, validar las zonas de riesgo y que necesitan cuidado especial. Recomienda la ejecución de calicatas, con una distancia entre 250 metros y 2 kilómetros, según distintos parámetros, también menciona que la profundidad no debe ser mayor a 1.50 metros.

Para un correcto ensayo de Suelos, se realizarán los siguientes pasos:

a) Extracción de calicatas.

Para el diseño de la avenida Tantamayo, se determinará la cantidad de calicatas, según la siguiente figura:

Figura 13. Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observaciones
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 6000veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	- Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles		- Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido	
		- Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: Carreteras con un IMDA entre 4000 - 20014 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	- 4 calicatas x kilómetro	
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	- 3 calicatas x kilómetro	
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	- 2 calicatas x kilómetro	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA 200 veh/día de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	- 1 calicatas x kilómetro	

Fuente: Manual de Carreteras

Es por ello, que se llevará a cabo la elaboración de 2 calicatas con una excavación de 1.50m y a una distancia de 500 metros.

Figura 14. Proyección de elaboración de calicatas.



Fuente: Google Earth

La primera calicata, está ubicada en la avenida Santa María Alta y avenida Tantamayo, la segunda calicata está ubicada 500 metros después, en la intersección de la avenida Paramonga y avenida Tantamayo, en el distrito de San Martín de Porres. (Ver Anexo)

Figura 15. Elaboración de calicata 1



Fuente: Elaboración propia

Para la Calicata C-01, se realizó una excavación de 1.50 metros de profundidad. La extracción de material en la zona, con un saco aproximado de 50 kilogramos.

Figura 16. Elaboración de calicata 2



Fuente: Elaboración propia

Para la Calicata C-02, se realizó una excavación de 1.50 metros de profundidad. La extracción de material en la zona, con un saco aproximado de 50 kilogramos.

b) Transporte de calicatas a laboratorio de suelos.

El día sábado 24 de abril, se realizó el traslado de los sacos de calicatas al laboratorio de suelos para su respectivo análisis.

Figura 17. Transporte de material a laboratorio de suelos



Fuente: Elaboración propia

c) Clasificación del suelo.

Se realizará la clasificación del suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el Sistema de Clasificación AASHTO regido por el ASTM D-2487.

Braja M. Das (2017) indica que los criterios de clasificación del sistema AASHTO se basan en tres criterios:

- Tamaño del grano (grava, arena, limo y arcilla)
- Plasticidad (limoso o arcilloso)
- Cantos rodados.

Por otro lado, para el SUCS, solo existen dos amplias categorías que son:

- Suelos de grano grueso (grava y arenosa con menos del 50% que pasa la malla 200).
- Suelos de grano fino (con 50% más pasando por la malla 200).

Para la elaboración de la granulometría de suelos, se debe realizar la división del material de cada calicata en dos partes, para la primera parte se realizará el tamizaje correspondiente para poder determinar la cantidad de material que pasa por cada malla y la otra mitad para el lavado y secado, esto se puede apreciar en las siguientes figuras.

Figura 18. Elaboración del proceso de granulometría



Fuente: Elaboración propia

Luego de desarrollar este proceso, se obtienen los siguientes resultados (Para conocer la curva granulométrica revisar Anexos)

Figura 19. Análisis granulométrico por tamizado de calicata 01

TAMIZ	ABERTURA mm	P.RET gr	RET %	PASA %
3"	76.20			100.0
2"	50.80			100.0
1 1/2"	38.10	57.5	3.2	96.8
1"	25.40	127.8	7.1	89.7
3/4"	19.05	143.9	8.0	81.7
3/8"	9.53	254.7	14.2	67.5
# 4	4.76	230.3	12.8	54.7
# 10	2.00	53.6	3.0	51.7
# 20	0.84	48.4	2.7	49.0
# 40	0.43	71.8	4.0	45.0
# 60	0.26	65.1	3.6	41.4
# 140	0.11	180.6	10.1	31.3
# 200	0.07	39.7	2.2	29.1
-200		521.4	29.1	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Análisis granulométrico por tamizado de calicata 02

Figura 20. Análisis granulométrico por tamizado de calicata 02

TAMIZ	ABERTURA mm	P.RET gr	RET %	PASA %
3"	76.20			100.0
2"	50.80			100.0
1 1/2"	38.10	113.1	5.0	95.0
1"	25.40	415.0	18.2	76.8
3/4"	19.05	216.7	9.5	67.3
3/8"	9.53	361.2	15.9	51.4
# 4	4.76	242.5	10.6	40.8
# 10	2.00	64.6	2.8	38.0
# 20	0.84	60.9	2.7	35.3
# 40	0.43	85.6	3.8	31.5
# 60	0.26	105.7	4.6	26.9
# 140	0.11	186.9	8.2	18.7
# 200	0.07	35.9	1.6	17.1
-200		389.9	17.1	0

Fuente: Elaboración propia

Respecto al contenido de humedad, se definió lo siguiente:

Figura 21. Contenido de Humedad calicata 1 y 2

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-05	
C- 01	Humedad (%)	3.4
C- 02	Humedad (%)	4.8

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, respecto a la clasificación y tipo de suelo, se determina:

Figura 22. Clasificación de suelo

Figura 22. Clasificación de suelo

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282 - 04	A-2-4(0)
Descripción de la muestra:	Grava Limosa

Fuente: Elaboración propia

d) Proctor modificado y CBR.

Braja M. Das (2017) indica que la prueba de Proctor modificado es utilizada para representar las condiciones de campo.

Se debe realizar la compactación del suelo en cinco capas, con un pisón de carga 44.5N, en un molde de 943.3 cm³, la horma se adhiere a una placa que tiene un apoyo en el fondo y una amplitud en el punto supremo.

El material se confluencia con distintas porciones de agua y en seguida se apiña en tres estratos de las mismas características, la cantidad de apisonados del martillo por parte es de 25. Con la prueba de Proctor modificado, se puede identificar el incremento del peso específico seco máximo del suelo.

Figura 23. Elaboración del Proctor modificado



Fuente: Elaboración propia

Para realizar la prueba CBR (California Bearing Ratio) es un parámetro del suelo que determina y calcula la capacidad resistente como subrasante, sub

base y base en el diseño de pavimento. Consiste en sumergir en agua los moldes realizados anteriormente en el Proctor modificado. (Ver Anexo)

Figura 24. Elaboración del CBR



Fuente: Elaboración propia

Luego del proceso, se obtienen los siguientes resultados:

Figura 25. Resultados de California Bearing Ratio para las calicatas 1 y 2

CALICATA 1	C.B.R al 100% de M.D.S (%)	0.1":	60	0.2":	73.3
	C.B.R al 95% de M.D.S (%)		44.5		55.5
CALICATA 2	C.B.R al 100% de M.D.S (%)	0.1":	54.1	0.2":	69.6
	C.B.R al 95% de M.D.S (%)		40		50.5

Fuente: Elaboración propia

- **Diseño AASHTO**

Elaboración del diseño del pavimento flexible con el método AASHTO, se identificarán las variables de diseño como lo son el tránsito de diseño, confiabilidad, desviación estándar combinada, módulo de resiliencia de la subrasante, coeficientes estructurales de capa, pérdida de serviciabilidad, coeficiente de drenaje y diseño de espesores. Todas estas características, están guiadas por el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para elaborar el diseño de la estructura de un pavimento flexible, es necesario seguir la siguiente ecuación:

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

Donde:

(W_{18}): Numero de aplicaciones de ejes equivalentes durante el periodo de diseño.

(Z_r): Parámetro estadístico asociado a la incertidumbre del índice de servicio.

(S_0): Desviación estándar total de la distribución normal de errores en variables de diseño.

(SN_i): Numero estructural de la capa.

ΔPSI : Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

(M_r): Módulo de resiliente, en psi.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) es la cantidad recolectada de ejes simples equivalentes a 18000 lb (80 kN) para la etapa de diseño, es decir, concierne al número de reincidencias (EE) de 8.2t, el cual es establecido gracias al estudio del análisis de tráfico.

b) Módulo de Resiliencia (M_R).

Equivale a la dimensión del endurecimiento para con el suelo de sub rasante, el cual, para su cómputo, deberá resolverse por medio de una ecuación que correlaciones su valor con el CBR, según lo siguiente:

$$M_R \text{ (psi)} = 2555x \text{ CBR}^{0.64}$$

Para el diseño del pavimento flexible de la avenida Tantamayo en el distrito de San Martín de Porres, se utilizará el CBR correspondiente al 100% para la calicata 01, este valor corresponde a 54.1.

Reemplazando el valor el Módulo de Resiliencia será igual a:

$$M_R \text{ (psi)} = 2555x 54.1^{0.64}$$

$$M_R (\text{psi}) = 32974.19$$

c) Confiabilidad (%R).

Equivale al criterio de confiabilidad, según el método AASHTO, figura la probabilidad que una determinada configuración se desenvuelva, a lo largo del tiempo de diseño.

Esta probabilidad está en función a la variación de distintos factores como lo son la calidad de construcción, crecimiento de tráfico, condiciones climáticas, los mismos que son capaces de estrechar la vida útil pronosticada de un pavimento.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones menciona que, a más grande el nivel de confiabilidad, se acrecentará el grosor de la estructura del pavimento que se diseñará.

Figura 26. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD ®
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10,000,000	90%
	TP10	10,000,001	12,500,000	90%
	TP11	12,500,001	15,000,000	90%
	TP12	15,000,001	20,000,000	95%
	TP13	20,000,001	25,000,000	95%
	TP14	25,000,001	30,000,000	95%
	TP15	> 30000000		95%

Fuente: Manual de Carreteras

En este caso, se ha optado por escoger el tipo de tráfico TP3, debido a la cantidad de ejes acumulados, con ello el nivel de confiabilidad corresponde a un 80%.

d) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr).

Representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

Figura 27. Coeficiente estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según el nivel de confiabilidad seleccionado y el rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10,000,000	-1.282
	TP10	10,000,001	12,500,000	-1.282
	TP11	12,500,001	15,000,000	-1.282
	TP12	15,000,001	20,000,000	-1.645
	TP13	20,000,001	25,000,000	-1.645
	TP14	25,000,001	30,000,000	-1.645
	TP15		> 30000000	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras

En este caso, se ha optado por escoger el tipo de tráfico TP3, debido a la cantidad de ejes acumulados, con ello el nivel de desviación estándar normal (Zr) corresponde a un -0.842.

e) Desviación Estándar Combinada (So)

Es una estimación que considera la mutabilidad esperada del pronóstico de tránsito y de los otros factores que alteran el desenvolvimiento del pavimento, se puede considerar el factor clima, medio ambiente, construcción.

El manual AASHTO aconseja acoger para los pavimentos flexibles, valores de So comprendidos entre 0.40 y 0.50.

El Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, menciona que debemos trabajar con el promedio de ambos valores, utilizando así el valor de 0.45.

f) Índice de Serviciabilidad Presente (PSI).

Representa la conveniencia de circulación entregada al usuario. La significación es cambiante desde 0 a 5, en donde 5 representa mejor comodidad teórica y 0 refleja el peor. También está relacionado directamente proporcional a la condición de la vía, esto quiere decir que, si esta condición disminuye, lo mismo sucederá con el PSI.

Figura 27. Índice de Serviciabilidad inicial

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10,000,000	-1.282
	TP10	10,000,001	12,500,000	-1.282
	TP11	12,500,001	15,000,000	-1.282
	TP12	15,000,001	20,000,000	-1.645
	TP13	20,000,001	25,000,000	-1.645
	TP14	25,000,001	30,000,000	-1.645
	TP15		> 30000000	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras

En este caso, se ha optado por escoger el tipo de tráfico TP3, debido a la cantidad de ejes acumulados, con ello el índice de serviciabilidad inicial será de 3.80.

Figura 29. Índice de Serviabilidad final

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	2
	TP1	150,001	300,000	2
	TP2	300,001	500,000	2
	TP3	500,001	750,000	2
	TP4	750,001	1,000,000	2.5
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.5
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.5
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.5
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.5
	TP9	7,500,001	10,000,000	2.5
	TP10	10,000,001	12,500,000	2.5
	TP11	12,500,001	15,000,000	2.5
	TP12	15,000,001	20,000,000	2.5
	TP13	20,000,001	25,000,000	2.5
	TP14	25,000,001	30,000,000	3
	TP15	> 30000000		3

Fuente: Manual de Carreteras

En este caso, se ha optado por escoger el tipo de tráfico TP3, debido a la cantidad de ejes acumulados, con ello el índice de serviabilidad final será de 2.00. Con estos valores, se determina que la variación de serviabilidad es de 3.8-2.2 equivalente a 1.8

g) Número Estructural Propuesto (SNR).

El Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, menciona que la información conseguida y procesados se utilizan en la fórmula de diseño AASHTO 93 y se extrae el número estructural que

representa el grosor absoluto del pavimento a implementar y debe ser convertido al grosor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, es decir, a la carpeta de rodadura, base y sub base, esto se obtiene según la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Figura 28. Coeficiente estructural de las capas del pavimento

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en caliente, módulo 2.965 Mpa (43 0000 PSI) a 20° C	a1	0.170 / cm	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Carpeta Asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión	a1	0.125 / cm	Capa superficial recomendada para tráfico menor o igual a 1000000 EE
Micropavimento 25 mm	a1	0.130 / cm	Capa superficial recomendada para tráfico mayor o igual a 1000000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	(*)	Capa superficial recomendada para tráfico menor = 500000EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, o contracurvas y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm	a1	(*)	Capa superficial recomendada para tráfico mejor o = a 500000EE No aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen a frenado de vehículos
(*) no se considera por no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.052 / cm	Capa de base recomendada para tráfico menor o = 10000000 EE
Base Granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	a2	0.054 / cm	Capa de base recomendada para tráfico mayor o = 10000000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a2a	0.115 / cm	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (Resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a2b	0.070 cm	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base Granular Tratada con Cal (Resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a2c	0.080 cm	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a3	0.047 / cm	Capa subbase recomendada con CBR mínimo 40% para todos los tipos de tráfico

Fuente: Manual de Carreteras

Considerando la información la figura N°26 se tomarán estos valores para los coeficientes estructurales de las capas que serán parte del diseño del pavimento.

- Para la capa superficial se tomará el valor $(a_1) = 0.170$
- Para la base se tomará el valor $(a_2) = 0.054$
- Para la subbase se tomará el valor $(a_3) = 0.047$

h) Drenaje (m_1, m_2)

Sostiene como objetivo, considerar el predominio del drenaje en la conformación del pavimento. Equivale a la exhibición a la congestión, que es el tanto por ciento de periodo a lo largo del año en que un pavimento está exhibido a escalas de humedad que se asemejan a la saturación. El coeficiente de drenaje asumido es de 1.

3.6 Método de análisis de datos

Se utilizará el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones que incluye los parámetros del método AASTHO 93, mediante el cual se elaborará el diseño del pavimento flexible empleando el Polietileno tereftalato, a su vez se realizará los ensayos de laboratorio para brindar una solidez puntual del pavimento diseñado.

Se empleará el Software CivilCad 2018 en el que se plasmará los planos que se realizarán del pavimento, la demarcación a evaluar, ubicación, las curvas topográficas, secciones transversales, secciones longitudinales, diseño de pavimento y señalización de la avenida Tantamayo en el distrito de San Martín de Porres.

Se utilizará el programa Excel 2016, para desarrollar las tablas de diseño del pavimento flexible, así como para la evaluación de parámetros respecto a la

mecánica de suelos, granulometría del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para realizar el presupuesto, se utilizará el software S10.

3.7 Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación, estará presidida bajo principios éticos y morales impartidos por la Universidad César Vallejo, así también estará respaldada por el comportamiento de ética del Colegio de Ingenieros Civiles, donde se resalta que, para realizar una investigación, toda la información conseguida en campo deberá ser confidencial, privada y de mi autoría. De esta manera lo que se garantizará es el respeto por el trabajo de cada autor, es por ello que se encuentran mencionados y referidos.

Se realizará con responsabilidad, ya que se proyectará de forma congruente y ensanchada para esquivar cualquier clasificación de equivocación en los efectos, haciendo hincapié de esta forma a la puntualidad de los mismos. Con honestidad, por lo cual se indican que todos los datos presentados son auténticos, y con el único objetivo de aportar para el beneficio de la sociedad.

IV. RESULTADOS

Según los procesos mencionados en la sección 3.5 Procedimientos, del presente informe de investigación, los resultados de cada punto fueron los siguientes:

- **Ensayo de Suelos**

Respecto a los ensayos de evaluación granulométrica por tamizado bajo parámetros ASTM D422 / MTC E-107, se dedujo que la clasificación del suelo es:

Tabla 1. Clasificación de suelo

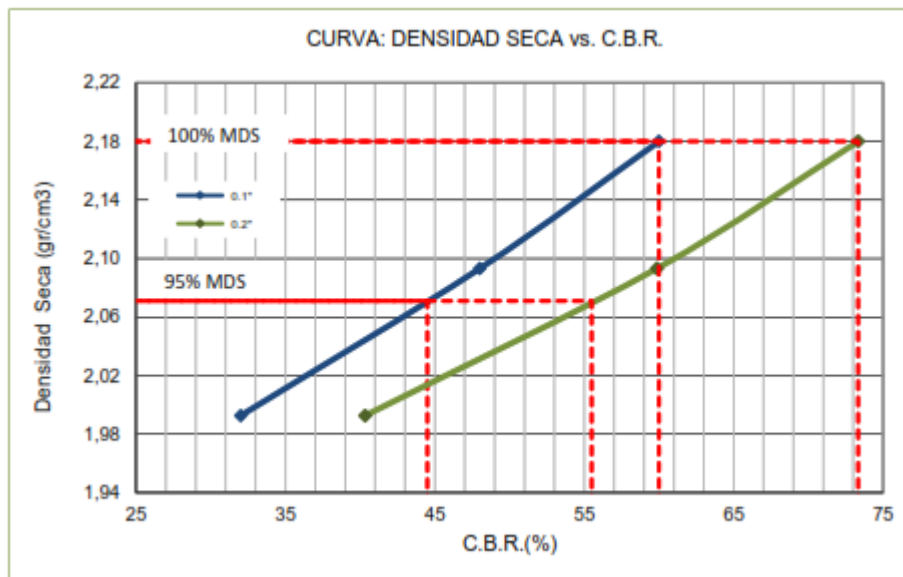
CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282 - 04	A-2-4(0)
Descripción de la muestra:	Grava Limosa

Fuente: Elaboración Propia

a) Para la Calicata 01:

Se realizó el ensayo de CBR, por lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 29. Curva Densidad Seca vs. C.B.R, calicata 1



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior, se deduce que la máxima densidad seca equivale a 2.18 g/cm³ y la interpretación de los valores, se puede resumir en la siguiente tabla:

Tabla 2. CBR de calicata 01

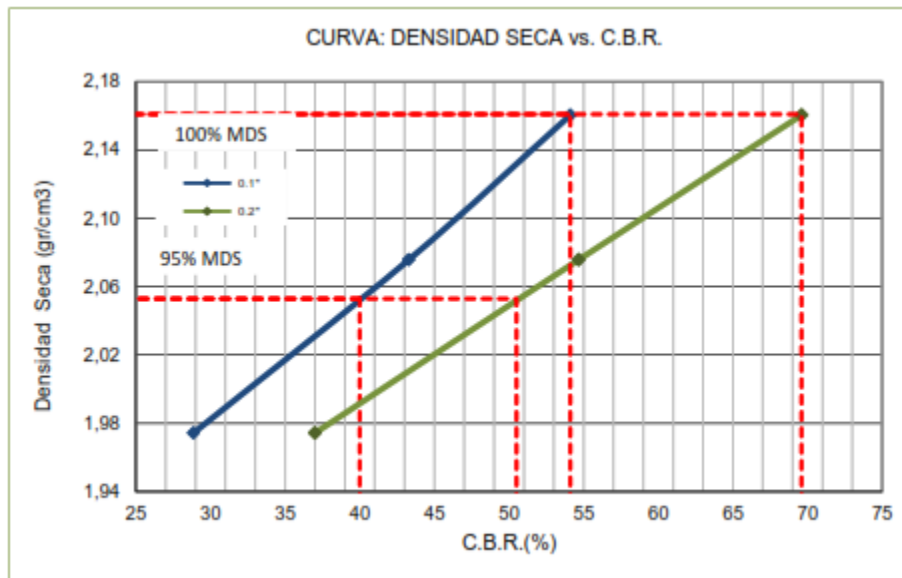
CALICATA 1	Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.18		
	Óptimo contenido de humedad (%)	6.5		
	95% máxima densidad seca (g/cm ³)	2.071		
	C.B.R al 100% de M.D.S (%)	0.1":	60	0.2": 73.3
	C.B.R al 95% de M.D.S (%)		44.5	

Fuente: Elaboración Prooia

b) Para la Calicata 02:

Se realizó el ensayo de CBR, por lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 30. Curva Densidad Seca vs. C.B.R, calicata 2



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior, se deduce que la máxima densidad seca equivale a 2.16 g/cm³ y la interpretación de los valores, se puede resumir en la siguiente tabla:

Tabla 3. CBR de calicata 02

CALICATA 2	Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.161			
	Óptimo contenido de humedad (%)	7.1			
	95% máxima densidad seca (g/cm ³)	2.053			
	C.B.R al 100% de M.D.S (%)	0.1":	54.1	0.2":	69.6
	C.B.R al 95% de M.D.S (%)		40		50.5

Fuente: Elaboración Propia

- **Diseño de Pavimento.**

Para realizar el diseño de pavimento flexible, se realizó el cálculo de espesores, para ello se contó con el siguiente resumen:

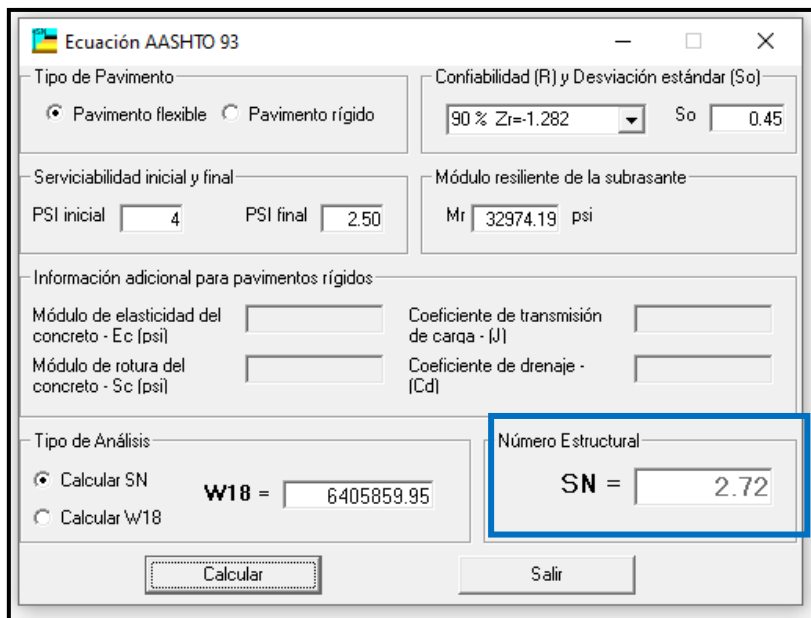
Tabla 4. Factores para diseño de pavimento flexible

VARIABLE	VALOR
W18	6,405,859.95
Confiability (R)	0.90
Desviación Estandar (Zr)	-1.282
Serviciabilidad Inicial	4.00
Serviciabilidad Final	2.50
Diferencia de Servicios (PSI)	1.50
Error Estándar Combinado (So)	0.45
Módulo de Resiliencia (Mr)	32,974.19
CBR al 100%	54.10

Fuente: Elaboración Propia

Con estos valores, se realizó el cálculo en el programa Ecuación AASHTO93, para determinar el valor del número estructural (SN), según la siguiente figura.

Figura 31. Cálculo del número estructural



The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and a calculation result. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento flexible" selected. The "Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)" section shows "90 % Zr=-1.282" and "So = 0.45". The "Serviciabilidad inicial y final" section shows "PSI inicial = 4" and "PSI final = 2.50". The "Módulo resiliente de la subrasante" section shows "Mr = 32974.19 psi". The "Información adicional para pavimentos rígidos" section has empty fields for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)". The "Tipo de Análisis" section has "Calcular SN" selected, resulting in "W18 = 6405859.95". The "Número Estructural" section shows "SN = 2.72". There are "Calcular" and "Salir" buttons at the bottom.

Fuente: Elaboración Propia

Se logró determinar que el Número estructural tiene como valor 2.72. Según el Manual de carreteras, para poder corroborar los datos, es necesario realizar un segundo cálculo modificando el valor de Módulo de Resiliencia con el valor recomendado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Figura 32. Cálculo del número

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. 'Confianza (R) y Desviación estándar (So)' is set to '90 % Zi=-1.282' and 'So' is 0.45. 'Serviciabilidad inicial y final' shows 'PSI inicial' as 4 and 'PSI final' as 2.50. 'Módulo resiliente de la subrasante' is set to 'Mr' as 43000 psi. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, resulting in 'W18 = 6405859.95' and 'Número Estructural SN = 2.44'. The 'Calcular' button is highlighted.

Fuente: Elaboración Propia

Se logró determinar que el Número estructural tiene como valor 2.44. Según el Manual de carreteras, para poder corroborar los datos, es necesario realizar un segundo cálculo modificando el valor de Módulo de Resiliencia con el valor recomendado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Se debió cumplir que el SNR (Resultado) sea mayor al SN (Requerido):

$$SNR > SN_j$$

$$SNR > 2.44$$

Es así que, con estas cualidades se puede precisar los espesores de cada capa del pavimento flexible, según lo siguiente:

- **Ensayo Marshall**

Para corroborar las propiedades que le brinda el Polietilenotereftalato a la mezcla asfáltica, fue necesario realizar el ensayo Marshall tanto a la mezcla

asfáltica tradicional como a la mezcla asfáltica con 3%, 5% y 7% de Polietilenotereftalato.

Mezcla asfáltica tradicional:

Se procedió a elaborar el diseño de mezcla asfáltica en caliente gracias al método Marshall, según la siguiente figura que indica los materiales utilizados y las composiciones de la dosificación correspondiente.

Figura 35. Materiales para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente

MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIA
Agregados	Piedra chancada 1/2"	Cantera Jicamarca
	Piedra chancada 3/8"	Cantera Jicamarca
	Arena chancada y zarandeada	Cantera Jicamarca
Asfalto Convencional	PEN 60/70	Refinería Repsol

Fuente: Elaboración Propia

Figura 33. Dosificación para el diseño Marshall

MATERIALES	PORCENTAJES %
Piedra chancada 1/2"	15%
Piedra chancada 3/8"	25%
Arena chancada y zarandeada	60%

Fuente: Elaboración Propia

Luego, se resultó a elaborar el ensayo Marshall, por lo que en las posteriores figuras se muestra cómo se realizó el diseño de la mezcla tradicional con referente a 4 contenidos de cemento asfáltico, el primero es natural, el segundo con un 3% de adición de Polietilenotereftalato, el tercero con 5% de adición de Polietilenotereftalato y el cuarto con 7% de adición de Polietilenotereftalato.

Figura 34. Diseño de mezcla asfáltica tradicional.

N°	N° BRIQUETAS			
1	% CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA	4.0	4.5	5
2	% A. GRUESO (1/2") EN PESO DE LA MEZCLA	14.40	14.33	14.25
3	% A. GRUESO (3/8") EN PESO DE LA MEZCLA	24.00	23.88	23.75
4	% A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	57.60	57.30	57
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APA	1.024	1.024	1.024
6	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO	2.732	2.732	2.732
7	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO	2.705	2.705	2.705
8	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO CH.	2.715	2.715	2.715
9	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1141.2	1143.6	1154.2
10	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE SS (g)	1145.2	1146.5	1156.5
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	669.5	673.2	682.6
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm ³)	475.7	473.3	473.9
13	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2.399	2.416	2.436
14	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm ³)	2.392	2.409	2.429
15	PESO ESPECIFICO MÁXIMO -ASTM D 2041	2.581	2.561	2.541
16	% VACIOS - ASTM D 3203	7.0	5.7	4.1
17	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2.715	2.715	2.7150
18	V.M.A. (%)	15.2	15	14.8
19	% VACIOS LLENADOS CON C.A.	53.9	62	72.3
20	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOT	2.755	2.757	2.756
21	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.3	0.6	0.6
22	% ASFALTO EFECTIVO	3.47	3.96	4.5
23	FLUJO (0,01pulgada)	11.0	12	13
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	1496	1538	1560
25	FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1.14	1.14	1.14
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1706	1754	1778

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 37, se puede apreciar el ensayo Marshall de mezcla asfáltica tradicional.

Figura 35. Diseño de mezcla asfáltica con adición de 3% de Polietilenotereftalato.

N°	N° BRIQUETAS			
1	% CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.0	4.5	5
2	% A. GRUESO (1/2") EN PESO DE LA MEZCLA	14.40	14.33	14.25
3	% A. GRUESO (3/8") EN PESO DE LA MEZCLA	24.00	23.88	23.75
4	% A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	57.60	57.30	57
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	1.024	1.024	1.024
6	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (1/2")	2.732	2.732	2.732
7	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (3/8")	2.705	2.705	2.705
8	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO CHANCADO	2.715	2.715	2.715
9	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1191.2	1193.6	1195.4
10	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE SS (g)	1192.4	1194.5	1196.5
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	699.2	705.6	708
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm ³)	493.2	488.9	488.5
13	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2.415	2.441	2.447
14	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm ³) - ASTM D 27	2.408	2.434	2.440
15	PESO ESPECIFICO MÁXIMO -ASTM D 2041	2.581	2.561	2.541
16	% VACIOS - ASTM D 3203	6.4	4.7	3.7
17	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2.715	2.715	2.7150
18	V.M.A. (%)	14.6	14.1	14.4
19	% VACIOS LLENADOS CON C.A.	56.2	66.7	74.3
20	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.755	2.757	2.756
21	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.6	0.6	0.6
22	% ASFALTO EFECTIVO	3.47	3.96	4.5
23	FLUJO (0,01 pulgada)	10	11	12
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	1496	1538	1560
25	FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1.09	1.09	1.09
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1512	1520	1612

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 38, se puede observar el ensayo Marshall de mezcla asfáltica con un 3% de Polietileno tereftalato.

Figura 36. Diseño de mezcla asfáltica con adición de 5% de Polietileno tereftalato.

N°	N° BRIQUETAS			
1	% CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.0	4.5	5
2	% A. GRUESO (1/2") EN PESO DE LA MEZCLA	14.40	14.33	14.25
3	% A. GRUESO (3/8") EN PESO DE LA MEZCLA	24.00	23.88	23.75
4	% A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	57.60	57.30	57
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	1.024	1.024	1.024
6	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (1/2")	2.732	2.732	2.732
7	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (3/8")	2.705	2.705	2.705
8	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO CHANCADO	2.715	2.715	2.715
9	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1195.3	1194.6	1196.8
10	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE 55 (g)	1196.8	1195.1	1197
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	698.2	706.2	709.5
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm ³)	498.6	488.9	487.5
13	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2.397	2.443	2.455
14	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm ³)- ASTM D 27	2.390	2.436	2.448
15	PESO ESPECIFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.581	2.561	2.541
16	% VACIOS - ASTM D 3203	7.1	4.6	3.4
17	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2.715	2.715	2.7150
18	V.M.A. (%)	15.2	14.1	14.1
19	% VACIOS LLENADOS CON C.A.	53.3	67.4	75.9
20	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.755	2.757	2.756
21	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.6	0.6	0.6
22	% ASFALTO EFECTIVO	3.47	3.96	4.5
23	FLUJO (0.01pu/gada)	10	11	12
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	1496	1538	1560
25	FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1.04	1.09	1.09
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1515	1582	1612

Fuente: Elaboración Prooia

En la Figura 39, se puede apreciar el ensayo Marshall de mezcla asfáltica con un 5% de Polietilenotereftalato.

Figura 37. Diseño de mezcla asfáltica con adición de 7% de Polietileno tereftalato.

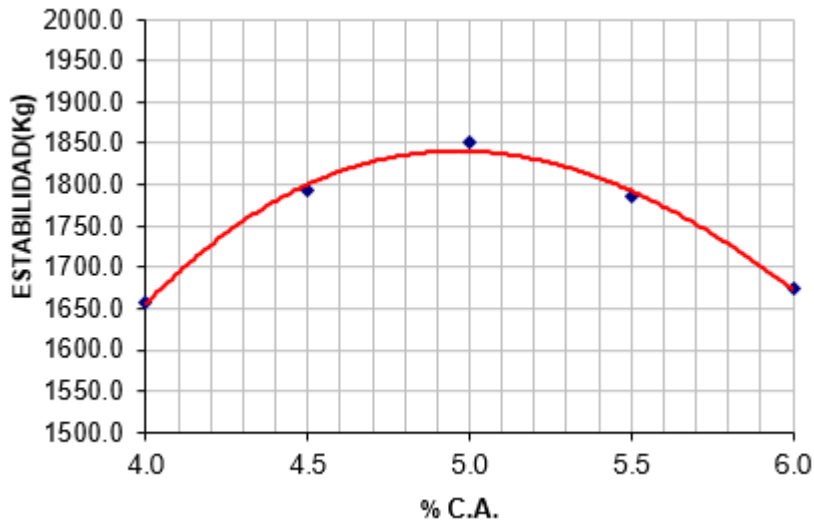
N°	N° BRIQUETAS			
1	% CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.0	4.5	5
2	% A. GRUESO (1/2") EN PESO DE LA MEZCLA	14.40	14.33	14.25
3	% A. GRUESO (3/8") EN PESO DE LA MEZCLA	24.00	23.88	23.75
4	% A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	57.60	57.30	57
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	1.024	1.024	1.024
6	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (1/2")	2.732	2.732	2.732
7	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (3/8")	2.705	2.705	2.705
8	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO CHANCADO	2.715	2.715	2.715
9	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1195.9	1195.8	1195.2
10	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE SS (g)	1197.3	1196.3	1196
11	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	698.5	707.2	708.2
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm ³)	498.8	489.1	487.8
13	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2.398	2.445	2.45
14	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm ³)- ASTM D 27	2.391	2.438	2.443
15	PESO ESPECIFICO MÁXIMO -ASTM D 2041	2.581	2.561	2.541
16	% VACIOS - ASTM D 3203	7.1	4.5	3.6
17	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2.715	2.715	2.7150
18	V.M.A. (%)	15.2	14	14.3
19	% VACIOS LLENADOS CON C.A.	53.3	67.9	74.8
20	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.755	2.757	2.756
21	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.6	0.6	0.6
22	% ASFALTO EFECTIVO	3.47	3.96	4.5
23	FLUJO (0,01pulgada)	9	10	11
24	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	1496	1538	1560
25	FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1.04	1.09	1.09
26	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1496	1566	1632

Fuente: Elaboración Prooia

En la Figura 40, se puede observar el ensayo Marshall de mezcla asfáltica con un 7% de Polietileno tereftalato.

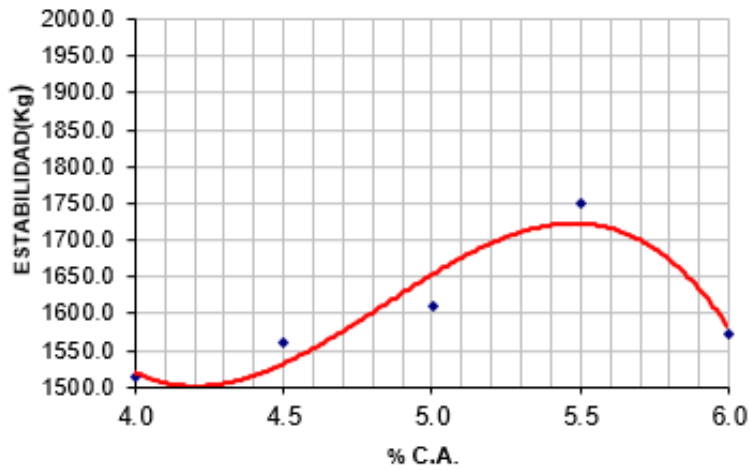
Posteriormente de obtener los datos de los 04 ensayos Marshall, se emanó a elaborar las gráficas correspondientes a delimitar el contenido óptimo de cemento asfáltico y su índice de rigidez.

Figura 38. Porcentaje de cemento asfáltico Vs. estabilidad. (Diseño natural)



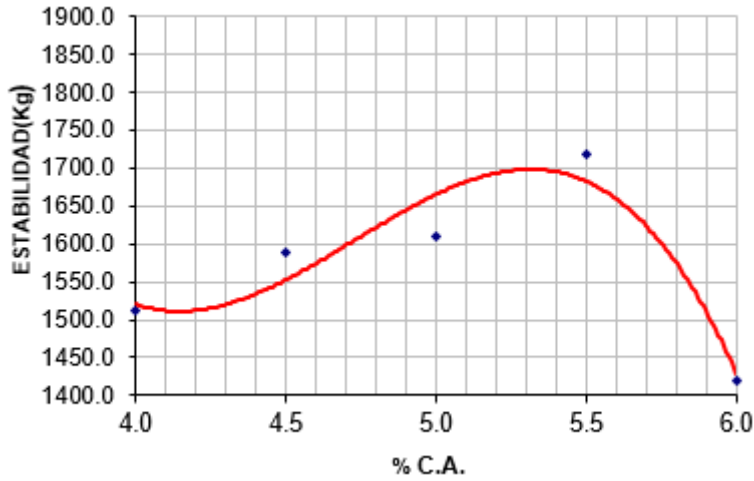
Fuente: Elaboración Propia

Figura 39. Porcentaje de cemento asfáltico Vs. estabilidad. (3% Polietileno tereftalato)



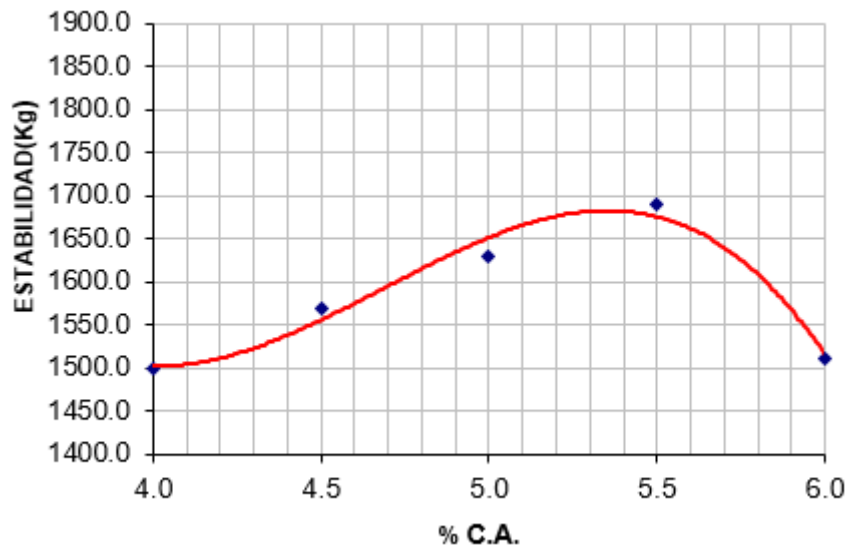
Fuente: Elaboración Propia

Figura 40. Porcentaje de cemento asfáltico Vs. estabilidad. (5% Polietileno tereftalato)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 41. Porcentaje de cemento asfáltico Vs. estabilidad. (7% Polietileno tereftalato)



Fuente: Elaboración Propia

- Evaluación de costos:

Se consideró realizar una evaluación económica para comparar el presupuesto total utilizado para cada caso, pavimento flexible y pavimento reforzado con Polietileno tereftalato, para ello se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

En primer lugar, se decidió que el diseño del pavimento sea de “Autopista de segunda clase” para lo cual se optó por dos calzadas que contienen dos carriles, cada uno de ellos de 3.30m y divididas de un separador central de 1.60m de ancho.

Figura 42. Dimensiones de diseño

NOMBRE	CANTIDAD
Longitud	1000 m
Ancho	13.2 m
Espesor Carpeta Asfáltica	9 cm
Espesor Base	21 cm
Área de la vía	13200 m ²

Fuente: Elaboración Propia

Una vez determinadas las dimensiones del pavimento, se distinguió el costo de construcción tanto para un pavimento convencional como para uno reforzado con Polietileno tereftalato. Cabe resaltar que, en la base, según el ensayo CBR que determinó que al 100% se contaba con una máxima densidad seca de 0.1” de 60%, por lo que se empleará el material propio de cantera del mismo lugar, ya que se encuentra en estado óptimo.

Es necesario mencionar, que el valor de la carpeta asfáltica es establecido por el costo del valor unitario del grosor de la estructura del pavimento.

Seguidamente, se interpreta el estudio de precio unitario de cada partida correspondiente al uno de pavimento convencional y también al pavimento reforzado con Polietileno tereftalato.

Figura 43. Análisis de rendimiento para la implementación de carpeta asfáltica tradicional.

Partida	CARPETA ASFÁLTICA TRADICIONAL					
Rendimiento	MO.250 M3/Día					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0320	24.3	0.78	
PEÓN	hh	6.0000	0.2580	16.37	4.19	
					4.97	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.97	0.25	
RODILLO NEUMÁTICO AUTOP81-100HP 5.5 -20T	hm	1.0000	0.0320	150.17	4.81	
RODILLO TANDEM ESTATIC ALT 58-70HP 5-10T	hm	1.0000	0.0320	207.87	6.46	
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69HP	hm	1.0000	0.0320	110.81	3.55	
					15.07	
Materiales						
PREP. MEZCLA ASFÁLTICA	m3		1.2500	81.29	101.61	
PIEDRA (P/ASFALTO)	m3		1.0000	22.82	22.82	
ARENA (P/ASFALTO)	m3		1.0000	31.59	31.59	
ASFALTO LÍQUIDO RC-250	Glb		1.0000	4.34	4.34	
ASFALTO DILUIDO MC-30	Glb		1.0000	4.59	4.59	
KEROSENE INDUSTRIAL	Glb		1.0000	8.75	8.75	
					173.70	

Fuente: Elaboración Propia

Según la Figura 46, se puede determinar que el rendimiento de mano de obra para una mezcla asfáltica convencional es de 250 m³/Día.

Figura 44. Análisis de rendimiento para la implementación de mezcla asfáltica con Polietileno tereftalato al 3%

Partida	CARPETA ASFÁLTICA CON PET 3%					
Rendimiento	MO. 850 MB/Día					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Prelo 3/.	Parotal 3/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0890	24.3	2.16	
PEÓN	hh	4.0000	0.0356	16.37	0.58	
					2.76	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.80	0.04	
RODILLO NEUMÁTICO AUTOP81-100HP 5.5 -20T	hm	1.0000	0.0089	150.17	1.33	
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69 HP	hm	1.0000	0.0320	110.81	3.55	
					4.82	
Materiales						
PREP. MEZCLA ASFÁLTICA	m3		1.2500	81.29	101.61	
PIEDRA (P/ASFALTO)	m3		1.0000	22.82	22.82	
ARENA (P/ASFALTO)	m3		1.0000	31.59	31.59	
ASFALTO LÍQUIDO RC-250	Glb		1.0000	4.34	4.34	
ASFALTO DILUIDO MC-30	Glb		1.0000	4.59	4.59	
KEROSENE INDUSTRIAL	Glb		1.0000	8.75	8.75	
					173.70	

Fuente: Elaboración Propia

Según la Figura 47, se puede determinar que el rendimiento de mano de obra para una mezcla asfáltica convencional es de 850 m³/Día.

Figura 45. Análisis de precio unitario de mezcla asfáltica tradicional.

APU MEZCLA S A SFALTICA S CONVENCIONAL						
Partida	PRODUCCION DE MEZCLA A SFALT. EN CALIENTE PEN 60/70					
Rendimiento	m3/DIA					
Costo unitario directo por: m3	S/.540.12 (sin Igv)					
Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantida d	Precio S/.	Parcial S/.	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0321	12.83	0.41	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0321	14.75	0.47	
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0321	19.18	0.62	
PEON	hh	3.0000	0.0964	11.58	1.12	
					2.62	
Mate riales						
PETROLEO DIESEL #2	gal		5.8000	10.84	62.87	
ARENA ZARANDEADA (P/ ASAFALTO)	m3		0.1200	21.94	2.63	
PIEDRA CHANCADA (P/ ASAFALTO)	m3		0.5200	34.98	18.19	
ARENA CHANCADA (P/ ASAFALTO)	m3		0.4300	61.97	26.66	
CEMENTO ASFALTICO	kg		132.2960	2.61	345.30	
MEJORADOR DE ADHERENCIA (RADICOTE)	kg		0.6614	10.48	6.93	
FILLER(CAL HIDRATADA)	kg		42.9740	0.88	37.82	
					500.39	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.62	0.13	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3	hm	1.0000	0.0321	170.08	5.46	
GRUPO ELECTROGENO 230HP 150 KW	hm	1.0000	0.0321	172.83	5.55	
GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	2.0000	0.0643	139.38	8.96	
PLANTA DE ASFALTO DE 60 - 115 Ton/hr	hm	1.0000	0.0321	530	17.01	
					37.11	

Fuente: Elaboración Propia

Según la Figura 48, se puede determinar que el rendimiento por metro cúbico por día para una mezcla asfáltica convencional tiene un valor de S/.540.12.

Figura 46. Análisis de precio unitario de mezcla asfáltica con Polietilenotereftalato al 3%.

APU MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL						
Partida	PRODUCCION DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE PEN 60/70					
Rendimiento	m3/DIA					
Costo unitario directo por: m3	S/.532.96 (sin Igv)					
	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
OFICIAL		hh	1.0000	0.0321	12.83	0.41
OPERARIO		hh	1.0000	0.0321	14.75	0.47
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0321	19.18	0.62
PEON		hh	3.0000	0.0964	11.58	1.12
						2.62
	Materiales					
PETRÓLEO DIESEL #2		gal		5.8	10.84	62.872
ARENA ZARANDEADA (P/ ASAFALTO)		m3		0.16	21.94	3.5104
PIEDRA CHANCADA (P/ ASAFALTO)		m3		0.4	34.98	13.992
ARENA CHANCADA (P/ ASAFALTO)		m3		0.43	61.97	26.6471
CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70		kg		132.34	2.61	345.4074
POLIETILENOTEREFALATO		kg		6	6.80	40.8
						493.23
	Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5	2.62	0.13
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3		hm	1.0000	0.0321	170.08	5.46
GRUPO ELECTRÓGENO 230HP 150 KW		hm	1.0000	0.0321	172.83	5.55
GRUPO ELECTRÓGENO 116 HP 75 KW		hm	2.0000	0.0643	139.38	8.96
PLANTA DE ASFALTO DE 60 - 115 Ton/hr		hm	1.0000	0.0321	530	17.01
						37.11

Fuente: Elaboración Propia

Según la Figura 49, se puede determinar que el rendimiento por metro cúbico por día para una mezcla asfáltica convencional tiene un valor de S/.532.96

Luego de hallar los precios unitarios por cada tipo de pavimento, se realizó el presupuesto incorporando los 1005 metros de la avenida Tantamayo, habilitación de 04 carriles, 1 separador intermedio, implementación de veredas y señalización de las vías, teniendo así dos valores, según lo siguiente:

Figura 47. Presupuesto para pavimento tradicional

Presupuesto

Presupuesto **1401001** Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida
 Subpresupuesto **001** Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida
 Tantamayo San Martín de Porres, 2021

Costo al **29/06/2021**

Lugar **LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	OBRAS DE PAVIMENTACION				1,853,181.32
1.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,178,585.60
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	8,861.25	10.20	90,384.75
01.01.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA PARA SARDINELES	m	2,745.99	36.24	99,514.68
01.01.03	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO	m2	11,292.77	3.49	39,411.77
01.01.04	SUB BASE GRANULAR E=0.20 C/EQUIPO	m2	11,292.77	17.17	193,896.86
01.01.05	BASE GRANULAR E=0.30M C/EQUIPO	m2	11,292.77	27.09	305,921.14
01.01.06	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA D=10KM	m3	11,680.26	38.48	449,456.40
1.02	PAVIMENTO FLEXIBLE				526,243.08
01.02.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	11,292.77	4.04	45,622.79
01.02.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	m2	11,292.77	42.56	480,620.29
1.03	SARDINELES				148,352.64
01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL PERALTADO 0.15X0.45M	m2	977.37	34.92	34,129.76
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL 0.15X0.30M	m2	1,001.76	37.86	37,926.63
01.03.03	SARDINEL SUMERG. DE CONC. F'c=175 KG/CM2 (0.15x0.30m) INC. ENCOF	m3	75.14	342.02	25,699.38
01.03.04	SARDINEL PERALTADO DE CONC. F'c=175 KG/CM2 (0.15x0.45m) INC. ENCOF	m3	72.66	275.11	19,989.49
01.03.05	JUNTA DE DILATACION ASFALTO-ARENA 1:3, E=1"	m	82.38	7.41	610.44
01.03.06	ACERO F'Y = 4200 KG/CM2, SARDINEL PERALTADO	kg	1,506.96	4.98	7,504.66
01.03.07	CURADO EN SARDINEL PERALTADO	m2	734.82	3.24	2,380.82
01.03.08	PINTURA EN SARDINEL PERALTADO	m2	484.38	41.52	20,111.46
3	ADOQUINADO DE CONCRETO EN BERMAS				155,923.22
3.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE MAT. SUELTO C/EQUIPO	m3	328.94	13.77	4,529.50
3.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA D=10KM	m3	427.62	38.48	16,454.82
3.03	ACARREO DE ADOQUIN	m2	1,644.71	0.69	1,134.85
3.04	BASE GRANULAR C/AFIRADO COMPACTADO E=0.10M	m2	1,644.71	16.07	26,430.49
3.05	CAMA DE ARENA E=0.02M	m2	1,644.71	2.60	4,276.25
3.06	COLOCACION DE BLOQUE PARA GRASS MICHI	m2	1,644.71	45.27	74,456.02
3.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEMILLA DE PASTO	m2	1,644.71	10.89	17,910.89
3.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANTA VERGOLAGA (INC. TIERRA DE CHACRA)	und	240.00	44.71	10,730.40
2	VEREDAS				520,832.99
2.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				152,617.36
02.01.01	CORTE MANUAL EN VEREDAS TERRENO NORMAL	m3	968.90	27.53	26,673.82
02.01.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE C.EQU. LIVIANO	m2	3,157.41	13.83	43,666.98
02.01.03	BASE GRANULAR E=0.10M C/EQ. LIVIANO	m2	2,104.94	16.07	33,826.39
02.01.04	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA D=10KM	m3	1,259.10	38.48	48,450.17
2.02	VEREDAS DE CONCRETO				212,292.41
02.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS	m2	471.68	37.86	17,857.80
02.02.02	VEREDA DE CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175 KG/CM2 (ACAB. SEMI PULIDO)	m2	3,022.41	44.90	135,706.21
02.02.03	SARDINEL SUMERG. DE CONC. F'c=175 KG/CM2 (0.15x0.30m) INC. ENCOF	m3	86.67	342.02	29,642.87
02.02.04	JUNTA DE DILATACION ASFALTO-ARENA 1:3, E=1"	m	86.67	7.41	642.22
02.02.05	CURADO DE VEREDAS	m2	3,157.41	3.31	10,451.03
02.02.06	PINTURA DE BORDE DE VEREDAS	m2	433.34	41.52	17,992.28
4	SEÑALIZACION				142,448.99
4.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL				131,089.59
04.01.01	PINTURA LINEAL CONTINUA e=0.10m	m	4,452.24	8.77	39,046.14
04.01.02	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	6,261.80	11.62	72,762.12
04.01.03	PINTURA DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	597.50	32.27	19,281.33
4.02	SEÑALIZACION VERTICAL				11,359.40
04.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALETICA R-1 (INC. BASE Y POSTE)	und	20.00	436.90	8,738.00
04.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALETICA R-30 (INC. BASE Y POSTE)	und	6.00	436.90	2,621.40
	Costo Directo				2,516,463.30

SON : DOS MILLONES QUINIENTOS DIECISEIS MIL CUATROCIENTOS SESENTITRES Y 30/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración Propia

Figura 48. Presupuesto para pavimento con Polietileno tereftalato al 3%

Presupuesto					
Presupuesto	1401001	Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021			
Cliente	PACCHA, AUGUSTO			Costo al	29/06/2021
Lugar	LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	OBRAS DE PAVIMENTACION				1,801,686.29
1.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,178,585.60
01.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	8,861.25	10.20	90,384.75
01.01.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA PARA SARDINELES	m	2,745.99	36.24	99,514.68
01.01.03	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO	m2	11,292.77	3.49	39,411.77
01.01.04	SUB BASE GRANULAR E=0.20 C/EQUIPO	m2	11,292.77	17.17	193,896.86
01.01.05	BASE GRANULAR E=0.30M C/EQUIPO	m2	11,292.77	27.09	305,921.14
01.01.06	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA D=10KM	m3	11,680.26	38.48	449,456.40
1.02	PAVIMENTO FLEXIBLE				474,748.05
01.02.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	11,292.77	4.04	45,622.79
01.02.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3" CON PET	m2	11,292.77	38.00	429,125.26
1.03	SARDINELES				148,352.64
01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL PERALTADO 0.15X0.45M	m2	977.37	34.92	34,129.76
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL 0.15X0.30M	m2	1,001.76	37.86	37,926.63
01.03.03	SARDINEL SUMERG. DE CONC. F'C=175 KG/CM2 (0.15x0.30m) INC. ENCOF	m3	75.14	342.02	25,899.38
01.03.04	SARDINEL PERALTADO DE CONC. F'C=175 KG/CM2 (0.15x0.45m) INC. ENCOF	m3	72.66	275.11	19,989.49
01.03.05	JUNTA DE DILATACION ASFALTO-ARENA 1:3, E=1"	m	82.38	7.41	610.44
01.03.06	ACERO FY = 4200 KG/CM2, SARDINEL PERALTADO	kg	1,506.96	4.98	7,504.66
01.03.07	CURADO EN SARDINEL PERALTADO	m2	734.82	3.24	2,380.82
01.03.08	PINTURA EN SARDINEL PERALTADO	m2	484.38	41.52	20,111.46
2	VEREDAS				520,832.99
2.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				152,617.36
02.01.01	CORTE MANUAL EN VEREDAS TERRENO NORMAL	m3	968.90	27.53	26,673.82
02.01.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE C.EQU. LIVIANO	m2	3,157.41	13.83	43,666.98
02.01.03	BASE GRANULAR E=0.10M C/EQ. LIVIANO	m2	2,104.94	16.07	33,826.39
02.01.04	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA D=10KM	m3	1,259.10	38.48	48,450.17
2.02	VEREDAS DE CONCRETO				212,292.41
02.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS	m2	471.68	37.86	17,857.80
02.02.02	VEREDA DE CONCRETO PREMEZCLADO F'C=175 KG/CM2 (ACAB. SEMI PULIDO)	m2	3,022.41	44.90	135,706.21
02.02.03	SARDINEL SUMERG. DE CONC. F'C=175 KG/CM2 (0.15x0.30m) INC. ENCOF	m3	86.67	342.02	29,642.87
02.02.04	JUNTA DE DILATACION ASFALTO-ARENA 1:3, E=1"	m	86.67	7.41	642.22
02.02.05	CURADO DE VEREDAS	m2	3,157.41	3.31	10,451.03
02.02.06	PINTURA DE BORDE DE VEREDAS	m2	433.34	41.52	17,992.28
3	ADOQUINADO DE CONCRETO EN BERMAS				155,923.22
3.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE MAT. SUELTO C/EQUIPO	m3	328.94	13.77	4,529.50
3.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA D=10KM	m3	427.62	38.48	16,454.82
3.03	ACARREO DE ADOQUIN	m2	1,644.71	0.69	1,134.85
3.04	BASE GRANULAR C/AFIMRADO COMPACTADO E=0.10M	m2	1,644.71	16.07	26,430.49
3.05	CAMA DE ARENA E=0.02M	m2	1,644.71	2.60	4,276.25
3.06	COLOCACION DE BLOQUE PARA GRASS MICHÍ	m2	1,644.71	45.27	74,456.02
3.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEMILLA DE PASTO	m2	1,644.71	10.89	17,910.89
3.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANTA VERGOLAGA (INC. TIERRA DE CHACRA)	und	240.00	44.71	10,730.40
4	SEÑALIZACION				142,448.99
4.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL				131,089.59
04.01.01	PINTURA LINEAL CONTINUA e=0.10m	m	4,452.24	8.77	39,046.14
04.01.02	PINTURA LINEAL DISCONTINUA E=0.10M	m	6,261.80	11.62	72,762.12
04.01.03	PINTURA DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	597.50	32.27	19,281.33
4.02	SEÑALIZACION VERTICAL				11,359.40
04.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALETICA R-1 (INC. BASE Y POSTE)	und	20.00	436.90	8,738.00
04.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALETICA R-30 (INC. BASE Y POSTE)	und	6.00	436.90	2,621.40
	COSTO DIRECTO				2,464,968.27

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 50, se puede apreciar que el costo total equivale a S/. 2 516463.30 para un pavimento tradicional. Por otro lado, en la Figura 51, se valida que el costo total del presupuesto es S/.2 464968.27, se resume lo siguiente:

Tabla 5. Diferencia de costos de implementación

TIPO	CANTIDAD S/.
Pavimento convencional	2,516,463.30
Pavimento con Polietileno tereftalato al 3%	2,464,968.27
Diferencia	51,495.03

Fuente: Elaboración Propia

Para esto, se debió considerar el costo de mantenimiento, pues se sabe que el pavimento flexible convencional, necesita mantenimiento cada cuatro años aproximadamente para prolongar su vida útil, caso contrario de un pavimento reforzado con Polietileno tereftalato al 3% que no necesita mantenimiento, ya que el mismo componente contiene características impermeabilizantes que lo convierten en más resistente al desgaste por rodadura de vehículos a la carpeta asfáltica.

V. DISCUSIÓN

En este proyecto de investigación, se ha tenido como objetivo principal precisar de qué manera influye la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021 y como objetivos específicos se tiene determinar la influencia en el comportamiento mecánico el empleo de Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible, determinar el beneficio económico incorporando Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible y finalmente, determinar la proporción adecuada de incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible de la avenida Tantamayo en el distrito de San Martín de Porres, 2021.

Se requiere debatir, para este proyecto de investigación, cuál es el efecto que causa incorporar el Polietileno tereftalato en distintos porcentajes, los cuales fueron 3%, 5% y 7%, luego compararlos respecto al asfalto tradicional y para ello se utilizará el método Marshall.

Discusión 1.-

¿De qué manera influye la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021?

Pinedo (2016) menciona que la adición del Polietileno mejora las características mecánicas, resistencia y elasticidad de la mezcla asfáltica. En este proyecto, se llegó a la misma conclusión debido a que la adición de Polietileno tereftalato en un 3% mejora notablemente el contenido de vacíos, contenido de aire incorporado y estabilidad. Se entiende que ambas investigaciones guardan relación en concluir que la adición de Polietileno tereftalato influye significativamente en el diseño del pavimento flexible.

Discusión 2.-

¿De qué manera influye en el comportamiento mecánico, la adición del Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021?

Herrera (2019) indica que la adición del PET mejora la trabajabilidad del pavimento flexible, siempre y cuando se respete la temperatura de mezcla que fue de 22°Celsius, debido a que ello hace que se mantenga constante. También refiere

que alrededor de 120°Celsius es lo recomendable respecto a la temperatura de compactación para conseguir una excelente trabajabilidad y buena compactación, puesto que ello otorga incrementar la resistencia y flexión de la carretera. A juzgar por mi investigación, al incorporar 3%, 5% y 7% de Polietileno tereftalato, se observó que la trabajabilidad es mejorada. En consecuencia, si se distribuyen la semejanza de los resultados en relación a Herrera (2019), por lo que ambos aducen que el Polietileno tereftalato aporta beneficios positivos al pavimento flexible.

Discusión 3.-

¿De qué manera influye económicamente la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021?

Silvestre (2017) menciona que el análisis de costo unitario de una mezcla asfáltica convencional por cada metro cúbico, tiene un valor de S/.540.12 a comparación de una mezcla asfáltica modificada que, por cada metro cúbico, tiene un costo de S/.525.89, por lo que la diferencia por cada metro cúbico es de S/.14.23, en lo que respecta a la variación es de un 2.63%. Respecto al presente proyecto, se realizó el cálculo que por cada metro cúbico de mezcla asfáltica tradicional se S/.540.12, y una mezcla asfáltica con Polietileno tereftalato incorporado al 3% tiene un valor de S/. 532.96, en lo que respecta a la diferencia es de S/.7.16, los mismos que representan una variación de 1.32%. Se concluye que, en ambas investigaciones, la incorporación de Polietileno tereftalato es positiva, ya que disminuye el costo por metro cúbico y esto generaría un monto mucho mayor respecto al kilometraje de una vía.

Discusión 4.-

¿Cuál es la proporción adecuada de incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021?

Osorio (2019) indica que la resistencia de un pavimento flexible presenta variaciones según el porcentaje añadido de plástico reciclado, indica que al incorporar 1% la estabilidad del cemento asfáltico está a un 6.08% para lograr la estabilidad que se requiere en estándares del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, sin embargo, al añadir 3% la estabilidad del cemento asfáltico

alcanza su punto óptimo dentro de los parámetros establecidos. Para esto, en el presente proyecto, también se determina que incorporando 3% de Polietileno tereftalato, las características que presenta el cemento asfáltico dentro del pavimento flexible, se encuentra dentro de los parámetros del Manual de Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Finalmente, se coincide en que la proporción adecuada de incorporación de Polietileno tereftalato es de 3%.

VI. CONCLUSIONES

1. Se llega a la conclusión que la incorporación de Polietileno tereftalato, en la proporción de 3% mejora considerablemente la trabajabilidad en un 0.6% de la mezcla asfáltica modificada, a comparación de la trabajabilidad que presenta una mezcla asfáltica convencional.
2. Fue posible plantear un diseño de mezcla de pavimento más sostenible para la avenida Tantamayo en el distrito de San Martín de Porres, que cumpla con las normativas y estándares actuales que indica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
3. Respecto al análisis de viabilidad económica, es importante mencionar, que además de que la incorporación de Polietileno tereftalato lo convierte en un diseño más rentable económicamente, cumple también con los estándares y parámetros vigentes, es rescatable también que es un diseño amigable con el medio ambiente, el cual genera sostenibilidad ambiental.
4. Se concluyó que el Polietileno tereftalato, al ser incorporado en proporciones de 3%, 5% y 7% afectan de manera positiva al porcentaje de vacío, por lo que disminuye en un 0.1%. Este beneficio es necesario para el estudio, debido a que aumentan la saturación del asfalto a la fisura que contribuye a mejorar la durabilidad del pavimento flexible.
5. Se concluyó que el costo de vida útil del pavimento flexible natural es de S/.2516463.30 respecto al costo de vida útil del pavimento flexible con PET 3% es de S/.2464968.27. Diferenciándose así en un total de S/.51495.03
6. El porcentaje óptimo de incorporación de Polietileno tereftalato se estableció en 3%, debido a que cumple notablemente los parámetros relacionados a la estabilidad y porcentaje de vacío.
7. Al realizarse la implementación del pavimento reforzado con Polietileno tereftalato, según la evaluación económica, también se deduce que el aprovechamiento de recursos energéticos a lo largo de la habilitación, construcción y mantenimiento, es mucho menor a un pavimento tradicional.

VII. RECOMENDACIONES

1. Gracias al análisis comparativo que desarrolló el presente proyecto de investigación, se ha demostrado que el Polietileno tereftalato, al ser agregado a la carpeta asfáltica, brinda la característica de reforzar la estabilidad del pavimento flexible, que se conoce que una de sus principales fallas a lo largo de su vida útil es esa, debido a que aporta, mediante su estructura, mayor resistencia.
2. Bajo los resultados obtenidos ante las distintas dosificaciones, es recomendable que se realicen ensayos de laboratorio con algún otro agregado de características similares al Polietileno tereftalato en proporciones semejantes, para poder calcular una cantidad adecuada para cada uno de ellos, de esta manera se podrá determinar un agregado específico para cada tipo de suelo.
3. Se recomienda el empleo del Polietileno tereftalato como material para aditivo en la implementación de un pavimento flexible, sobretodo de alto tránsito, puesto que aporta mayor resistencia a los ahuellamientos o asentamientos que son su constante falla.
4. Con el fin de evitar una sobrevaloración respecto a costos de transporte o movilidad de materiales, es recomendable realizar una cotización de materiales que se encuentren relativamente cerca al área del proyecto.
5. Es necesario llevar un correcto control de la temperatura al momento de realizar la mezcla para las briquetas del diseño Marshall, debido a que se debe trabajar a 160°C.

REFERENCIAS

- Comité de Seguimiento de la política de comunicación de la asociación española de la carretera (2016). La carretera en la sociedad del siglo XXI (2da ed). Recuperado de <https://www.aecarretera.com/Libro%20definitivo.pdf>
- Fantozzi E. (2016). Centro de Documentación para la Innovación de la Cadena de Suministro. Recuperado de <http://innovasupplychain.pe>
- García, F (2015) Transporte y desarrollo económico (5ta ed). Recuperado de <http://www.cepc.gob.es/Controls/Mav/getData.ashx?MAVqs=~aWQ9MzE2MzkmaWRIPTEwMzcmdXJsPTEwXm5hbWU9UkVDUF8wNDdfMDA1LnBkZiZmaWxlIPVJFQ1BfMDQ3XzAwNS5wZGYmdGFibGE9QXJ0aWN1bG8mY29udGVudD1hcHBsaWNhdGlvi9wZGY=>
- Huang, Y. H. (2004). Pavement Analysis and Design (Segunda ed.). Recuperado de <https://easyengineering.net/pavement-analysis-and-design-book-pdf/>
- Mallick y El-Korchi (2015). Pavement Engineering: Principles and Practice (2da ed) Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/327407362_Pavement_Engineering_Principles_and_Practice
- Manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2018. Recuperado de http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Massenlli G. y Paiva C. (2019). Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000400613
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de materiales. Dirección general de caminos y ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (s.f.). Índice medio diario anual. de <http://mtcgeo2.mtc.gob.pe>

Osorio Ariza. Oscar Amed (2019). Aplicación de plástico reciclado para mejorar la funcionalidad del pavimento flexible de la vía auxiliar avenida Auxiliar, Asociación Apavic – Carabayllo – Lima-2019. Lima. Universidad César Vallejo.

Pereda Huamán, C (2014). Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca – La Colpa. (tesis de posgrado). Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/498>

Piergiorgio Tataranni, Cesare Sangiorgi, Andrea Simone, Valeria Vignali, Claudio Lantieriy Giulio Dondi (2018). “A laboratory and field study on 100% Recycled Cement BoundMixture for base layers”. International Journal of Pavement Research and Technology

Polito Gerardo. (2015). Evolución, tecnologías aplicadas en la actualidad y el futuro de los pavimentos flexibles en México. D.F. México Editoriales.

Rico, A., & Del Castillo, H. (2015). La ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas (Vol. 2). Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/290117196/La-Ingenieria-de-Suelo-en-las-Vias-Terrestre-Aeropistas-Volumen2>

Robles,R (2015). Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – Surco – Lima. Recuperado de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2399>

Ruiz y Rodriguez (2016) Comparación técnico-económica del uso del pavimento rígido y pavimento flexible en Nicaragua, estudio de caso: Tramo Unikwas-Mulukuku (Monografía de titulación) Recuperado de <https://repositorio.unan.edu.ni/1356/1/73956.pdf>

Silvestre Velasquez Deyvis Fausto (2017). Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima- 2017. Lima. Universidad César Vallejo.

Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/document

os/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

Scipion, Eddy (2017). Diseño de carreteras, Normas DG caminos I. Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-de-diseno-decarreteras.pdf>

Taherkhani y Arshadi (2018) Investigación de las propiedades de fluencia del hormigón asfáltico modificado con PET. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/Investigating-the-Creep-Properties-of-PET-Modified-Taherkhani-Arshadi/3d2689b93c2317c76a0764b7b3400b5da64c8c6d>

Universidad de Buenos Aires (2016) Transporte urbano e interurbano en la Argentina. Recuperado de http://cyt.rec.uba.ar/piubat/SiteAssets/Documentos%20del%20sitio/PUBLICACIONES/PIUBAT_Transporte%20Urbano%20e%20Interurbano%20en%20la%20Argentina.pdf

Uribe Quispe, Jesús Fernando (2020). Aplicación de Polietileno (PET) en pavimento flexible para determinar el comportamiento físico – mecánico en la avenida Los Geranios, Huaral 2020. Lima. Universidad César Vallejo.

Vega, Daniel (2018) Diseño De Los Pavimentos De La Carretera De Acceso Al Nuevo Puerto De Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000) (Tesis de titulación) Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12088/VEGA_PERRIGO_DISE%C3%91O_PAVIMENTOS_CARRETERA_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vivar, G. (1995). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS (Segunda ed). Lima: Colecciones del Ingeniero Civil

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General	Variable Dependiente:		Topografía	Tipo de Investigación:		
¿De qué manera influye la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible de la avenida Tantamayo, 2021?	Determinar de qué manera influye la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021.	La incorporación del Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible en la avenida Tantamayo San Martín de Porres, influye significativamente.	Diseño de pavimento flexible	Estudios Básicos	Mecánica de Suelos	Aplicada	La técnica de recolección de datos directa aplicada en el presente proyecto de investigación será la válida, confiable y observación de campo.	La ficha de observación de campo o ficha de investigación serán los instrumentos permitirán garantizar que el proyecto de investigación sea válida, confiable y objetiva.
					Conteo Vehicular	Diseño de Investigación:		
					ESAL	Experimental		
				Método AASHTO 93	Confiability			
					Desviación Estandar			
					Serviciabilidad			
					CBR			
PSI	Metodología de la Investigación:							
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:	Variable Independiente:	DIMENSIONES	INDICADORES	Cuantitativa		
¿De qué manera influye en el comportamiento mecánico, la adición del Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021?	Determinar la influencia en el comportamiento mecánico el empleo de Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021.	Se determina que el empleo del Polietileno tereftalato influye significativamente en el comportamiento mecánico del diseño del pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres.	Polietileno tereftalato	Estudios Básicos	Tamizado	Diseño de la Investigación: Experimental		
¿De qué manera influye económicamente la incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño del pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021?	Determinar el beneficio económico incorporando Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021.	Se determina que el beneficio económico es significativo incorporando el Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres.		Propiedades Mecánicas	Resistencia al calor		Muestra:	
¿Cuál es la proporción adecuada de incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021?	Determinar la proporción adecuada de incorporación de Polietileno tereftalato en el diseño de pavimento flexible de la avenida Tantamayo en San Martín de Porres, 2021.	Se determina que la proporción adecuada a incorporar de Polietileno tereftalato es de 5% en el diseño de pavimento flexible en la avenida Tantamayo en San Martín de Porres.		Costo	Presupuesto	Conformada por 1 km de la avenida Tantamayo ubicada en el distrito de San Martín de Porres.		

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Diseño de Pavimento Flexible</p>	<p>Becerra (2018) El diseño de un pavimento flexible es determinado por el cálculo de espesores que conforman la subrasante, sub base, base y carpeta asfáltica, mediante distintos métodos, para que puedan soportar cargas estáticas y móviles durante un determinado periodo.</p>	<p>El diseño de un pavimento flexible está basado en un cálculo tanto de espesores de la subrasante, sub base, base y carpeta asfáltica para que, de esta forma, pueda soportar cargas de distintos tipo de manera óptima en un determinado tiempo.</p>	<p>Estudios Básicos</p>	<p>Topografía</p>
				<p>Mecánica de Suelos</p>
				<p>Conteo Vehicular</p>
			<p>Método AASHTO 93</p>	<p>ESAL</p>
				<p>Confiabilidad</p>
				<p>Desviación Estandar</p>
				<p>Serviciabilidad</p>
				<p>CBR</p>
<p>PSI</p>				

Anexo 3: Matriz de Operacionalización de la Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
Polietilentereftalato	<p>García (2017) El Polietilentereftalato es un polímero extremadamente duro, dimensionalmente estable, lineal de alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, por lo cual es apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, soplado y termoformado. Es adecuado para la fabricación de fibras.</p> <p>Betancourt (2014) Entre las características más resaltantes encontramos que es resistente a esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza. De igual forma presenta una gran indeformabilidad al calor.</p>	<p>El Polietilentereftalato es un agregado que cuenta con una dureza extrema, de igual forma es estable y adecuado para la fabricación de fibras.</p> <p>El Polietilentereftalato tiene como función principal resistir a la exposición al calor, control de humedad, ya que es un elemento rígido, puede soportar esfuerzos permanentes y desgastes.</p>	Estudios Básicos	Tamizado
			Propiedades Mecánicas	Resistencia al calor
			Costo	Presupuesto

Anexo 4: Panel Fotográfico del Área Delimitada



Estado actual de la Avenida Tantamayo comprendido entre la avenida Paramonga hacia la avenida Central



Anexo 5: Conteo Vehicular



FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

FRANCO DE LA CARRETERA		Av. Santa Martha - Plaza Chuquiurib													
SENTIDO		Auxiliar Condo Colono					Plaza Chuquiurib						S →		
UBICACIÓN		AVENIDA TANTAMAYO													
HORA	SENTIDO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL	DISTRIBUCIÓN
DIAGRAMA VEH.															
07:00-	N	29	19	15	1	2	6	17	18	0	16	3	2	128	13.85%
08:00	S	31	21	9	1	0	9	19	25	0	13	1	0	129	13.96%
08:00-	N	28	16	7	3	0	2	22	22	0	8	3	1	110	11.90%
09:00	S	28	17	10	1	1	4	18	29	0	7	4	1	120	12.99%
12:00-	N	17	11	12	1	0	7	21	27	0	6	2	0	104	11.26%
01:00	S	21	13	8	4	0	2	15	22	0	3	1	2	91	9.85%
5:00-	N	22	21	8	1	0	5	26	28	0	2	4	0	117	12.66%
6:00	S	28	19	4	2	1	10	29	28	0	4	2	0	125	13.53%
TOTAL		202	137	73	14	4	45	167	197	0	59	20	6	924	100%
%		21.86%	14.83%	7.90%	1.52%	0.43%	4.87%	18.07%	21.32%	0.00%	6.39%	2.16%	0.65%	100%	



FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

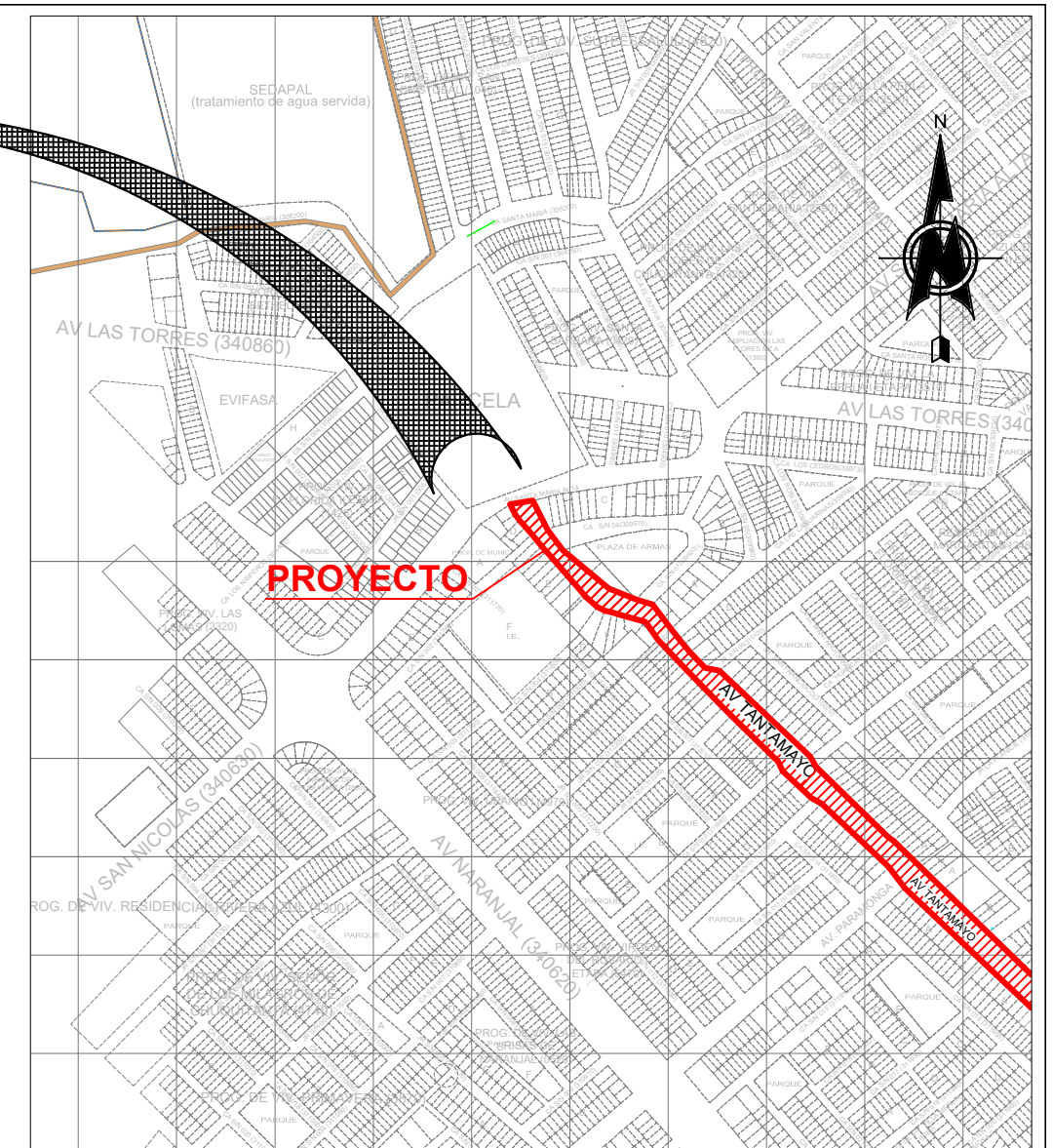
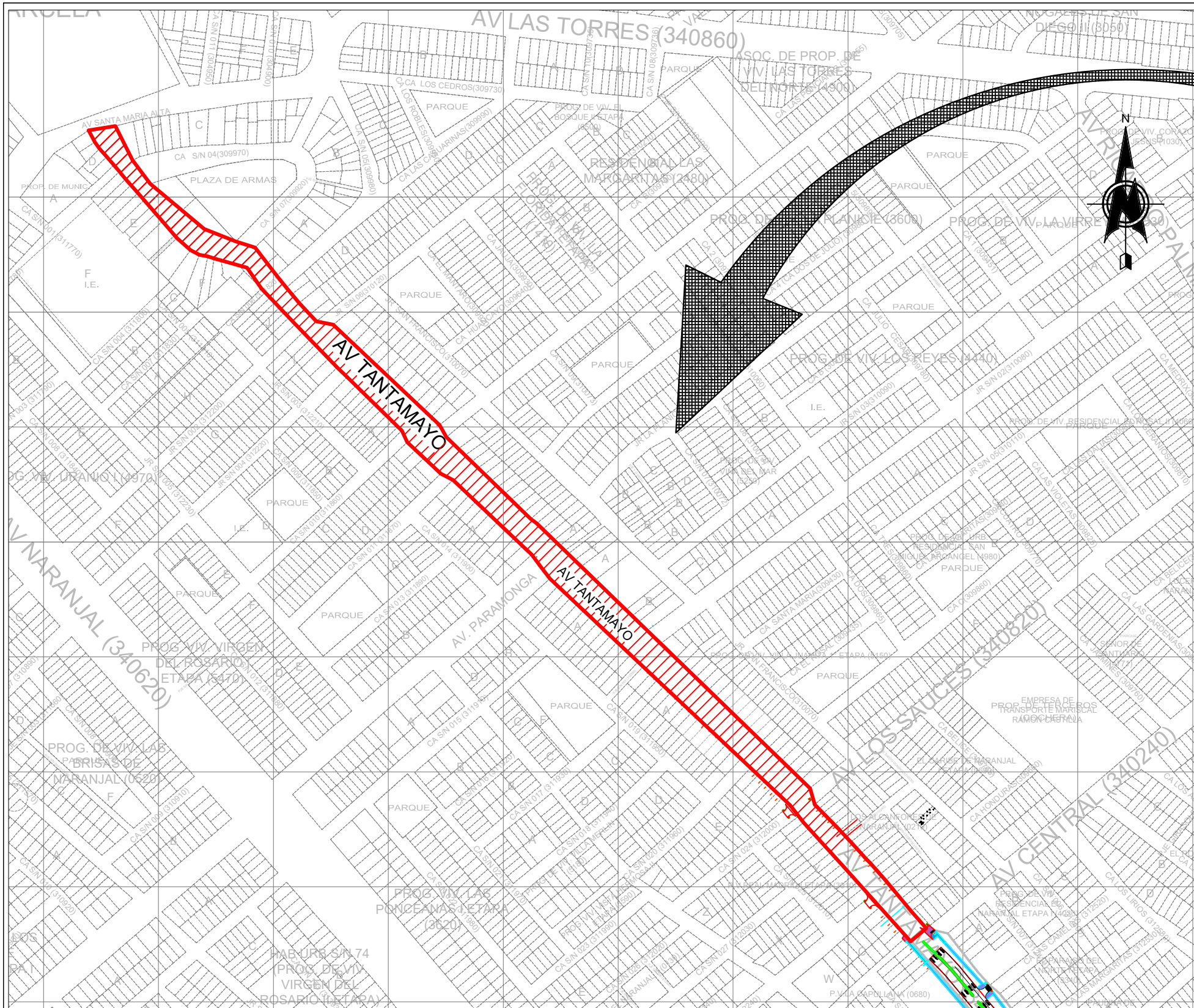
FRANCO DE LA CARRETERA		AVENIDA TANTAMAYO													
SENTIDO							S →								
UBICACIÓN		AVENIDA TANTAMAYO													
HORA	SENTIDO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL	DISTRIBUCIÓN
DIAGRAMA VEH.															
07:00-	N	22	15	10	1	1	5	22	12	0	11	1	0	100	10.49%
08:00	S	18	18	16	2	0	3	14	15	0	14	2	0	100	10.49%
08:00-	N	27	20	17	5	1	1	19	13	0	6	0	0	109	11.44%
09:00	S	22	17	19	1	0	4	21	18	0	3	0	1	106	11.12%
12:00-	N	18	22	13	4	1	2	24	19	0	7	0	0	110	11.54%
01:00	S	31	28	4	3	1	1	27	25	0	5	0	0	125	13.12%
5:00-	N	30	31	14	1	1	0	31	28	0	6	0	0	142	14.90%
6:00	S	35	33	19	2	1	5	29	31	0	6	0	0	161	16.89%
TOTAL		201	184	112	19	6	21	187	161	0	58	3	1	953	100.00%
%		21.09%	19.31%	11.75%	1.99%	0.63%	2.20%	19.62%	16.89%	0.00%	6.09%	0.31%	0.10%	100.00%	



FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

FRANCO DE LA CARRETERA		AVENIDA TANTAMAYO													
SENTIDO							S →								
UBICACIÓN		AVENIDA TANTAMAYO													
HORA	SENTIDO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL	DISTRIBUCIÓN
DIAGRAMA VEH.															
07:00-08:00	N	25	19	15	3	5	0	21	17	0	15	1	0	121	12.38%
	S	28	22	17	1	7	1	23	17	0	9	0	0	125	12.79%
08:00-09:00	N	31	26	14	2	1	0	25	15	0	8	4	0	126	12.90%
	S	35	14	15	1	1	0	26	17	0	3	1	0	113	11.57%
12:00-01:00	N	45	18	17	1	1	1	18	18	0	1	1	1	122	12.49%
	S	36	13	16	6	1	1	24	21	0	5	3	0	126	12.90%
5:00-6:00	N	34	16	11	5	4	1	27	22	0	9	0	0	129	13.20%
	S	29	14	9	4	1	0	33	19	0	6	0	0	115	11.77%
TOTAL		263	142	114	23	21	4	197	146	0	56	10	1	977	100.00%
%		26.92%	14.53%	11.67%	2.35%	2.15%	0.41%	20.16%	14.94%	0.00%	5.73%	1.02%	0.10%	100.00%	

ANEXO 6 : PLANO DE UBICACIÓN



PROYECTO

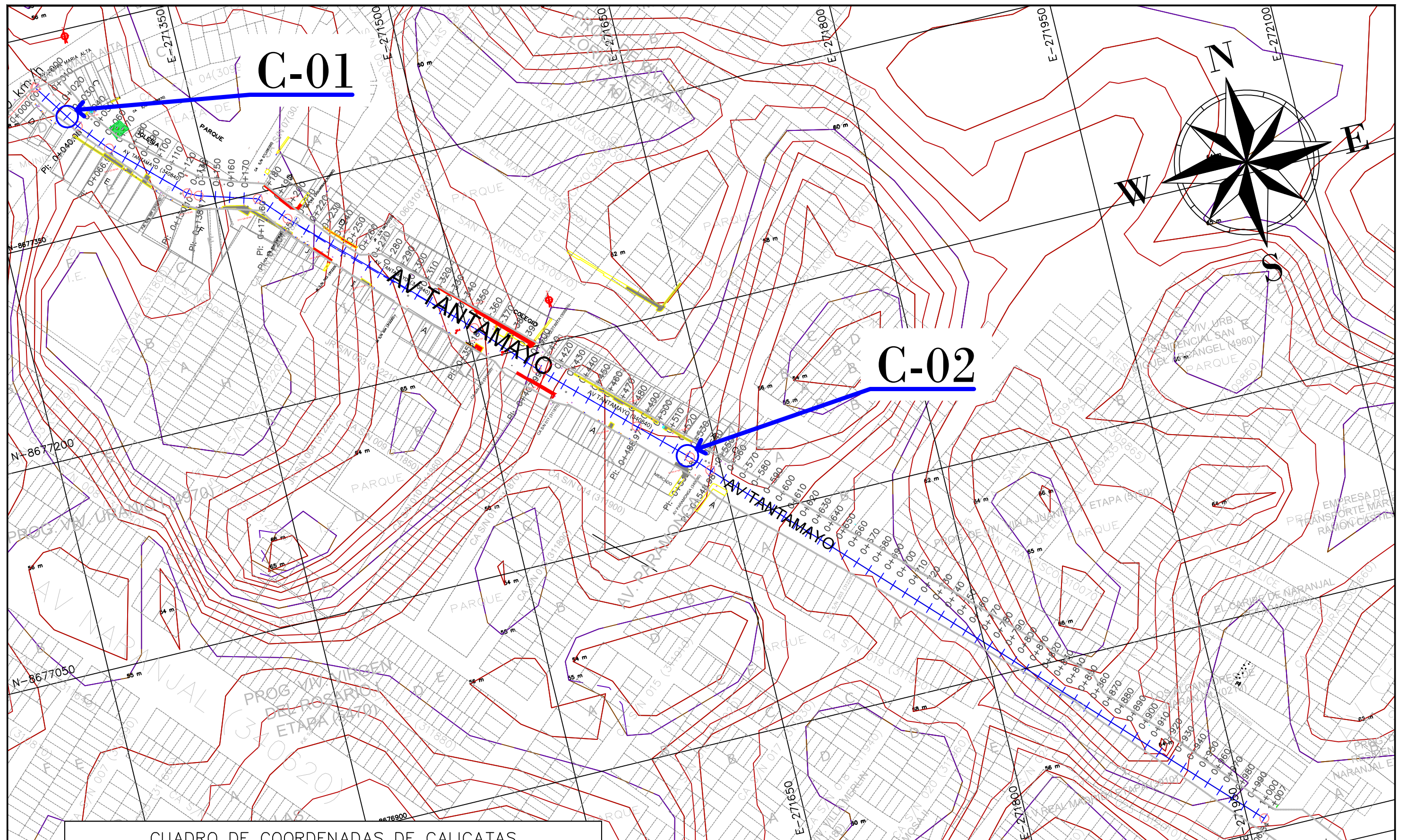
LOCALIZACIÓN
ESCALA =1/7500

ZONIFICACIÓN	
AREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA	
DEPARTAMENTO	: LIMA
PROVINCIA	: LIMA
DISTRITO	: SAN MARTIN DE PORRES
USO	: PISTAS Y VEREDAS

LOCALIZACIÓN
ESCALA =1/1500



PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021		N° PLANO DE: <h2>PU-01</h2>	
PROVINCIA:	LIMA		
DEPARTAMENTO:	LIMA		
DISTRITO:	SAN MARTIN DE PORRES		
ESPECIALIDAD:	PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN		
PROPIETARIO:	JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA		
REVISADO:	MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO		
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	JULIO 2021



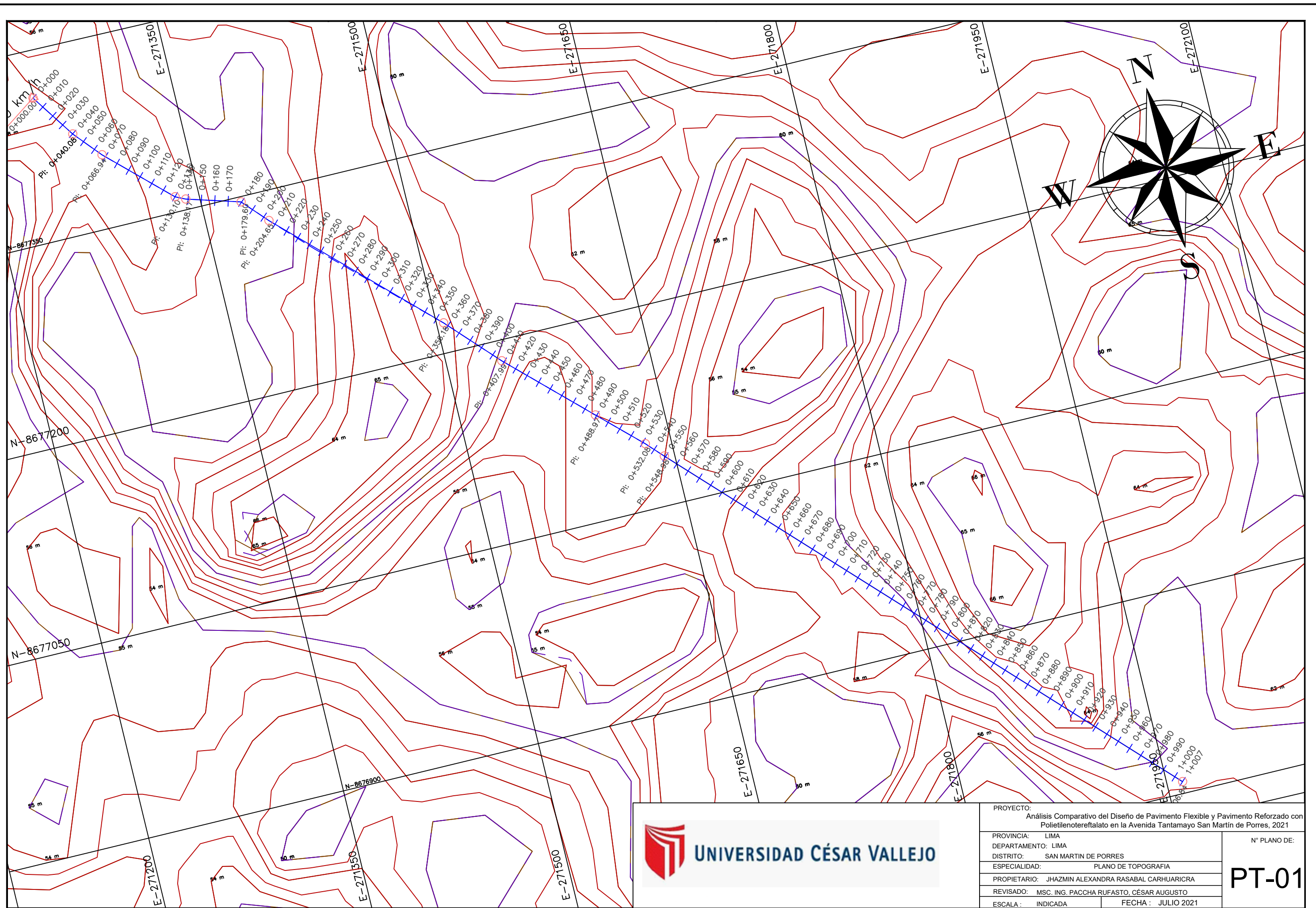
CUADRO DE COORDENADAS DE CALICATAS

PUNTO	UBICACIÓN(m)	ESTE(m)	NORTE(m)	H(m)	ESTRUCTURA
C-1	KM (0+030)	271263.197	8677433.429	1.5	Inicio de tramo
C-2	KM (0+530)	271629.101	8677100.431	1.5	A 500 metros

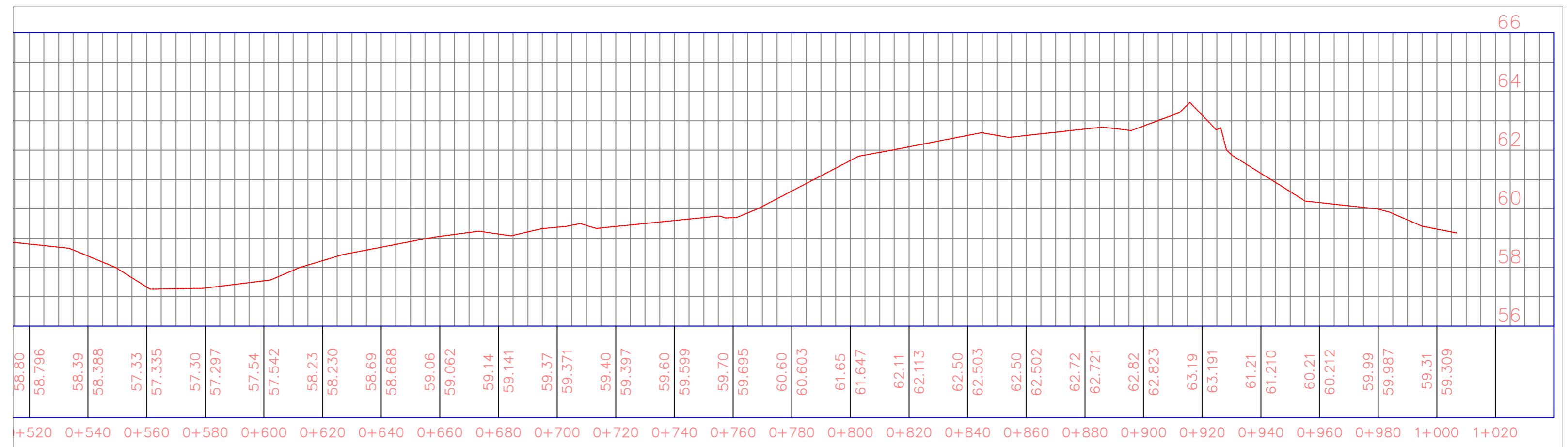
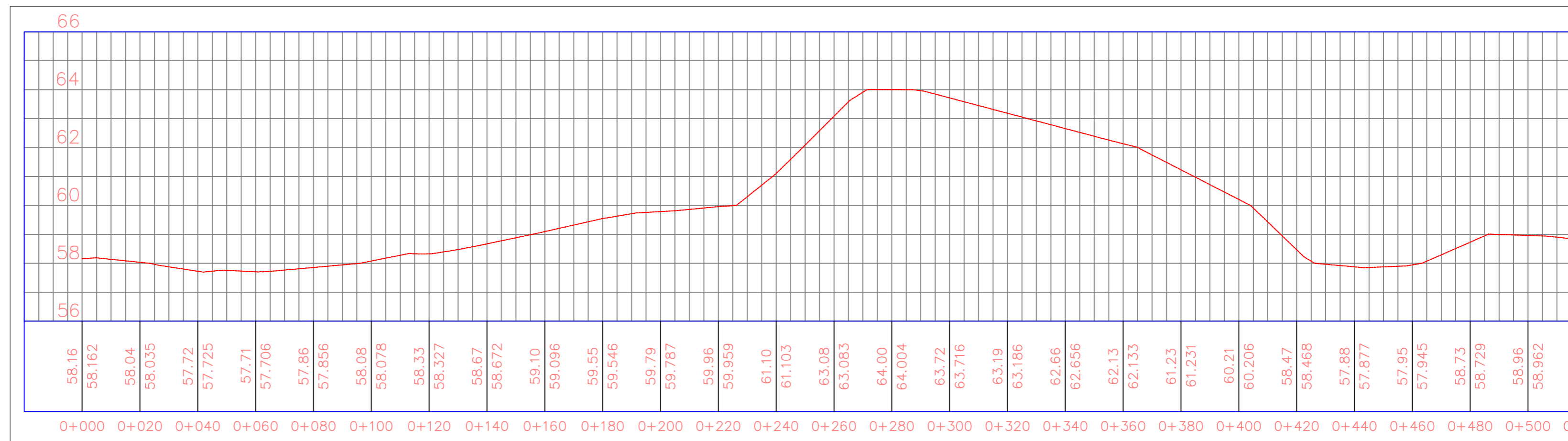
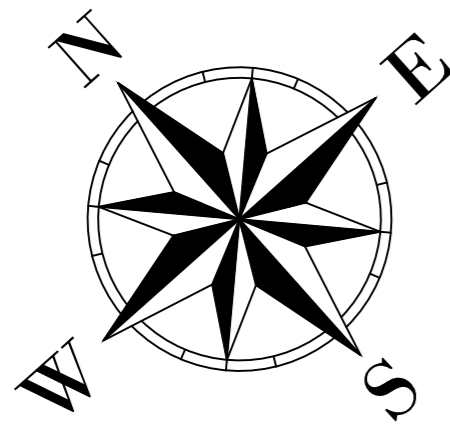
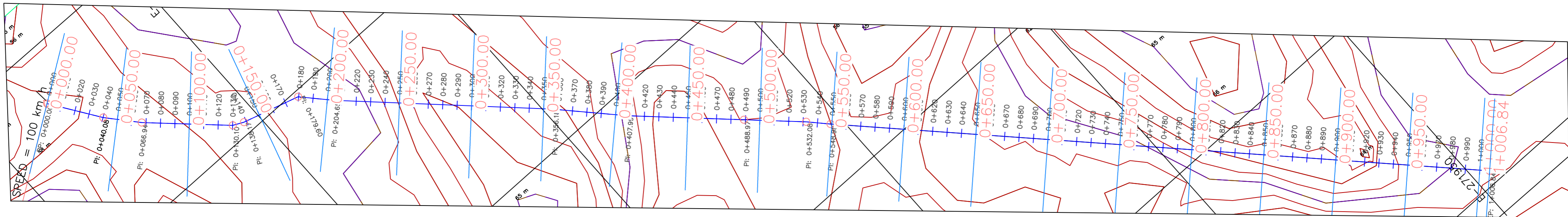


PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021		N° PLANO DE: <h1>PC-01</h1>
PROVINCIA: LIMA DEPARTAMENTO: LIMA DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES		
ESPECIALIDAD: PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS		
PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA		
REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AGUSTO ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2021		

ANEXO : PLANO DE TOPOGRAFIA



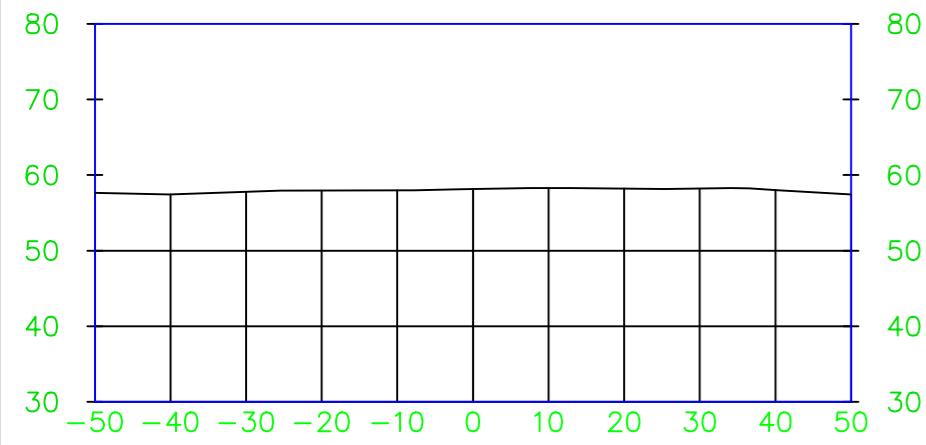
PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021		N° PLANO DE: PT-01
PROVINIA: LIMA DEPARTAMENTO: LIMA DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES		
ESPECIALIDAD: PLANO DE TOPOGRAFIA		
PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA		
REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AGUSTO		
ESCALA: INDICADA	FECHA: JULIO 2021	



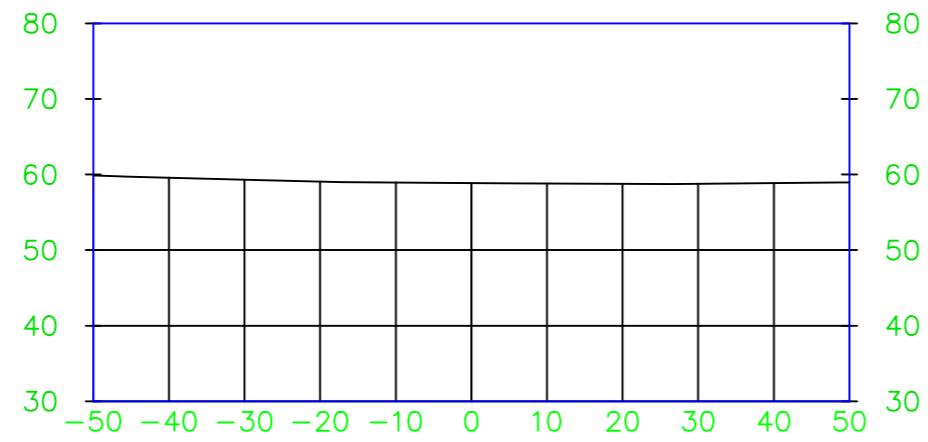
PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021
 PROVINCIA: LIMA
 DEPARTAMENTO: LIMA
 DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES
 ESPECIALIDAD: PLANO DE SECCIÓN LONGITUDINAL
 PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO
 ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2021

N° PLANO DE:
SL-01

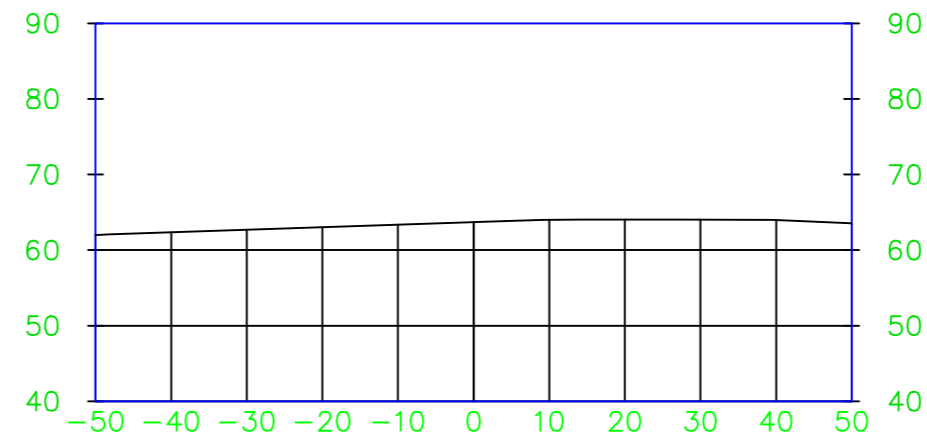
0+000.00



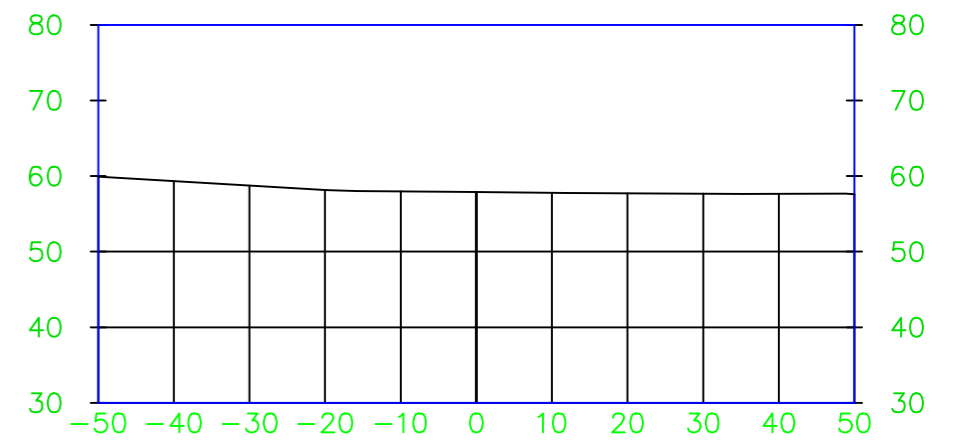
0+150.00



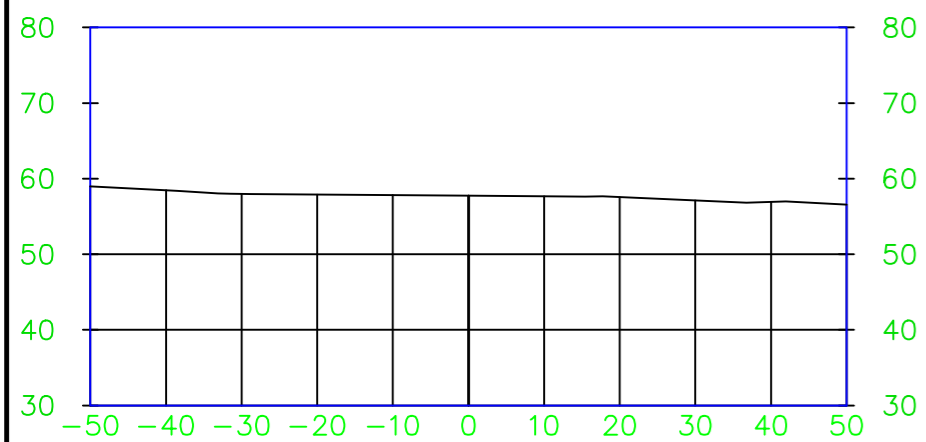
0+300.00



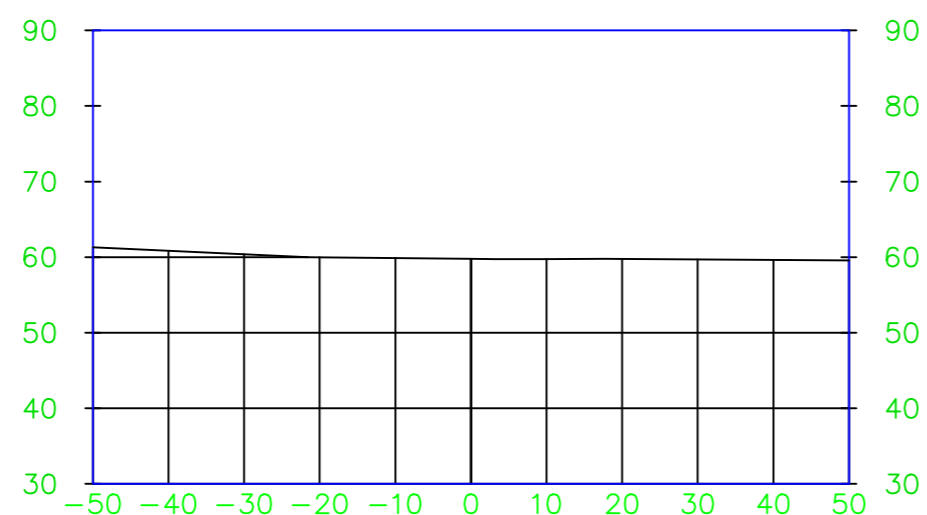
0+450.00



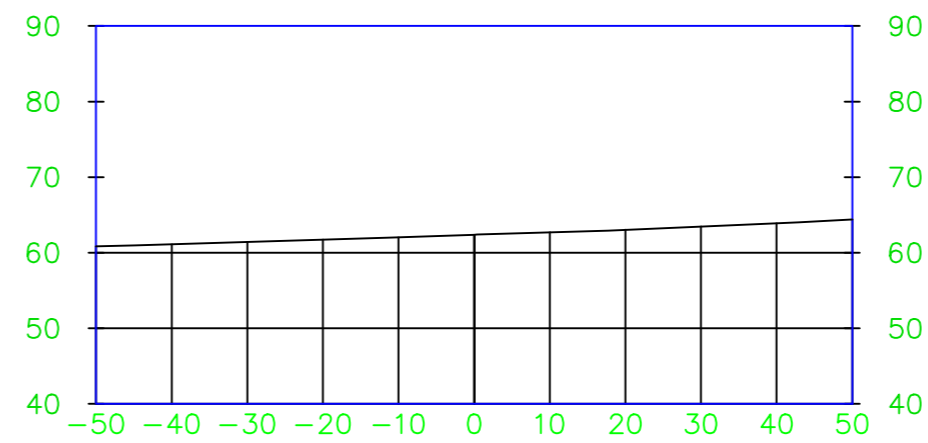
0+050.00



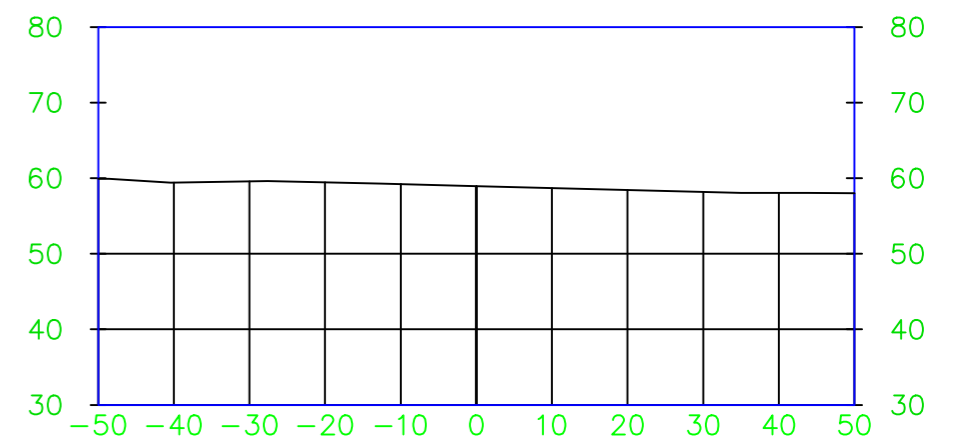
0+200.00



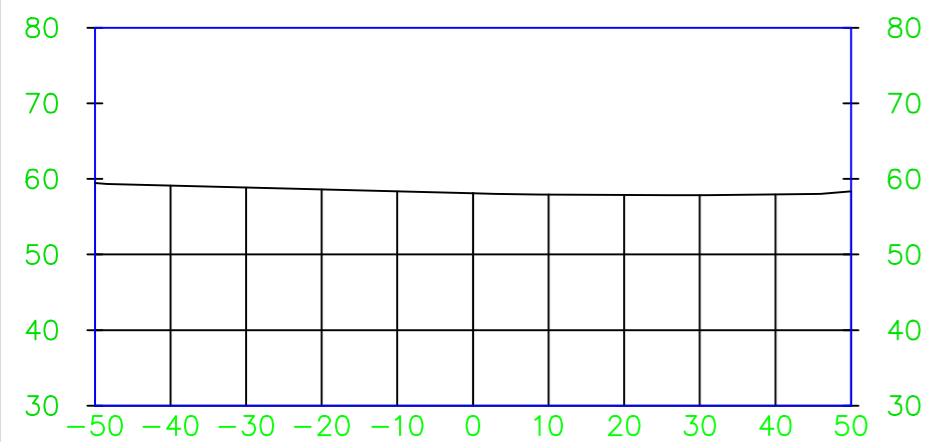
0+350.00



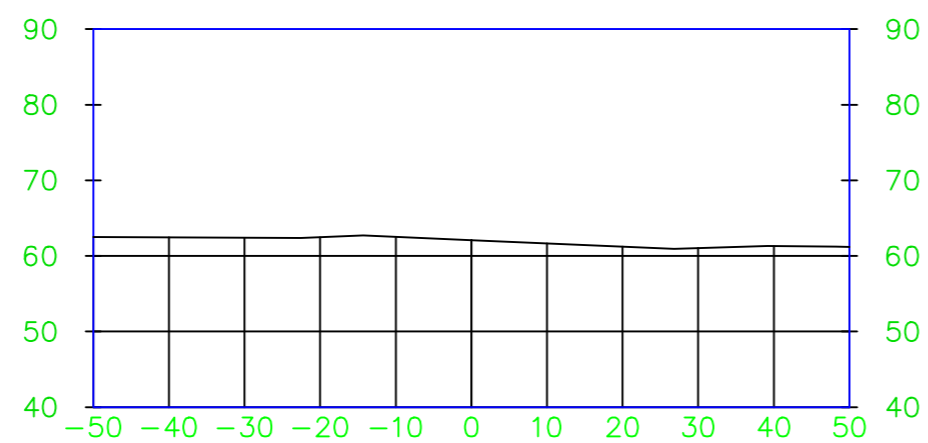
0+500.00



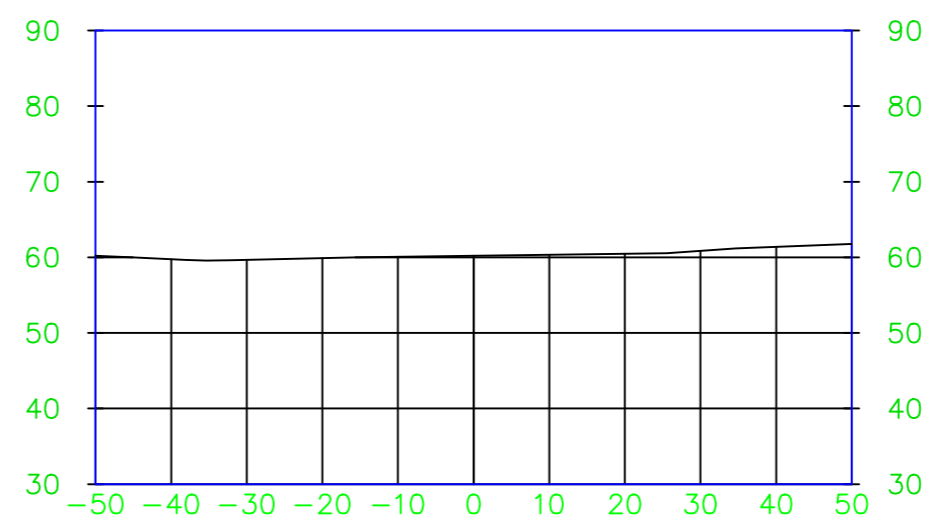
0+100.00



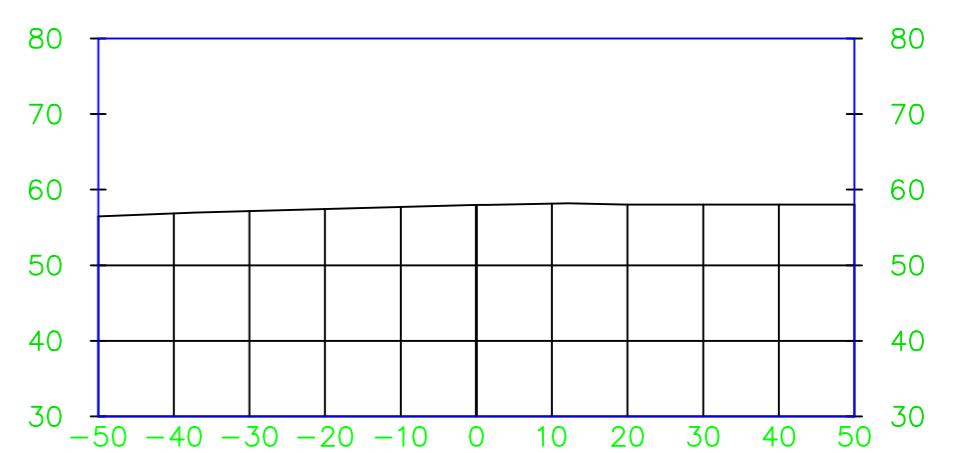
0+250.00



0+400.00

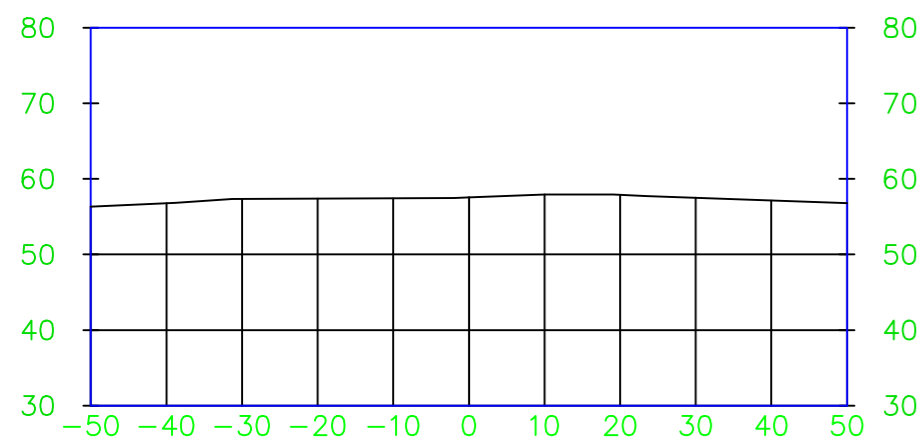


0+550.00

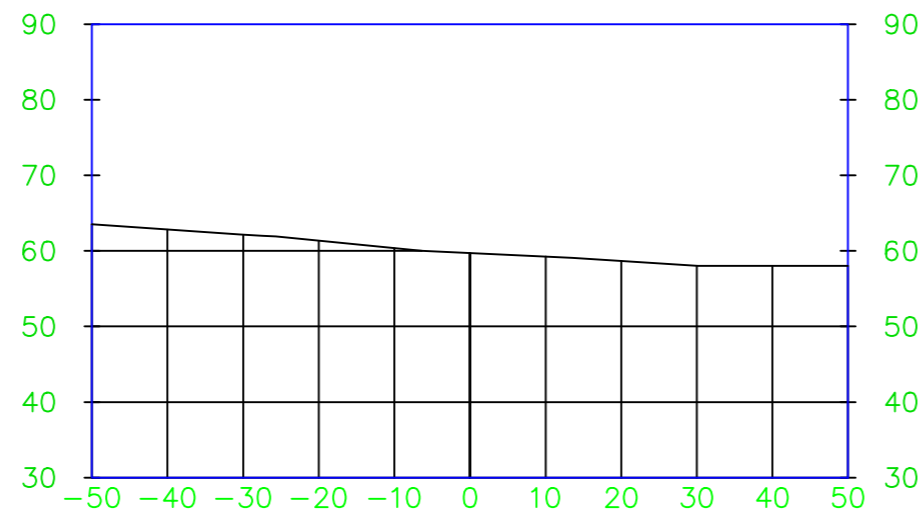


PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021		N° PLANO DE: ST-01
PROVINCIA: LIMA DEPARTAMENTO: LIMA DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES		
ESPECIALIDAD: PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA		
REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO		
ESCALA: INDICADA	FECHA: JULIO 2021	

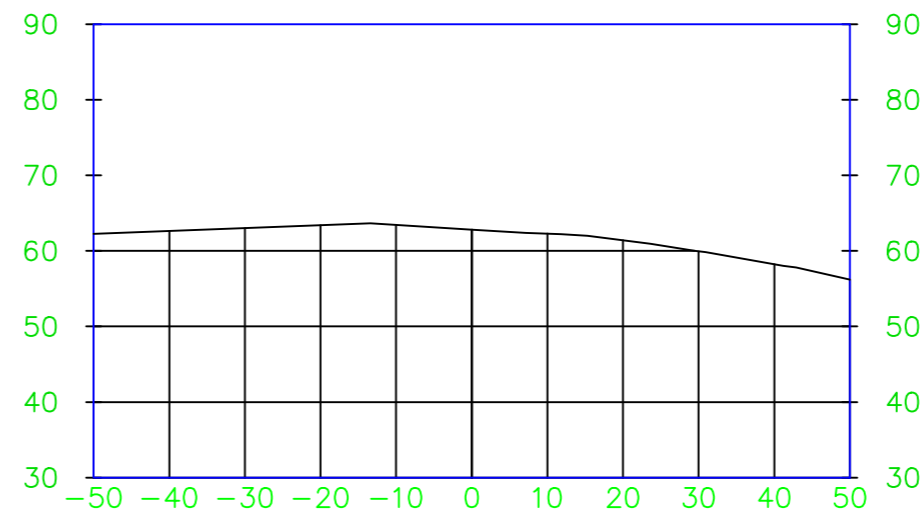
0+600.00



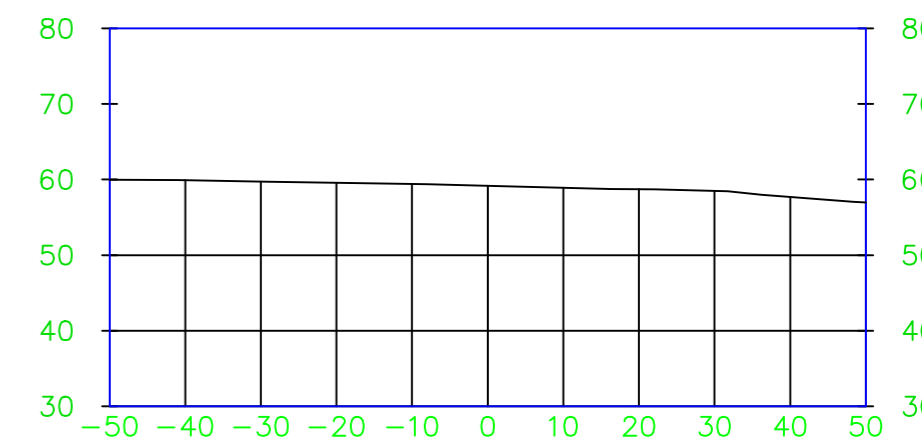
0+750.00



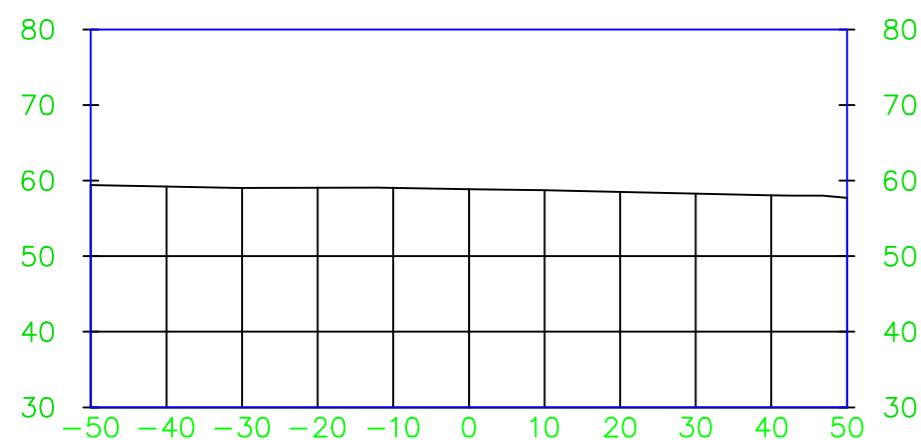
0+900.00



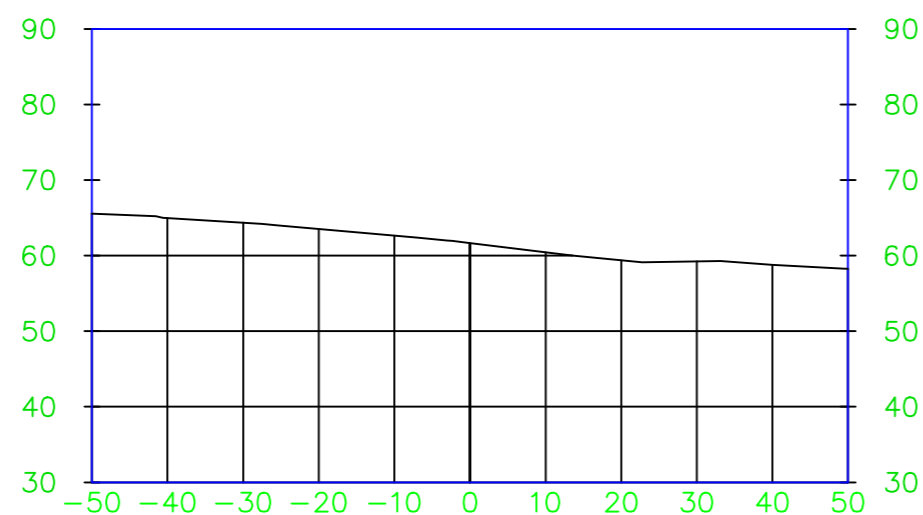
1+006.84



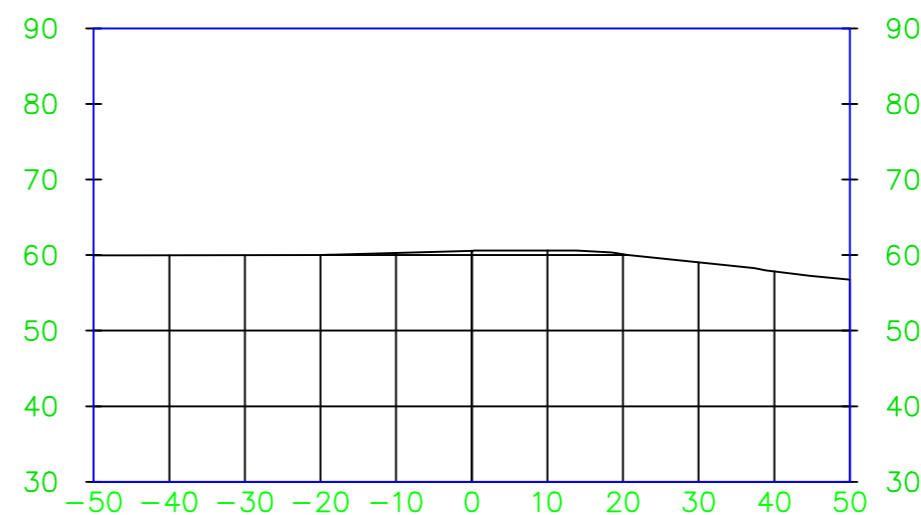
0+650.00



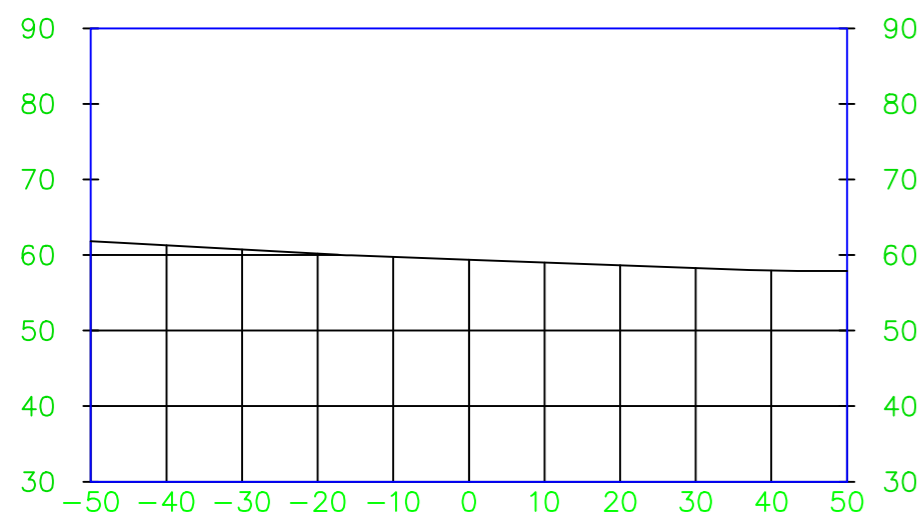
0+800.00



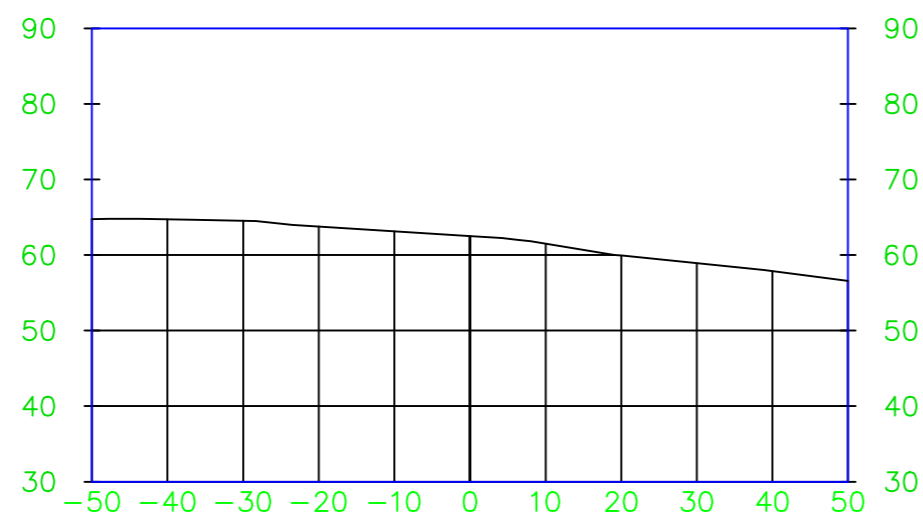
0+950.00



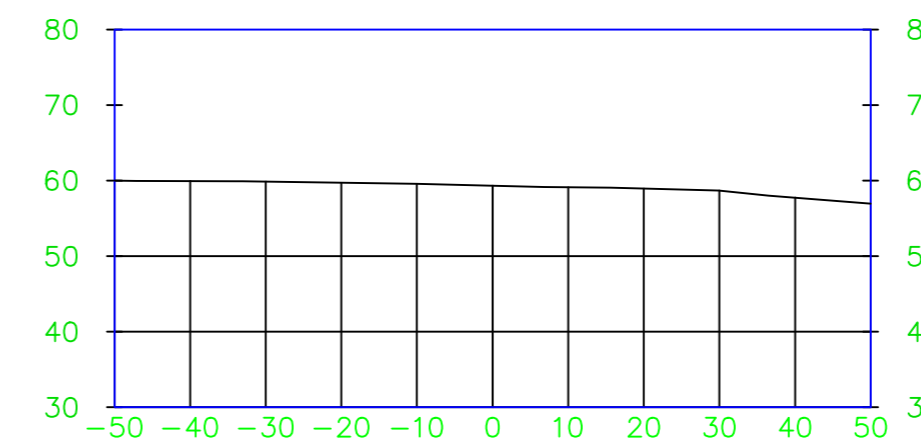
0+700.00



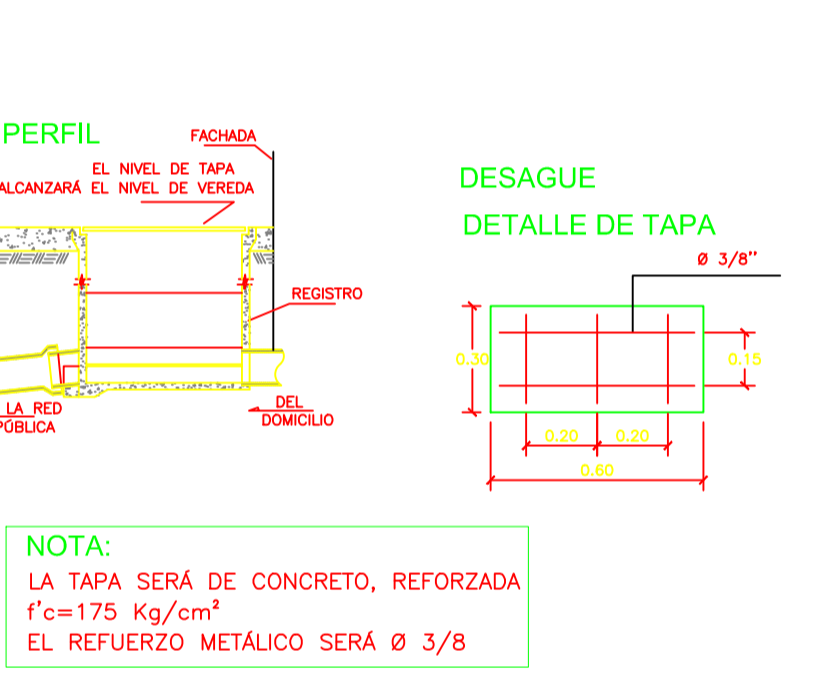
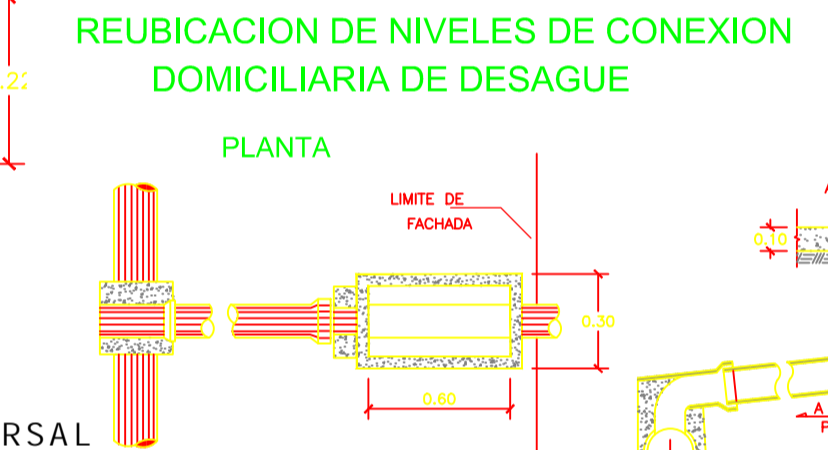
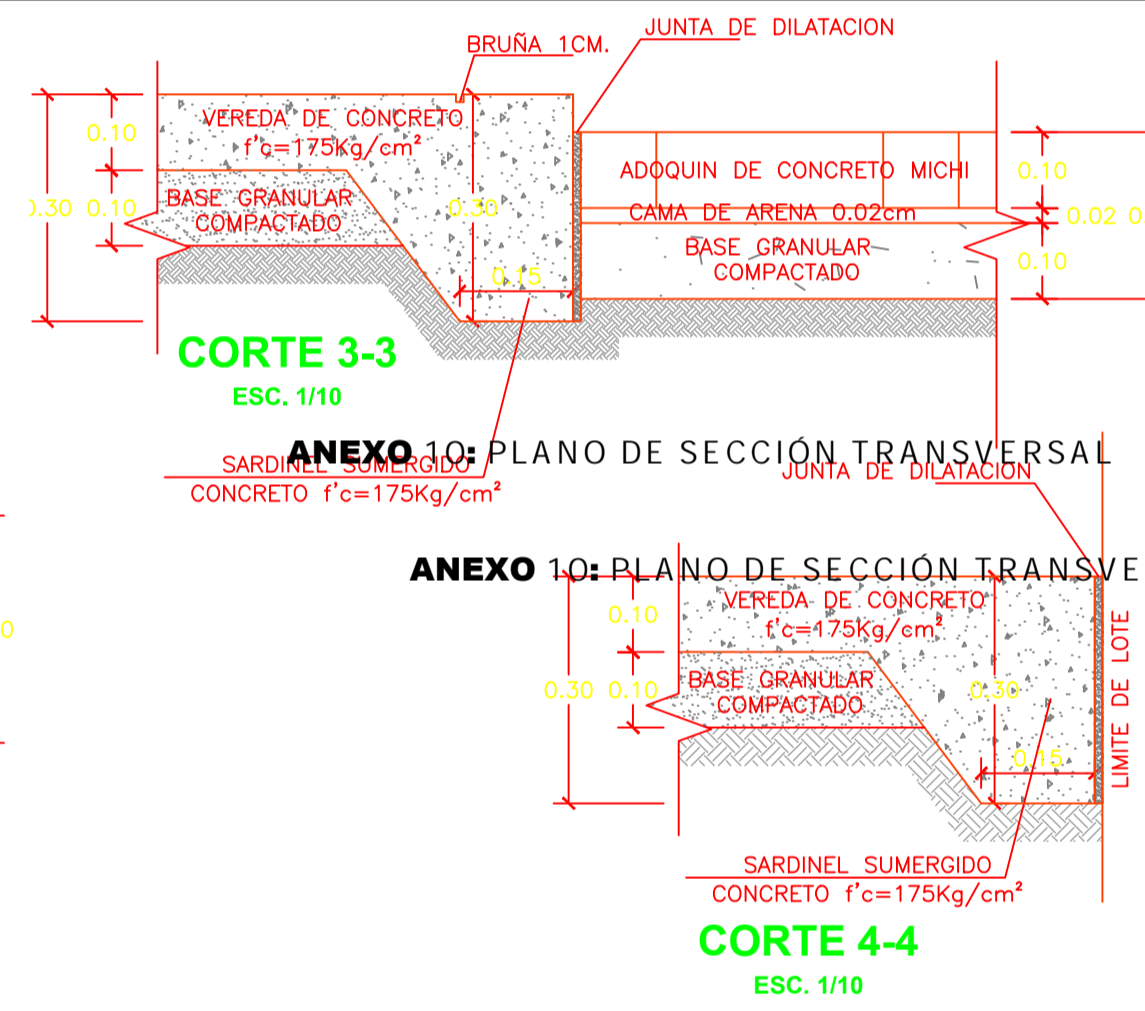
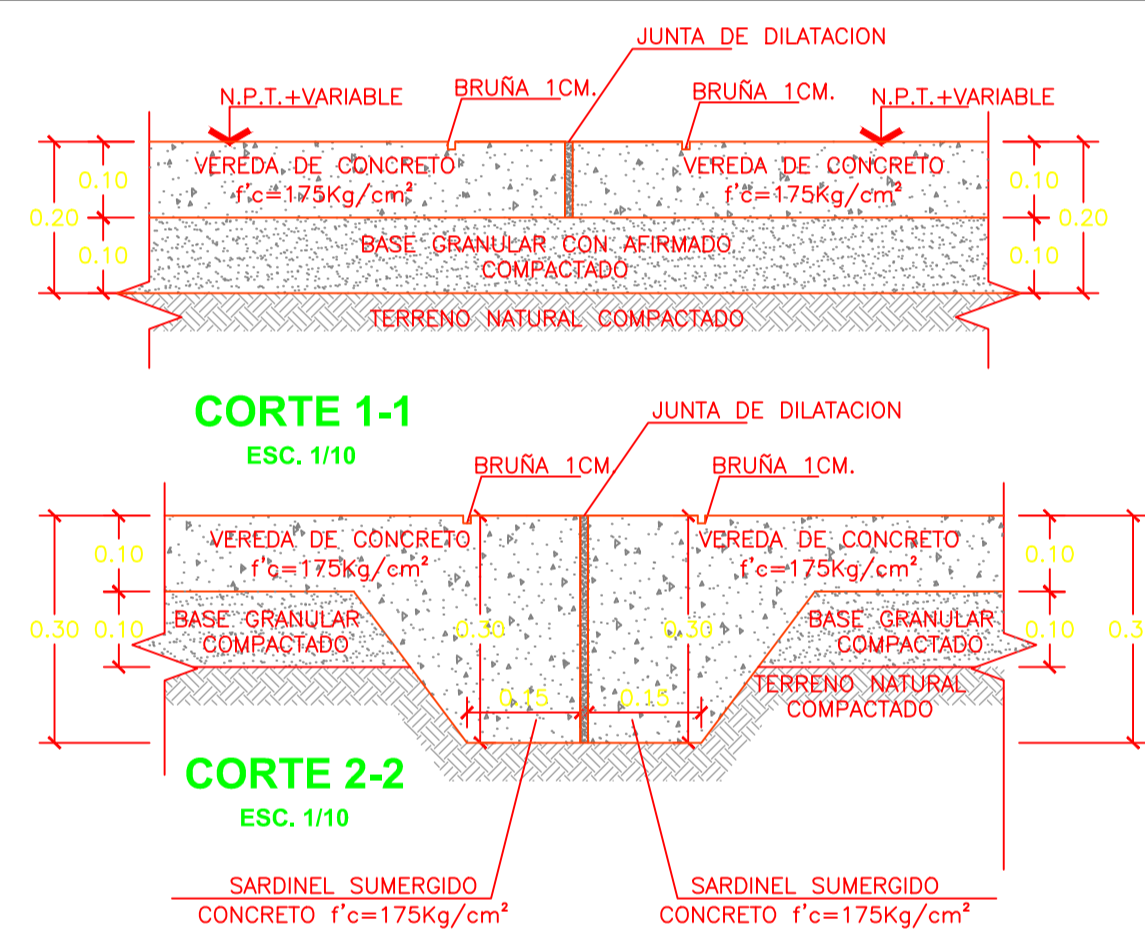
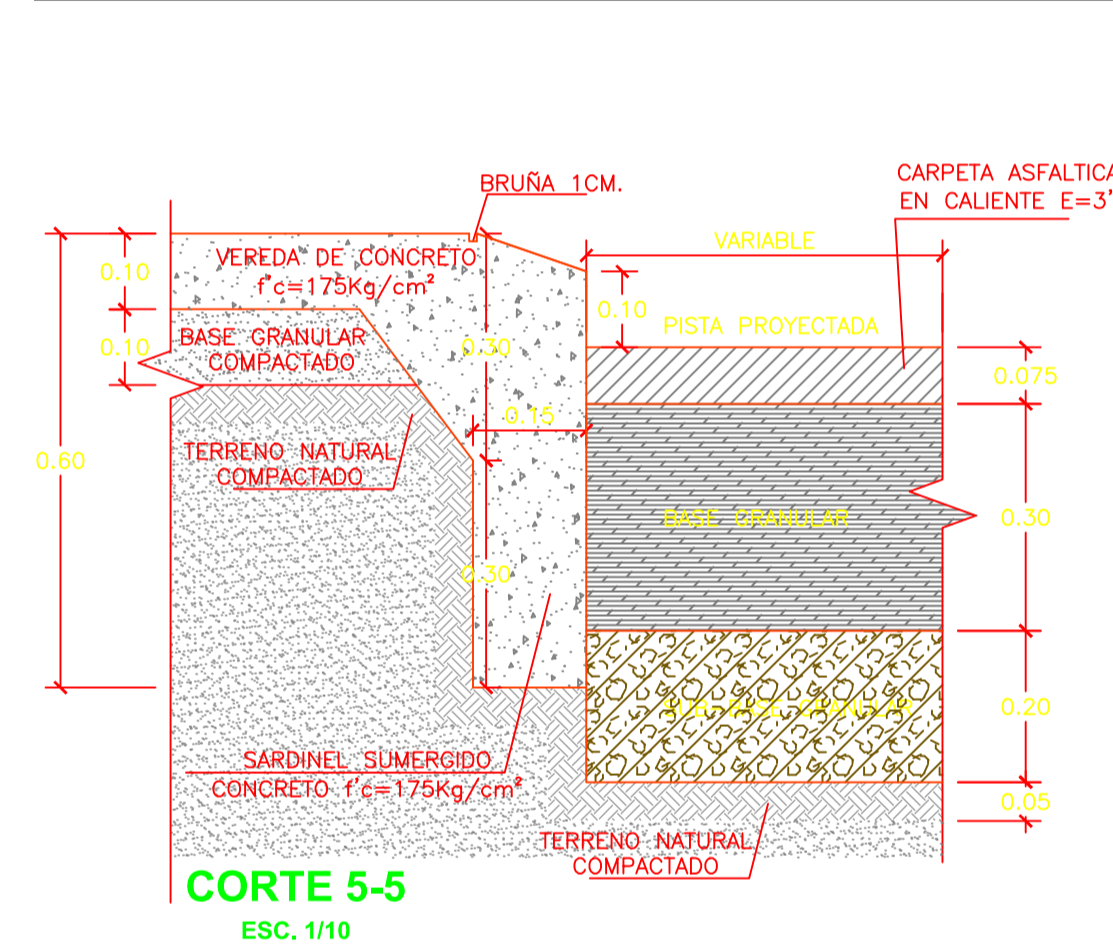
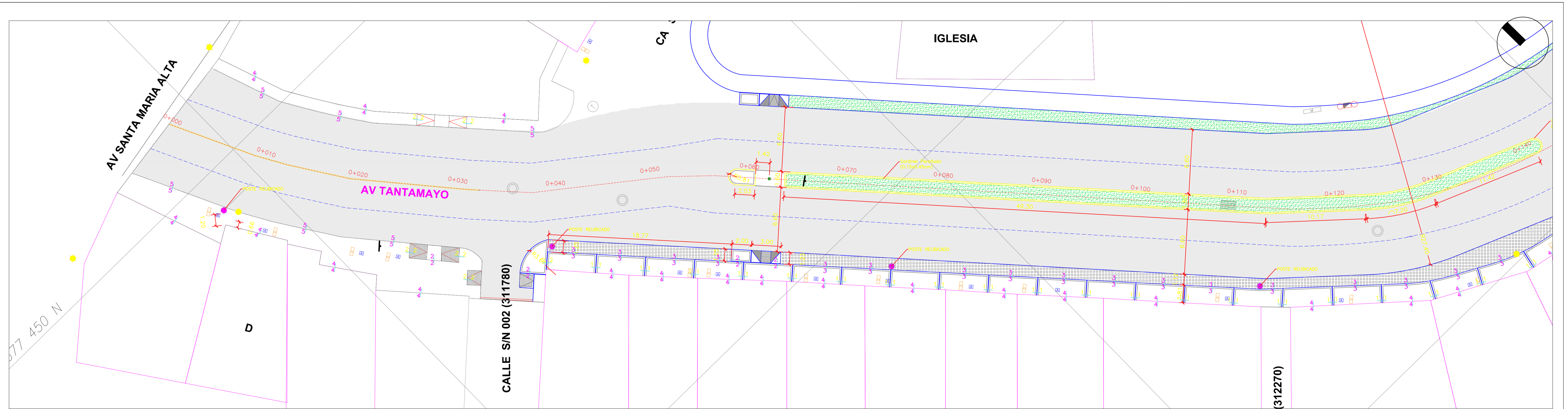
0+850.00



1+000.00

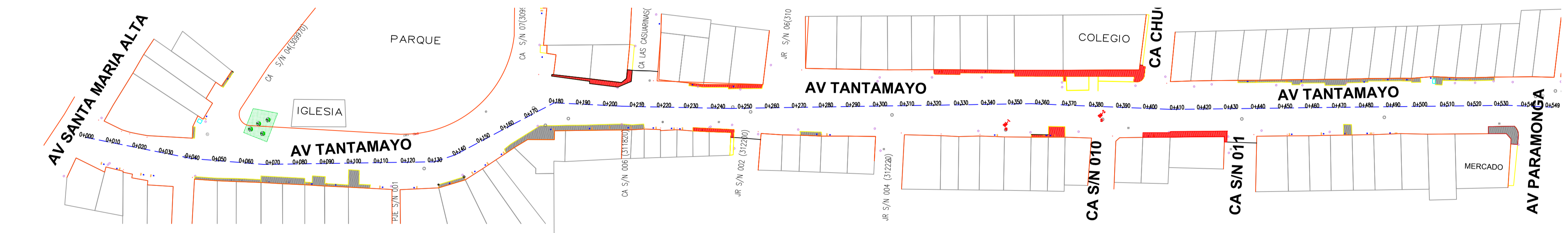


PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021		N° PLANO DE: <h1>ST-02</h1>
PROVINCIA:	LIMA	
DEPARTAMENTO:	LIMA	
DISTRITO:	SAN MARTÍN DE PORRES	
ESPECIALIDAD:	PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL	
PROPIETARIO:	JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA	
REVISADO:	MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO	ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2021
ESCALA:	INDICADA	



- NOTAS:**
- EL CONCRETO EMPLEADO EN LOS SARDINELES SUMERGIDOS SERA CON CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175 KG/CM2 CON CEMENTO TIPO V
 - EL TRAZO Y NIVELACION DE LA VIA SERA VERIFICADO Y REPLANTEADO EN OBRA, RESPETANDO LOS NIVELES ESTABLECIDOS
 - LAS JUNTAS DE DILATACION EN LOS SARDINELES SE COLOCARAN A UNA DISTANCIA DE 4.00m
- NOTAS:**
- EL ACONDICIONAMIENTO DE RAMPAS PARA MINUSVALIDOS SERA REALIZADA EN LAS ZONAS EN DONDE, LAS CONDICIONES TOPOGRAFICAS LO PERMITAN
 - EL CONCRETO EN MARTILLOS SERA CON CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175KG/CM2 CON CEMENTO TIPO V
 - LAS RAMPAS QUE CONTIENEN VEREDAS QUE LLEGAN A LA PISTA EXISTENTE SOLO SE COLOCARA DE ACUERDO AL DISEÑO DE PLANTA GENERAL

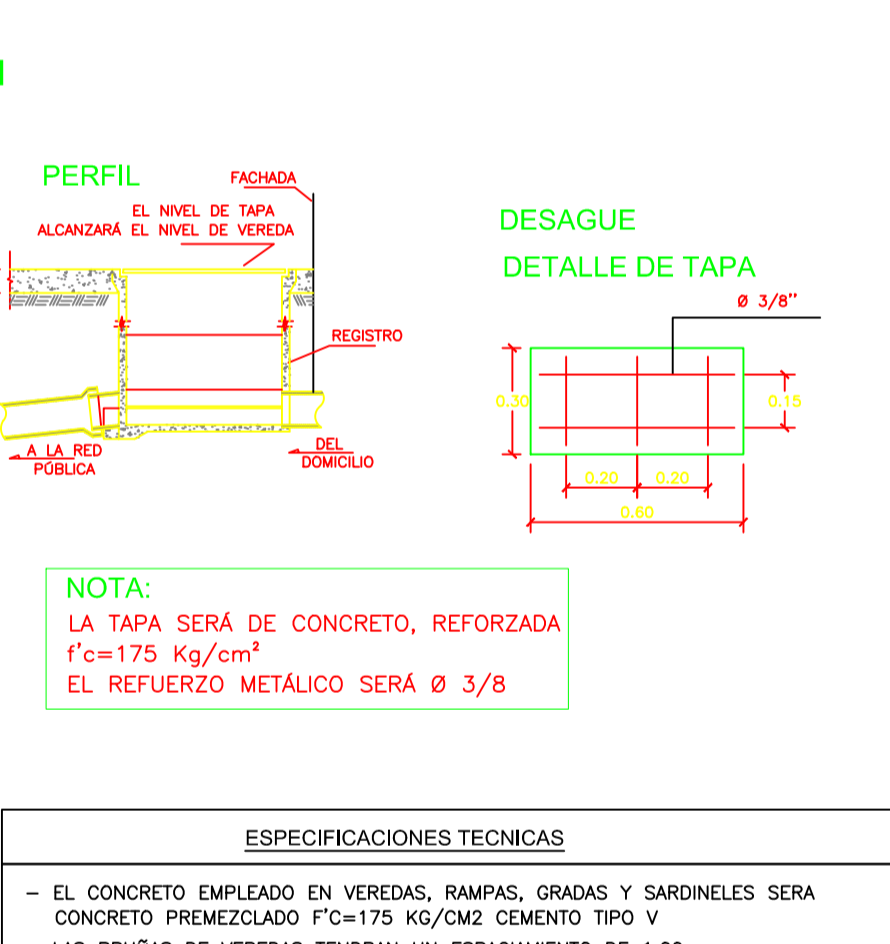
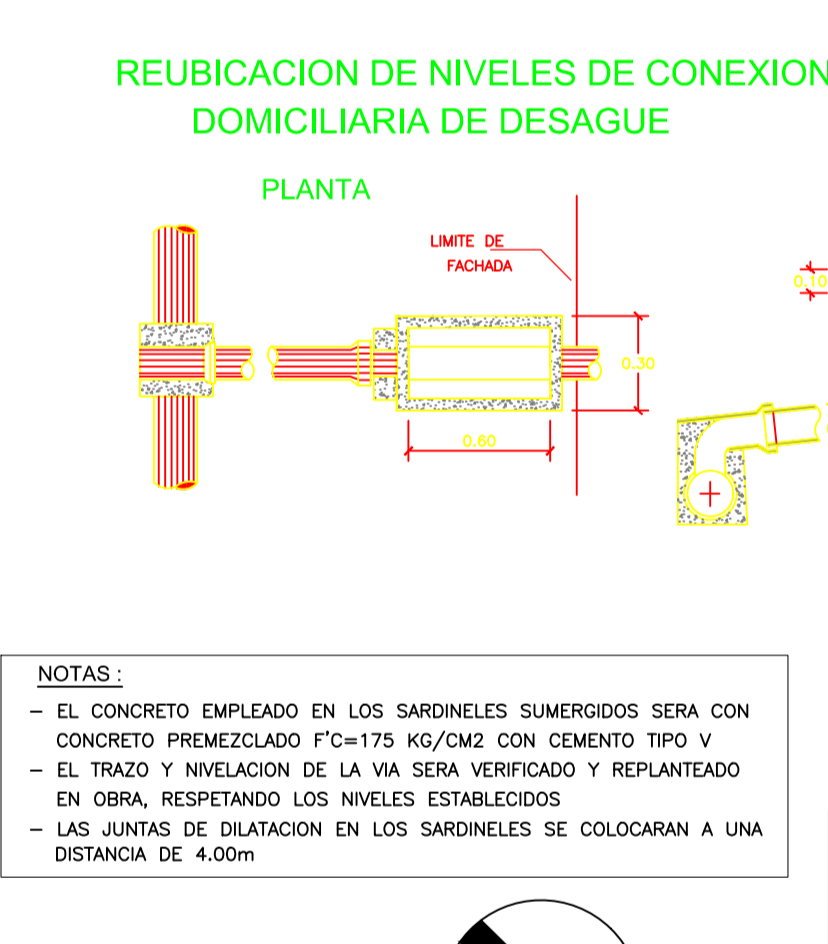
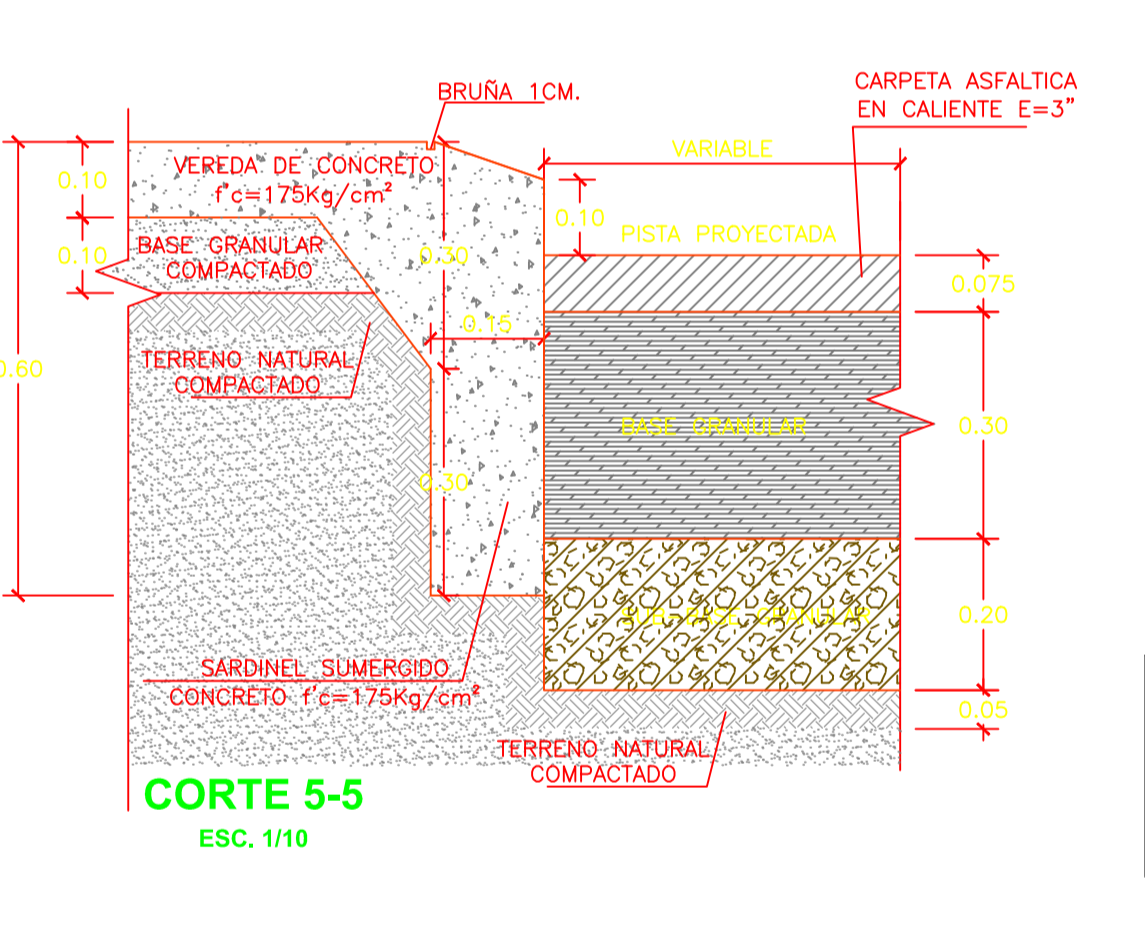
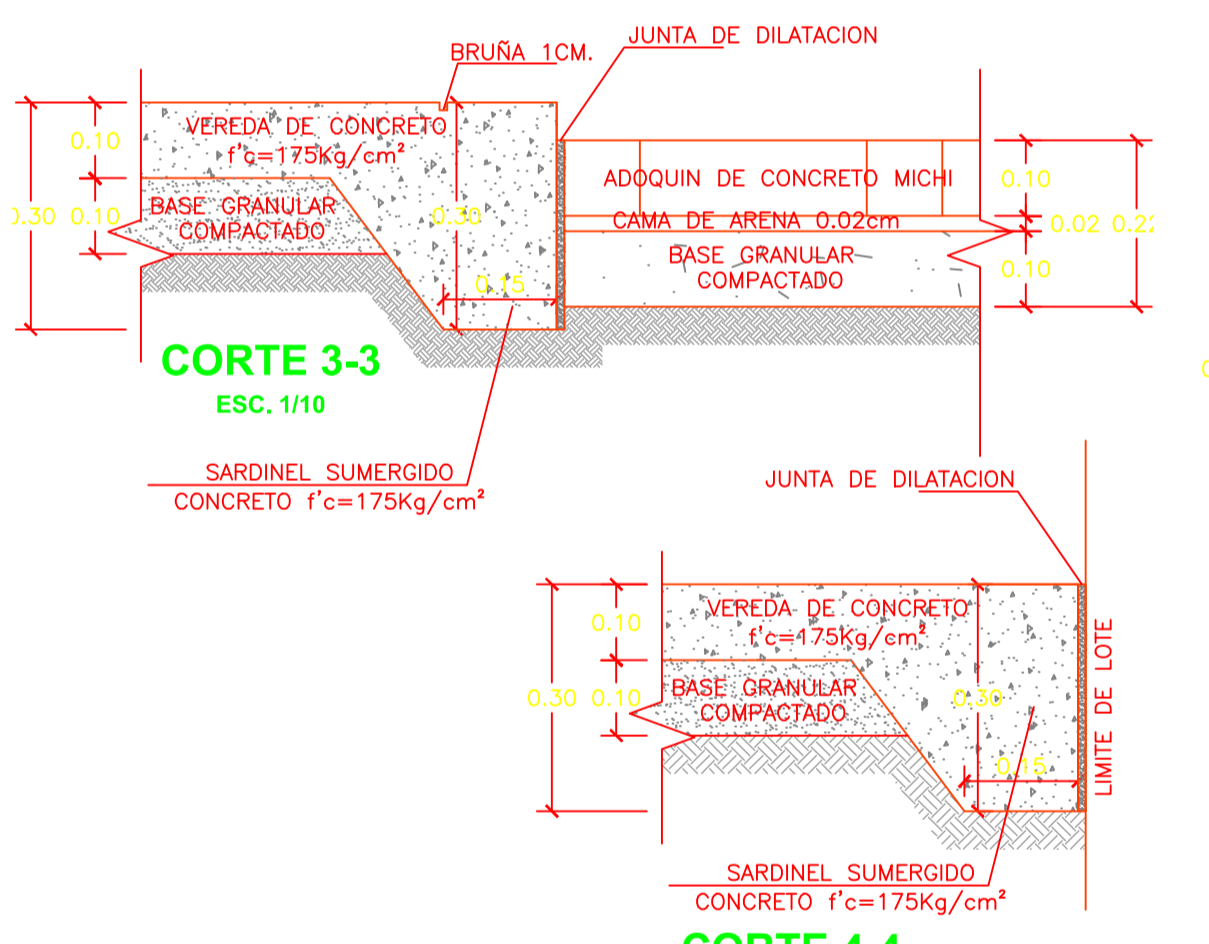
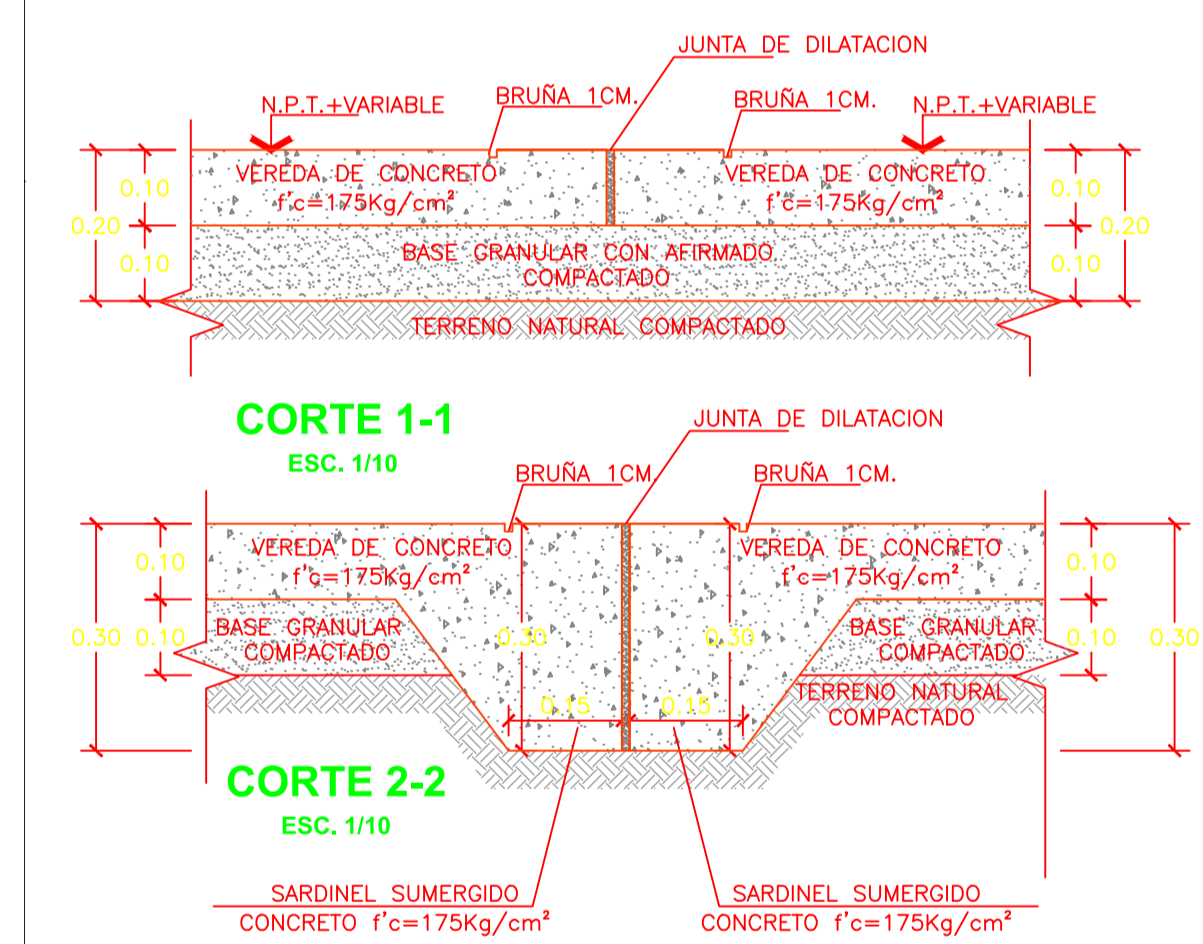
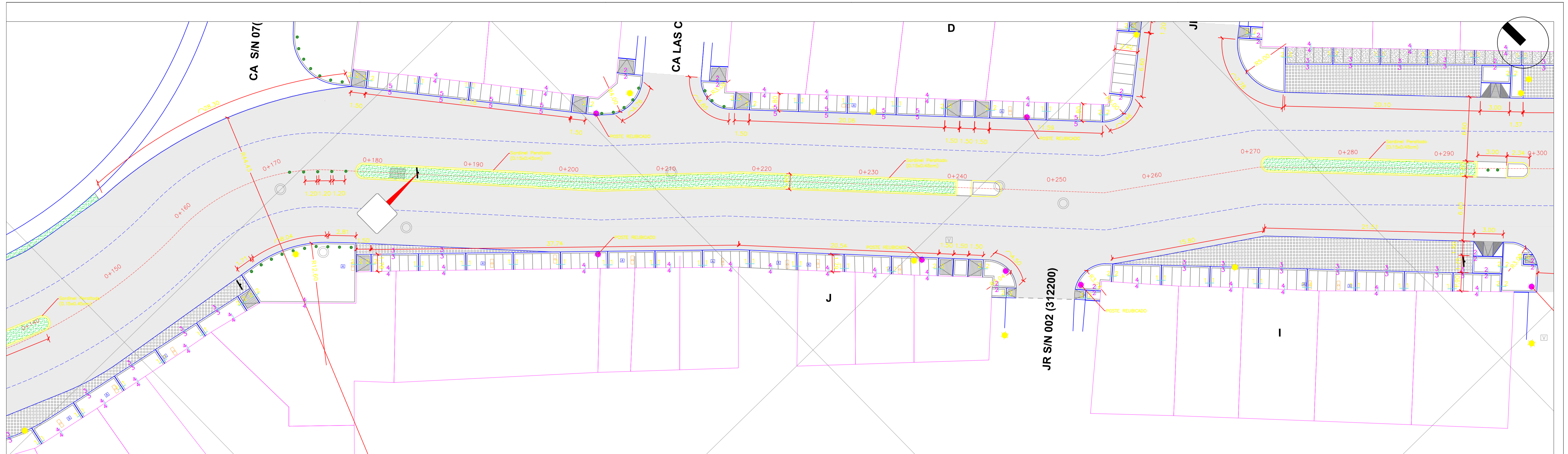
LEYENDA	
	PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	EJE DE ALINEAMIENTO
	CURVAS DE NIVEL
	LIMITE DE LOTE / L. DE MANZANA
	BUZON EXISTENTE
	BUZON TELEFONICO
	CAJA DE AGUA
	CAJA DE DESAGUE
	CAJAS DE VALVULAS
	POSTE EXISTENTE
	POSTE ALTA TENSION
	SUB ESTACION
	MURETE
	SILO
	AREA DEMOLICION VEREDA EXISTENTE



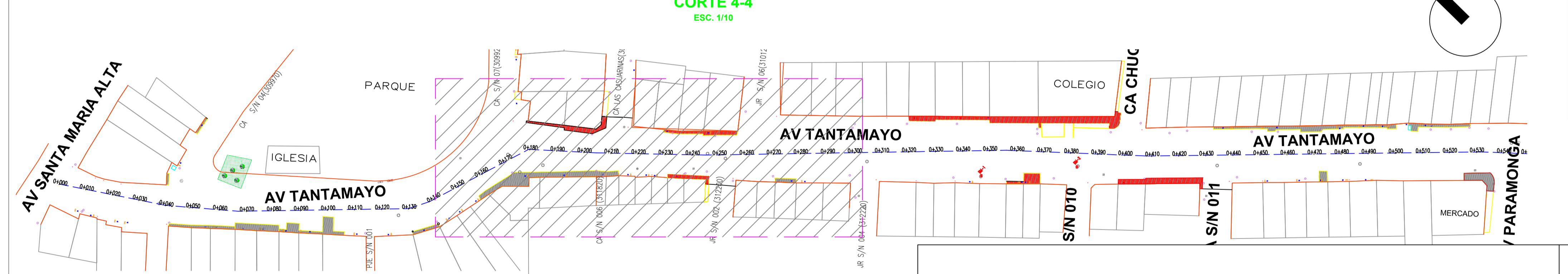
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
-	EL CONCRETO EMPLEADO EN VEREDAS, RAMPAS, GRADAS Y SARDINELES SERA CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175 KG/CM2 CEMENTO TIPO V
-	LAS BRUÑAS DE VEREDAS TENDRAN UN ESPACIAMIENTO DE 1.00m TRANSVERSALMENTE Y A 0.15m DEL BORDE LONGITUDINALMENTE. EN LOS MARTILLOS EL BRUÑADO SERA EN CUADRICULAS DE 1.00m DE LADO. EN RAMPAS EL BRUÑADO SERA TRANSVERSAL ESPACIADO A 0.10m
-	EL ACABADO DE VEREDAS SERA FROTACHADO
-	LAS VEREDAS CON PENDIENTES MAYORES AL 7% DEBERAN LLEVAR BRUÑAS A 0.10m EN TODO EL TRAMO
-	EL TRAZO Y NIVELACION DE VEREDAS SERA VERIFICADO Y REPLANTEADO EN OBRA, TRATANDO DE ADECUARSE AL TERRENO EN LO POSIBLE REDUCIENDO EL USO DE GRADAS SOLO EN CASOS INEVITABLES. IGUAL PARA LAS DEMAS OBRAS DE ARTE.
-	EL CURADO DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO SERA POR UN PERIODO MINIMO DE SIETE DIAS



PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021	
PROVINCIA: LIMA	N° PLANO DE:
DEPARTAMENTO: LIMA	PG-01
DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES	
ESPECIALIDAD: PLANO GEOMETRICO	
PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA	
REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO	
ESCALA: INDICADA	FECHA: JULIO 2021



LEYENDA	
	BM-1 PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	EJE DE ALINEAMIENTO
	100 CURVAS DE NIVEL
	1 100 LIMITE DE LOTE / L. DE MANZANA
	BUZON EXISTENTE
	BUZON TELEFONICO
	CAJA DE AGUA
	CAJA DE DESAGUE
	CAJAS DE VALVULAS
	POSTE EXISTENTE
	POSTE ALTA TENSION
	SUB ESTACION
	MURETE
	SILO
	AREA DEMOLICION VEREDA EXISTENTE

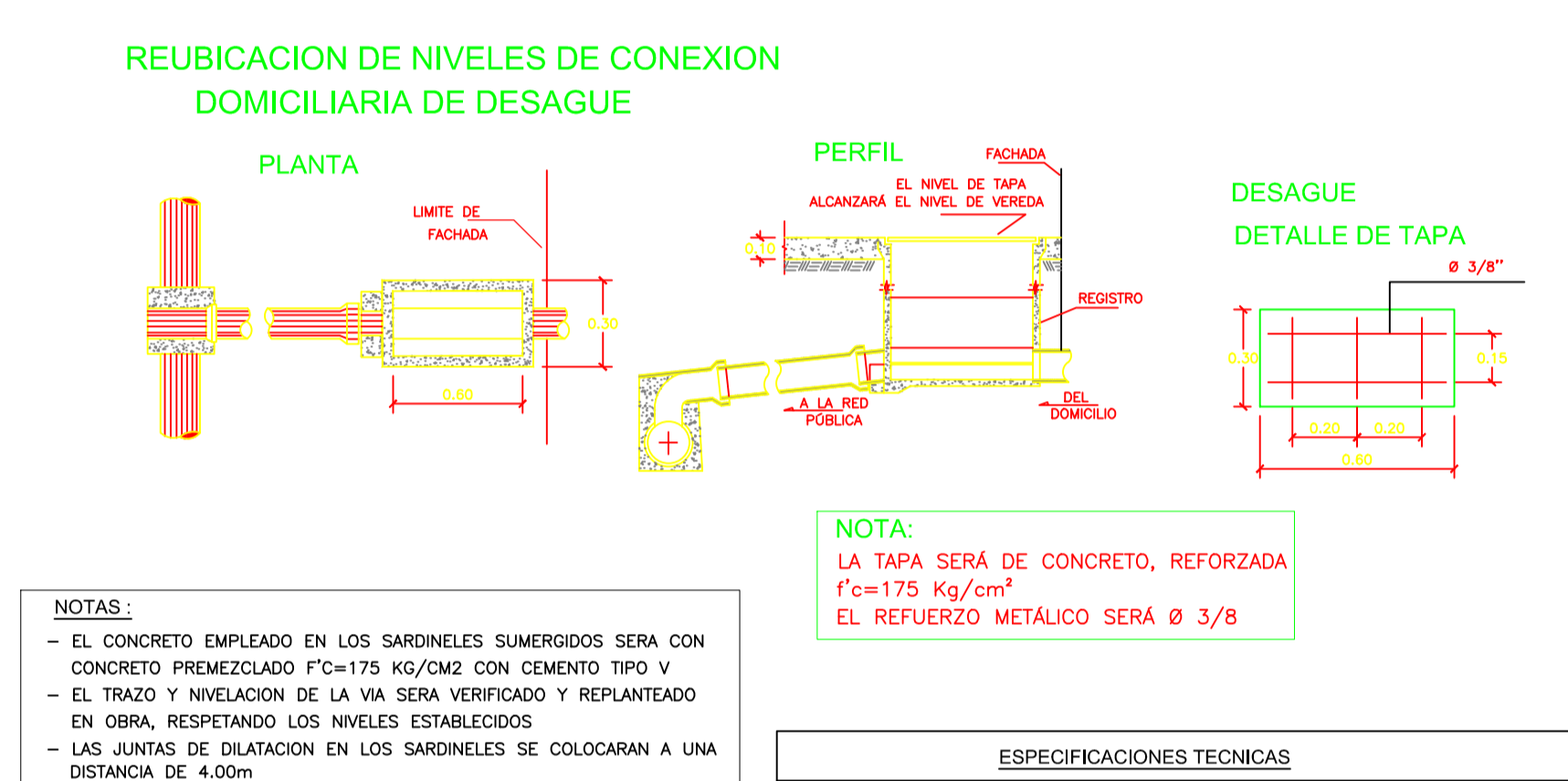
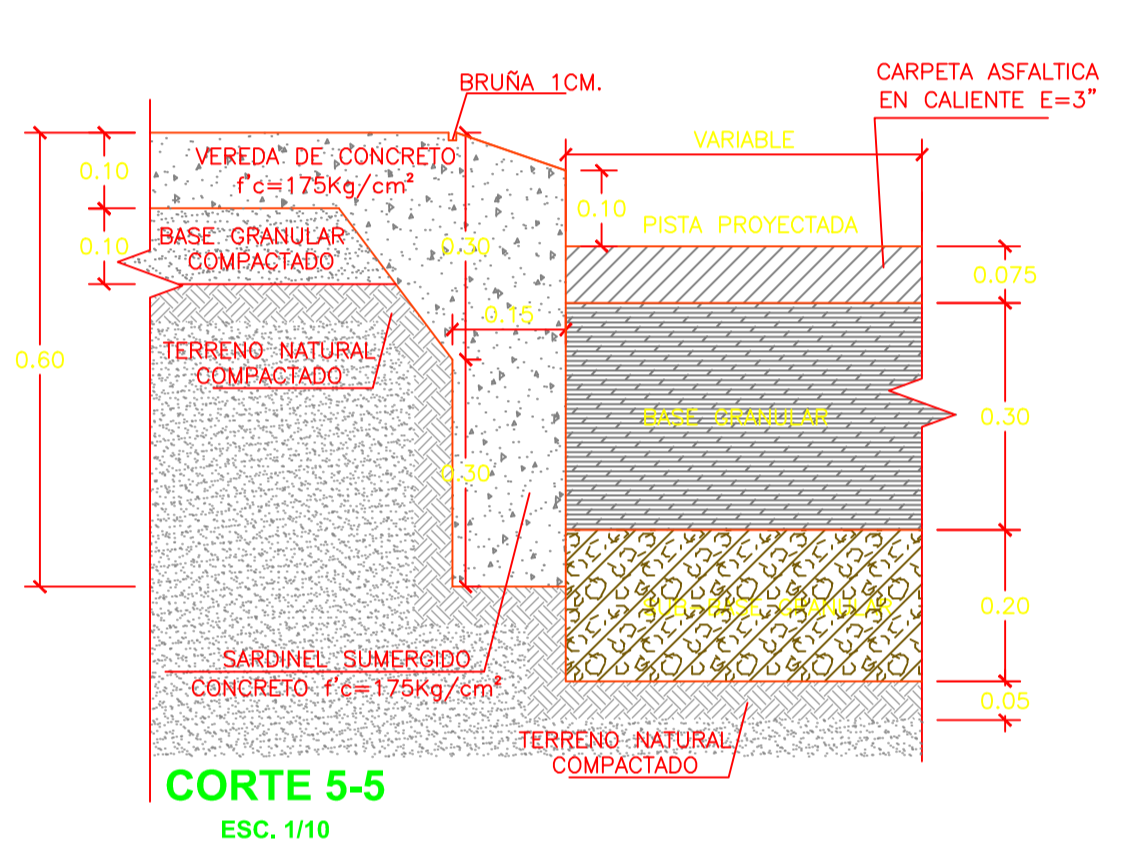
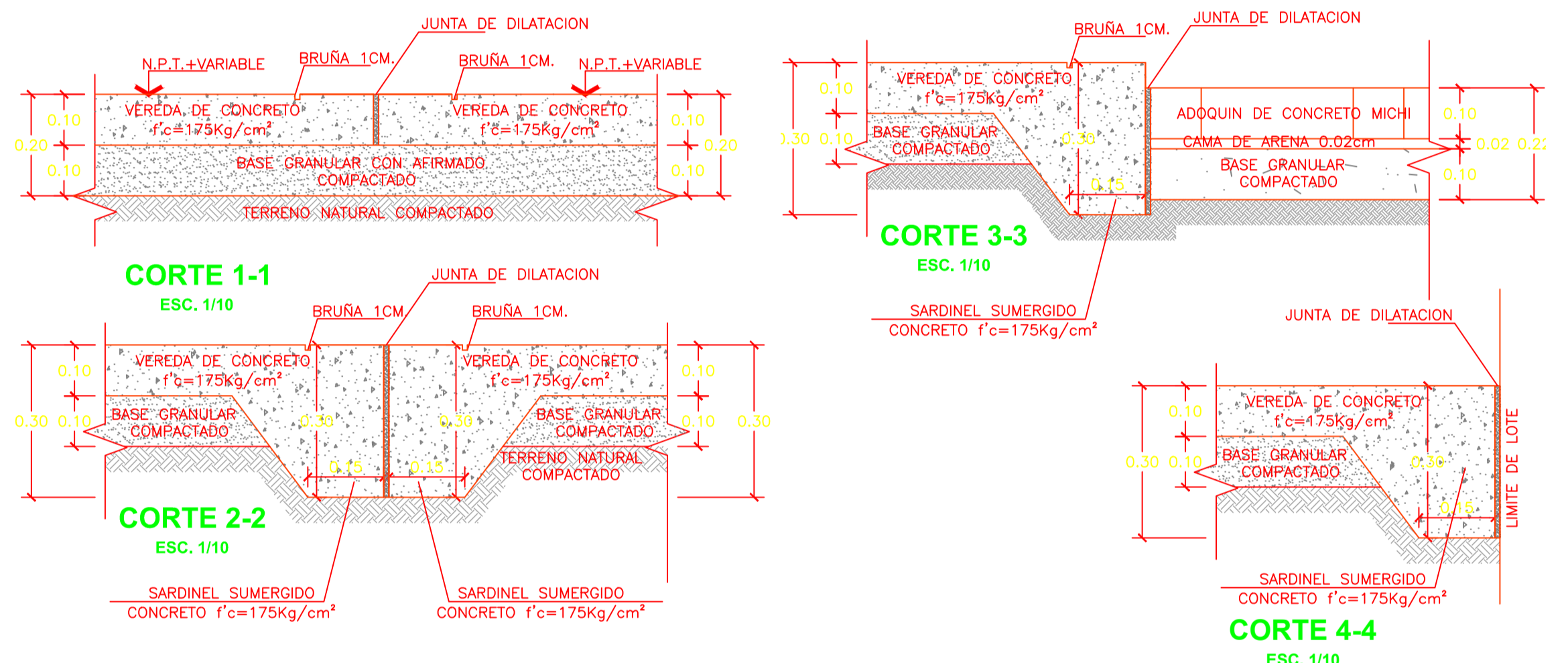
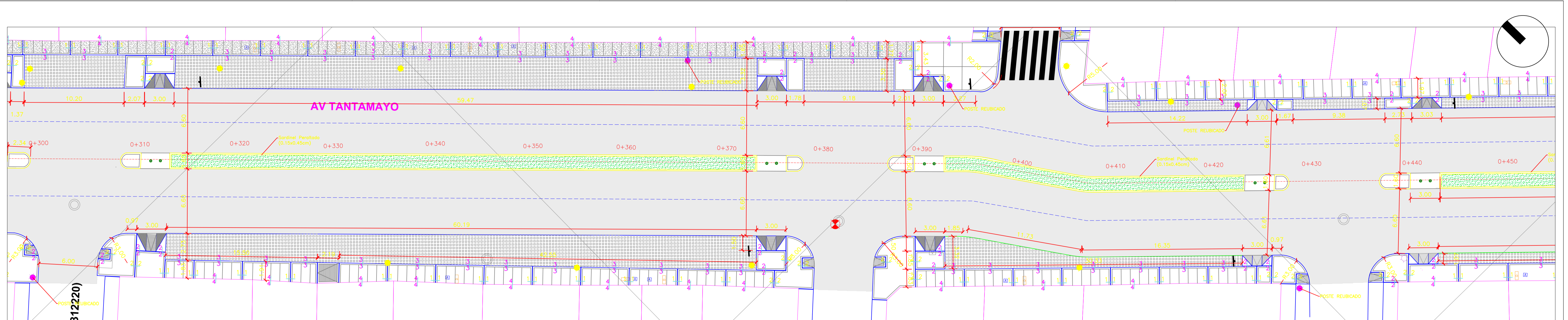


NOTAS:

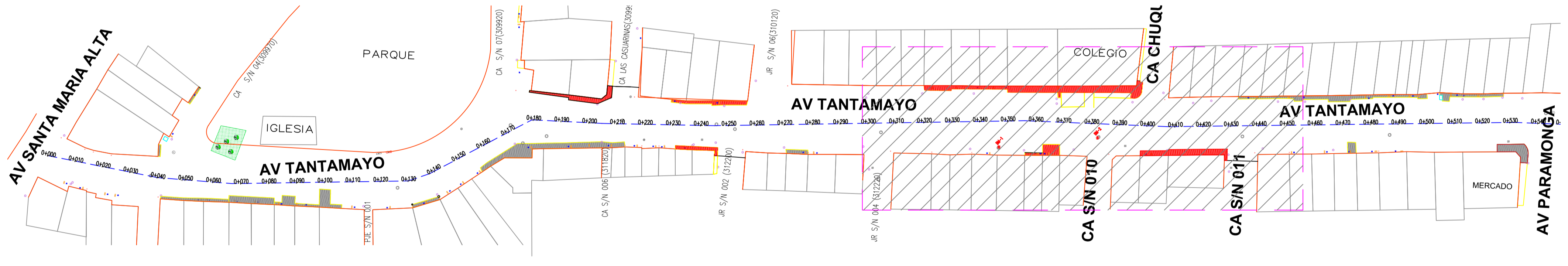
- EL ACONDICIONAMIENTO DE RAMPAS PARA MINUSVALIDOS SERA REALIZADA EN LAS ZONAS EN DONDE, LAS CONDICIONES TOPOGRAFICAS LO PERMITAN
- EL CONCRETO EN MARTILLOS SERA CON CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175kg/cm² CON CEMENTO TIPO V
- LAS RAMPAS QUE CONTIENEN VEREDAS QUE LLEGAN A LA PISTA EXISTENTE SOLO SE COLOCARA DE ACUERDO AL DISEÑO DE PLANTA GENERAL



PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021		N° PLANO DE: <h1>PG-02</h1>
PROVINCIA: LIMA DEPARTAMENTO: LIMA DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES ESPECIALIDAD: PLANO GEOMETRICO	PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO ESCALA: INDICADA	
FECHA: JULIO 2021		



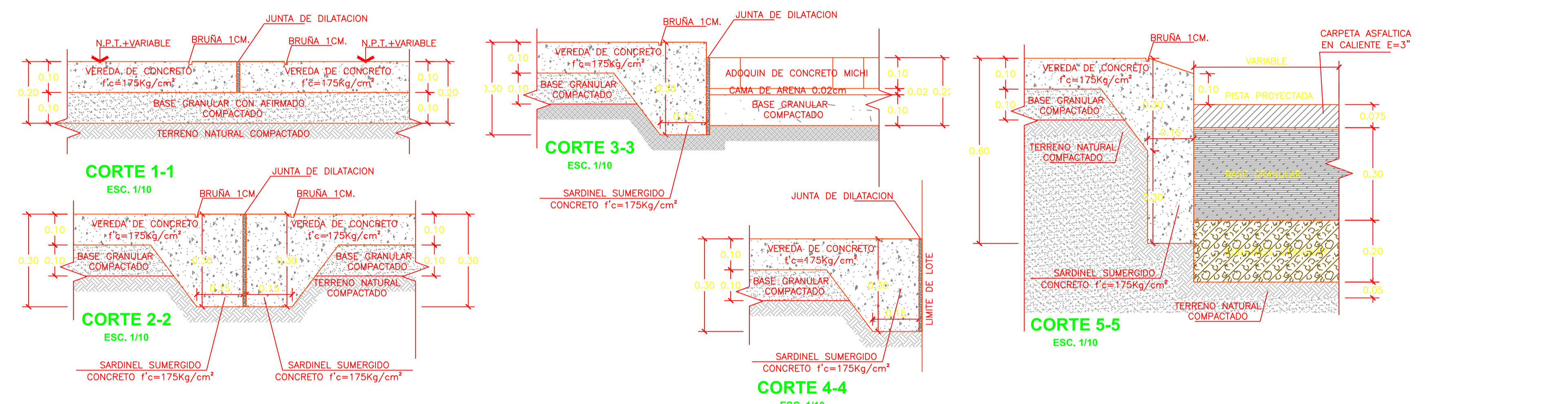
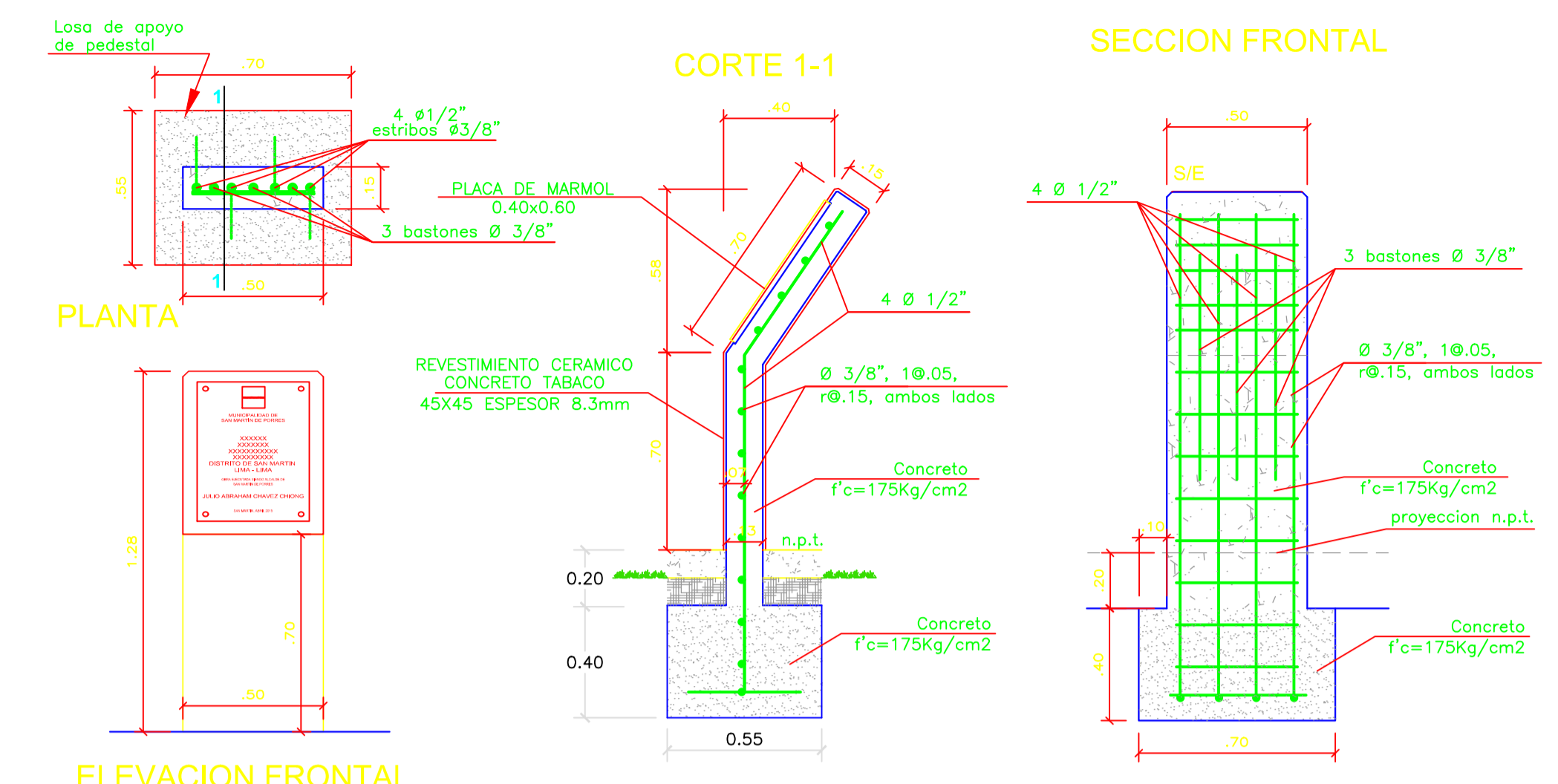
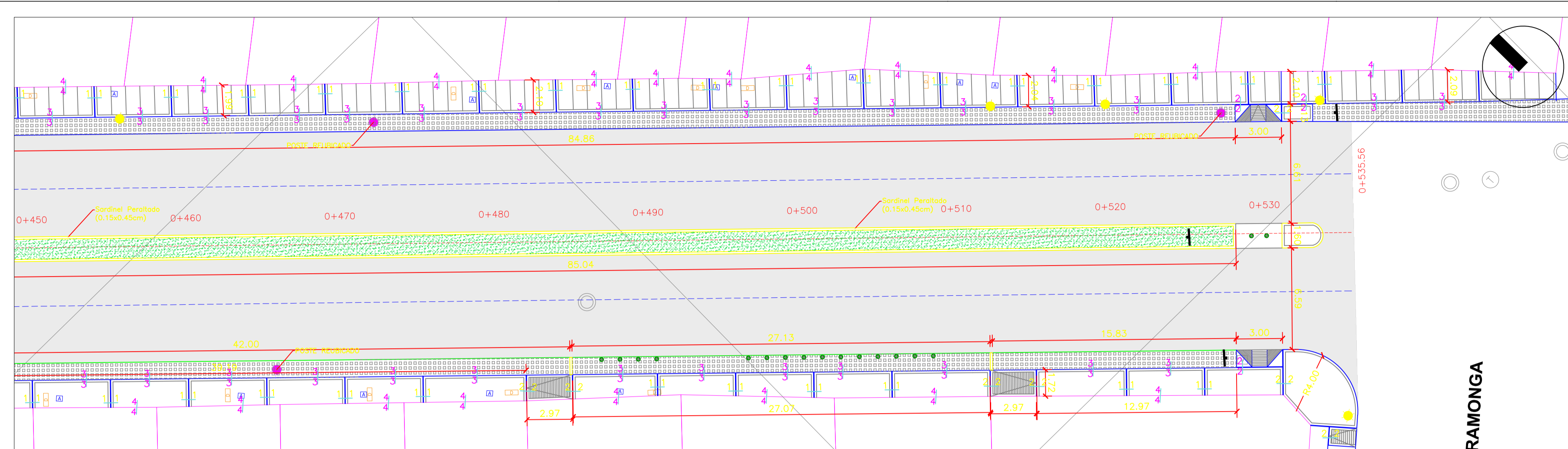
LEYENDA	
	PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	EJE DE ALINEAMIENTO
	CURVAS DE NIVEL
	LIMITE DE LOTE / L. DE MANZANA
	BUZON EXISTENTE
	BUZON TELEFONICO
	CAJA DE AGUA
	CAJA DE DESAGUE
	CAJAS DE VALVULAS
	POSTE EXISTENTE
	POSTE ALTA TENSION
	SUB ESTACION
	MURETE
	SILO
	AREA DEMOLICION VEREDA EXISTENTE



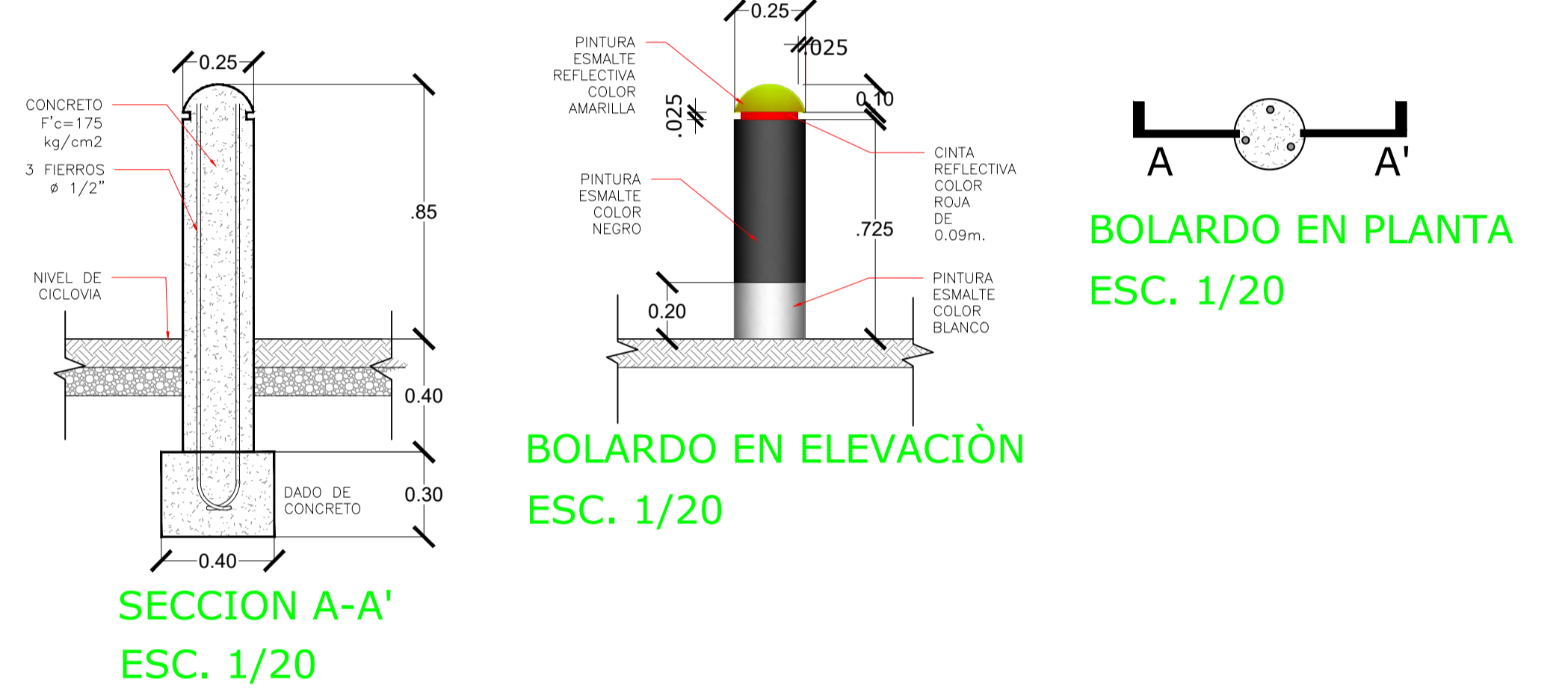
NOTAS:
 - EL ACONDICIONAMIENTO DE RAMPAS PARA MINUSVALIDOS SERA REALIZADA EN LAS ZONAS EN DONDE, LAS CONDICIONES TOPOGRAFICAS LO PERMITAN
 - EL CONCRETO EN MARTILLOS SERA CON CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175KG/CM2 CON CEMENTO TIPO V
 - LAS RAMPAS QUE CONTIENEN VEREDAS QUE LLEGAN A LA PISTA EXISTENTE SOLO SE COLOCARA DE ACUERDO AL DISEÑO DE PLANTA GENERAL



PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021		N° PLANO DE: PG-03
PROVINCIA: LIMA	DEPARTAMENTO: LIMA	
DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES	ESPECIALIDAD: PLANO GEOMETRICO	
PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA	REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO	
ESCALA: INDICADA	FECHA: JULIO 2021	



DETALLE MURETE CON PLACA RECORDATORIA ESC 1/20



NOTAS:

- EL ACONDICIONAMIENTO DE RAMPAS PARA MINUSVALIDOS SERA REALIZADA EN LAS ZONAS EN DONDE, LAS CONDICIONES TOPOGRAFICAS LO PERMITAN
- EL CONCRETO EN MARTILLOS SERA CON CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175Kg/cm2 CON CEMENTO TIPO V
- EN RAMPAS EL BRUJADO SERA TRANSVERSAL ESPACIADO A 0.10m
- EL ACABADO DE VEREDAS SERA FROTACHADO
- LAS VEREDAS CON PENDIENTES MAYORES AL 7% DEBERAN LLEVAR BRUÑAS A 0.10m EN TODO EL TRAMO
- EL TRAZO Y NIVELACION DE VEREDAS SERA VERIFICADO Y REPLANTEADO EN OBRA, TRATANDO DE ADECUARSE AL TERRENO EN LO POSIBLE REDUCIENDO EL USO DE GRADAS SOLO EN CASOS INEVITABLES, IGUAL PARA LAS DEMAS OBRAS DE ARTE.
- EL CURADO DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO SERA POR UN PERIODO MINIMO DE SIETE DIAS

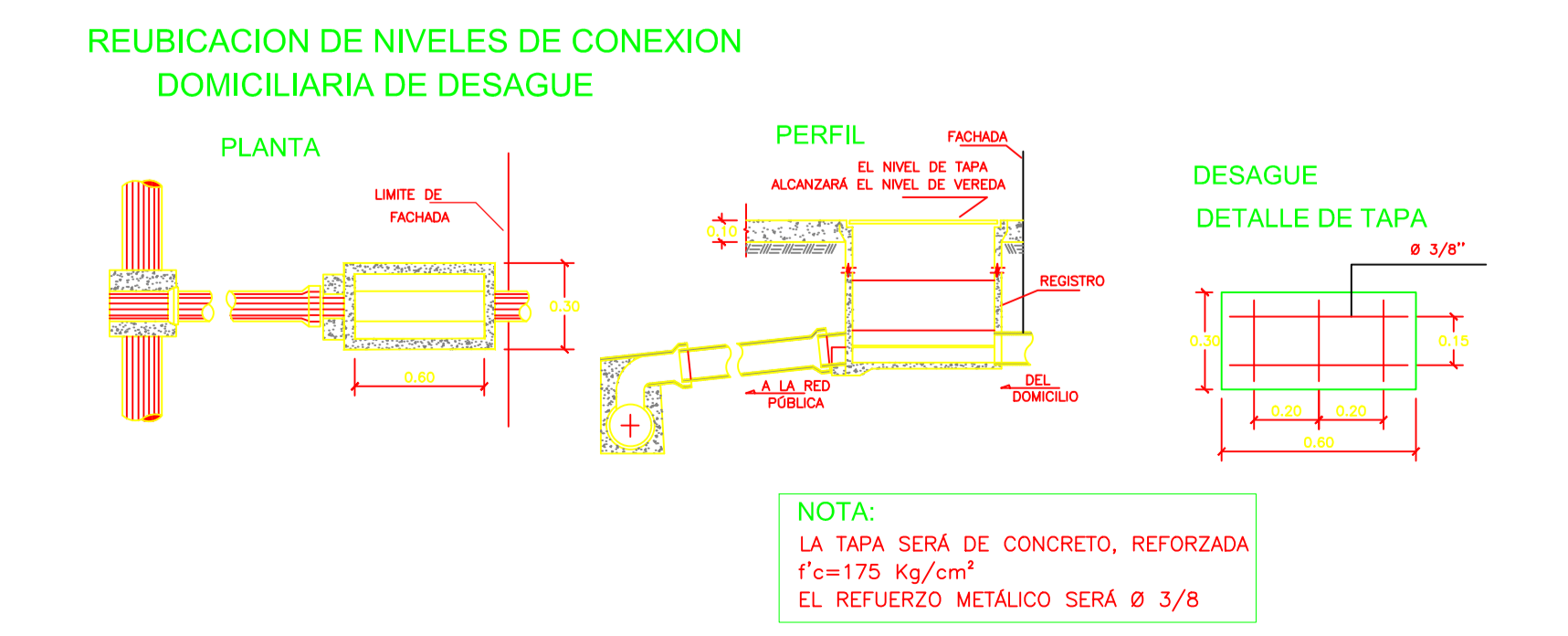
ESPECIFICACIONES TECNICAS

- EL CONCRETO EMPLEADO EN VEREDAS, RAMPAS, GRADAS Y SARDINELES SERA CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175 KG/CM2 CEMENTO TIPO V
- LAS BRUÑAS DE VEREDAS TENDRAN UN ESPACIAMIENTO DE 1.00m TRANSVERSALMENTE Y A 0.15m DEL BORDE LONGITUDINALMENTE. EN LOS MARTILLOS EL BRUJADO SERA EN CUADRICULAS DE 1.00m DE LADO. EN RAMPAS EL BRUJADO SERA TRANSVERSAL ESPACIADO A 0.10m
- EL ACABADO DE VEREDAS SERA FROTACHADO
- LAS VEREDAS CON PENDIENTES MAYORES AL 7% DEBERAN LLEVAR BRUÑAS A 0.10m EN TODO EL TRAMO
- EL TRAZO Y NIVELACION DE VEREDAS SERA VERIFICADO Y REPLANTEADO EN OBRA, TRATANDO DE ADECUARSE AL TERRENO EN LO POSIBLE REDUCIENDO EL USO DE GRADAS SOLO EN CASOS INEVITABLES, IGUAL PARA LAS DEMAS OBRAS DE ARTE.
- EL CURADO DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO SERA POR UN PERIODO MINIMO DE SIETE DIAS

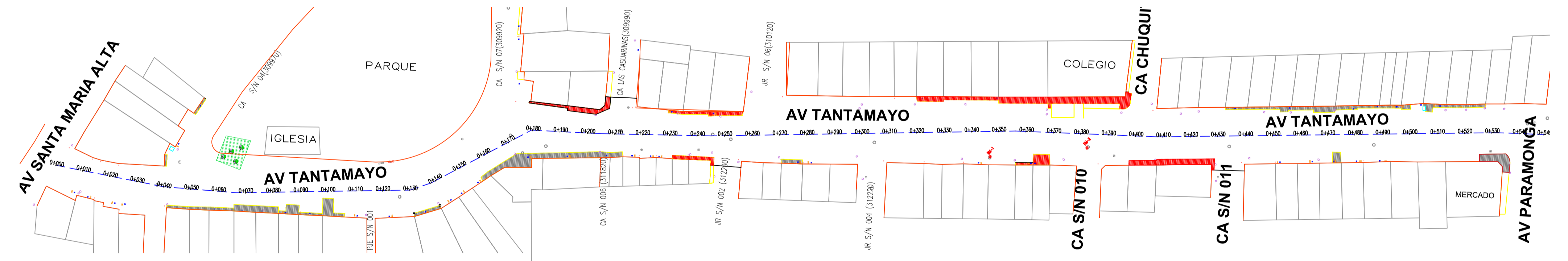
LEYENDA	
	PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	EJE DE ALINEAMIENTO
	CURVAS DE NIVEL
	LIMITE DE LOTE / L. DE MANZANA
	BUZON EXISTENTE
	BUZON TELEFONICO
	CAJA DE AGUA
	CAJA DE DESAGUE
	CAJAS DE VALVULAS
	POSTE EXISTENTE
	POSTE ALTA TENSION
	SUB ESTACION
	MURETE
	SILO
	PAVIMENTO FLEXIBLE 3"

NOTAS:

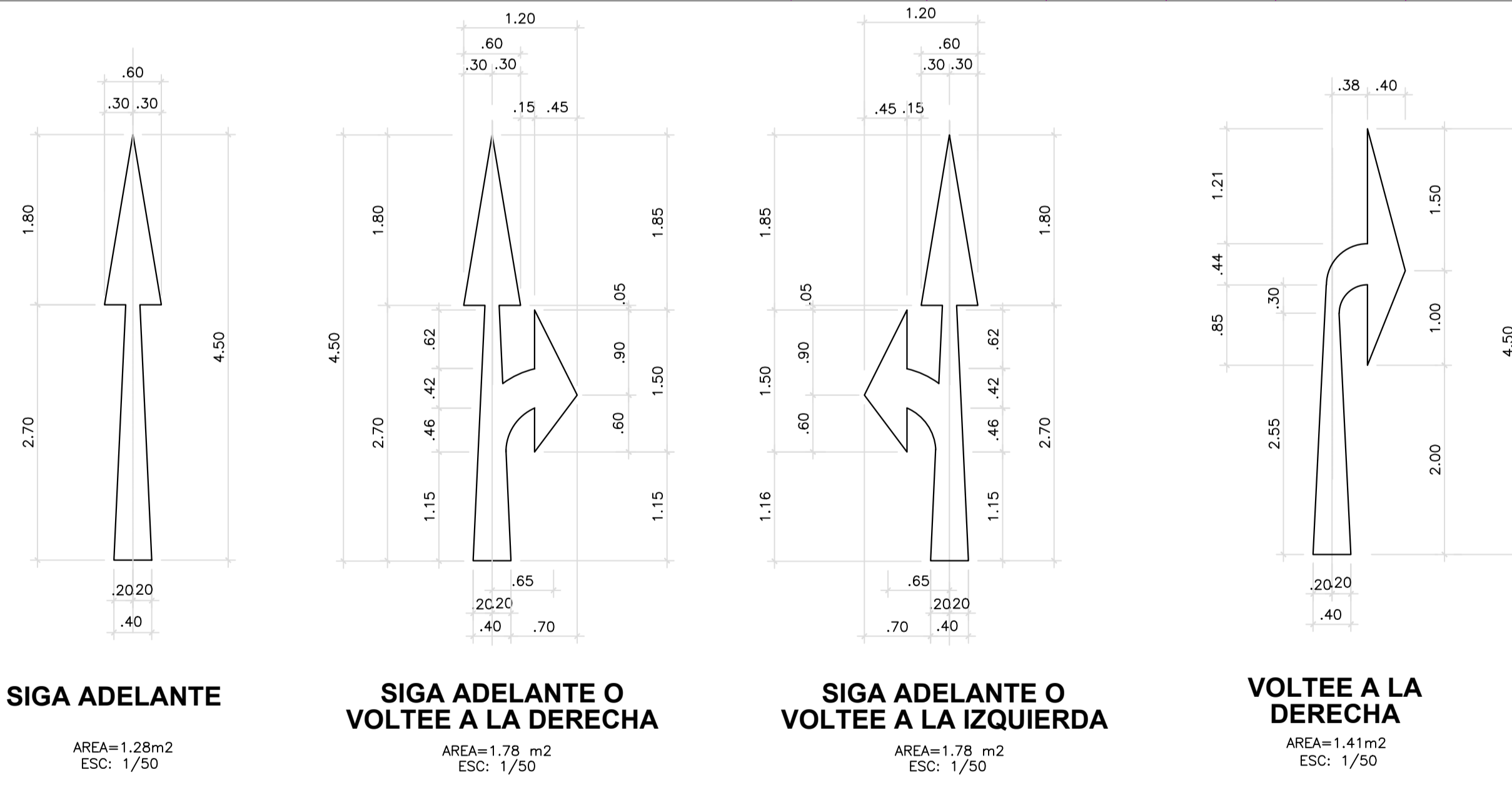
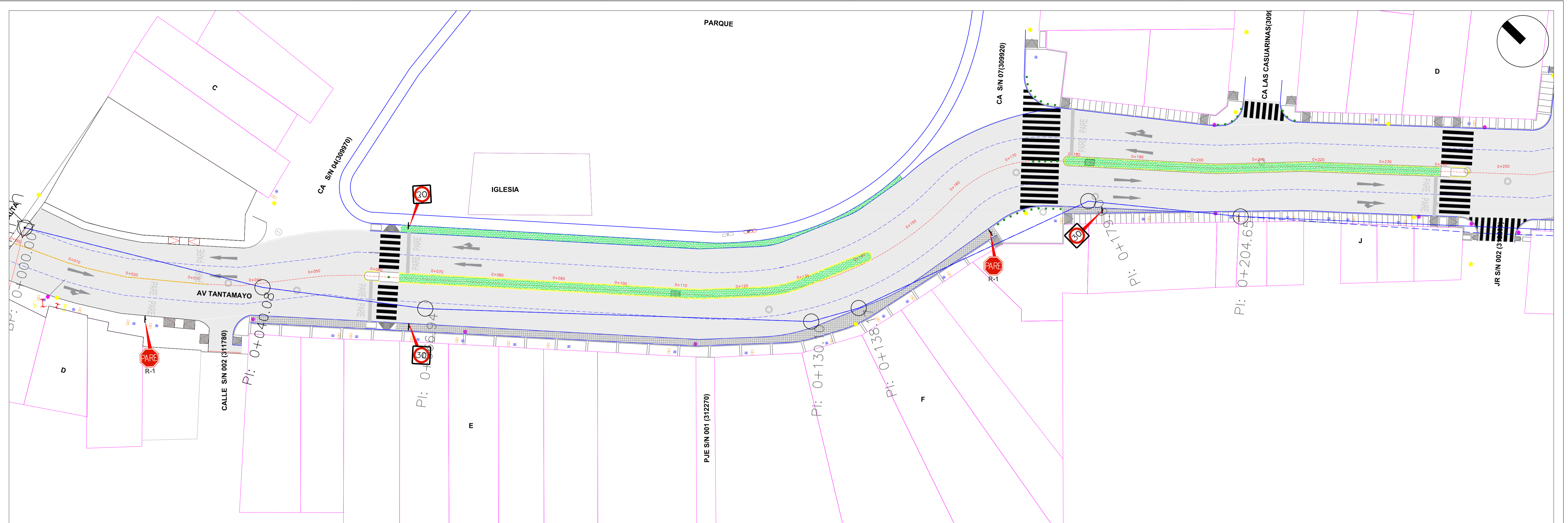
- EL CONCRETO EMPLEADO EN LOS SARDINELES SUMERGIDOS SERA CON CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175 KG/CM2 CON CEMENTO TIPO V
- EL TRAZO Y NIVELACION DE LA VIA SERA VERIFICADO Y REPLANTEADO EN OBRA, RESPETANDO LOS NIVELES ESTABLECIDOS
- LAS JUNTAS DE DILATACION EN LOS SARDINELES SE COLOCARAN A UNA DISTANCIA DE 4.00m



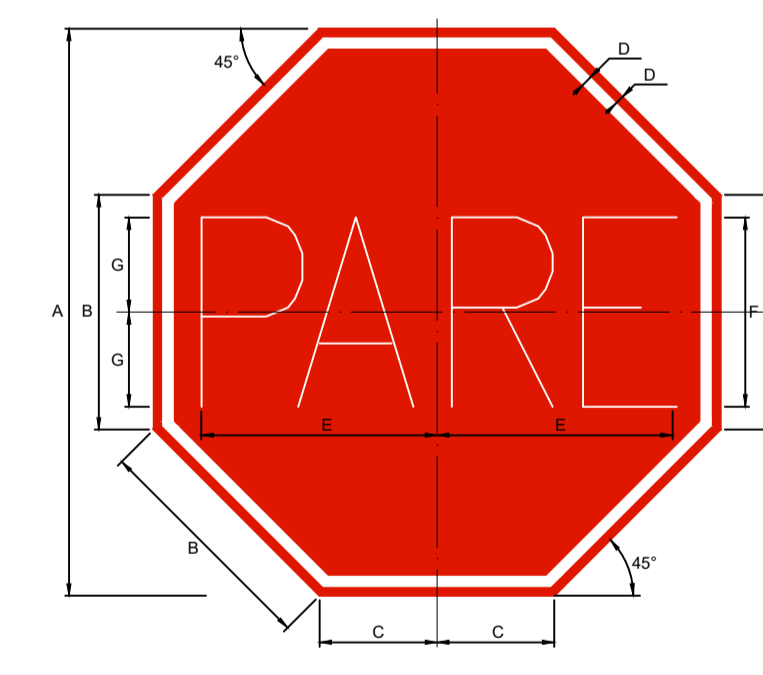
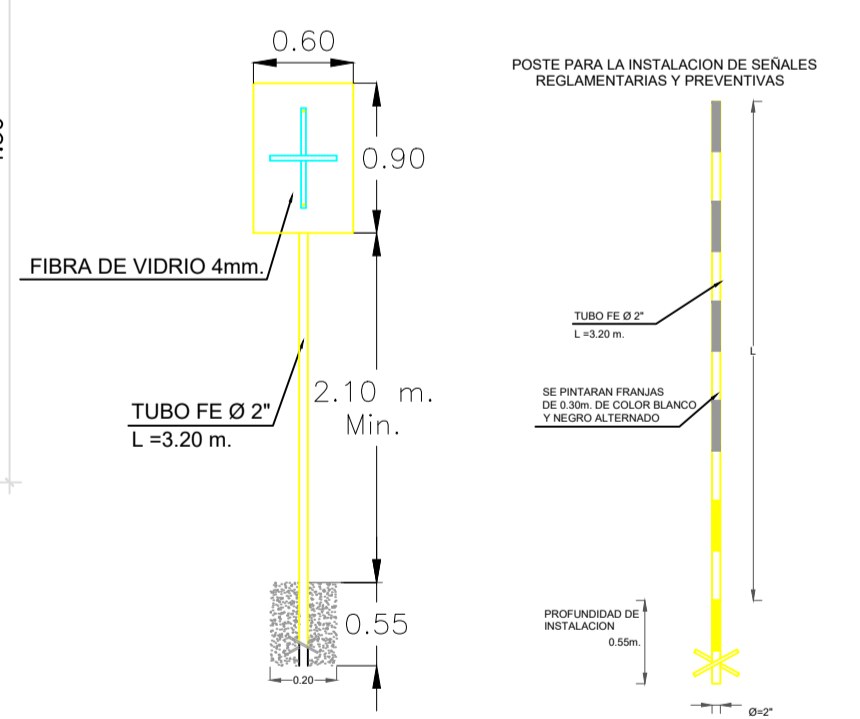
NOTA:
LA TAPA SERA DE CONCRETO, REFORZADA f'c=175 Kg/cm2
EL REFUERZO METALICO SERA Ø 3/8"



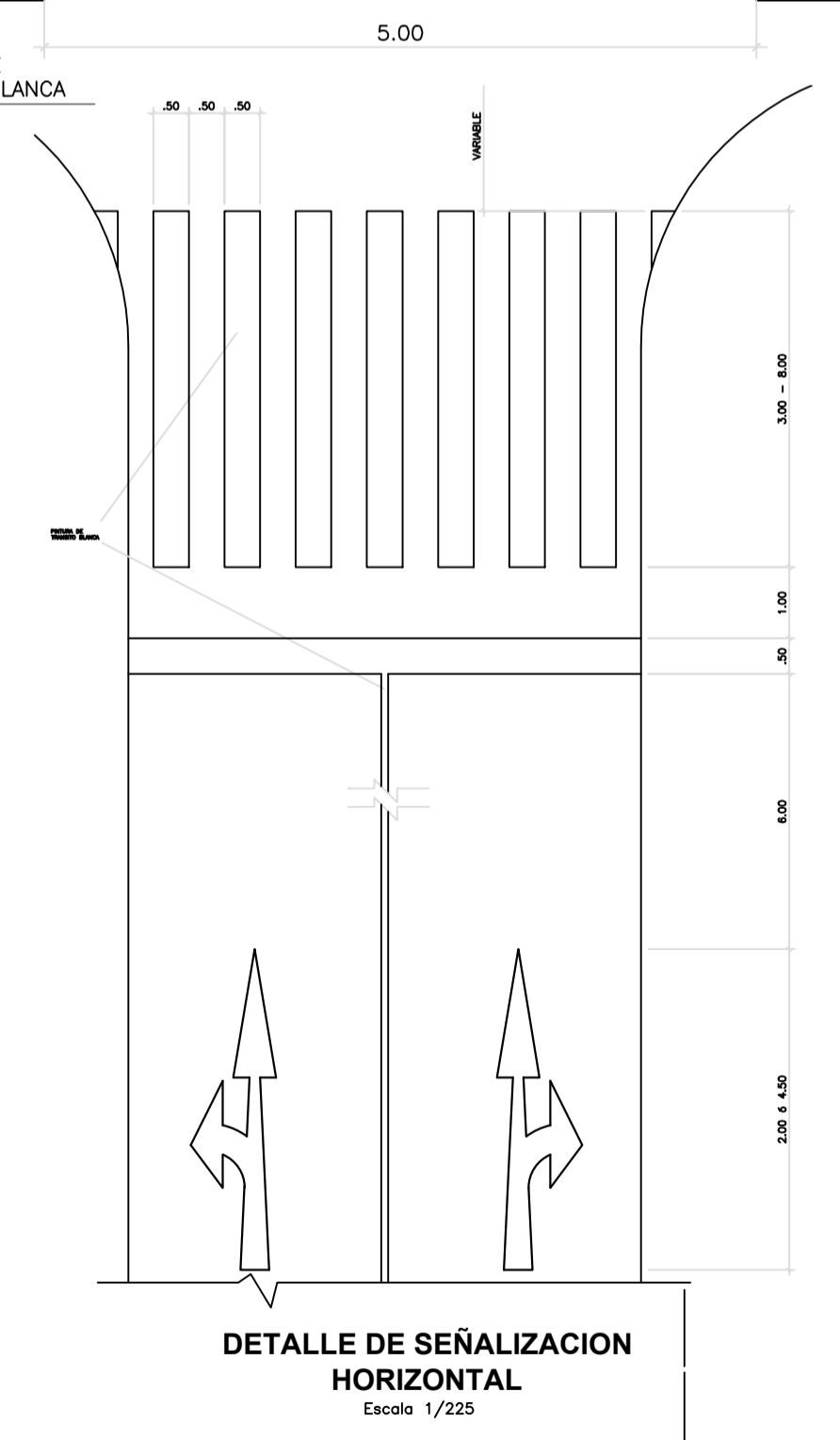
PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021		N° PLANO DE: PG-04
PROVINCIA:	LIMA	
DEPARTAMENTO:	LIMA	
DISTRITO:	SAN MARTIN DE PORRES	
ESPECIALIDAD:	PLANO GEOMETRICO	
PROPIETARIO:	JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA	
REVISADO:	MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO	
ESCALA:	INDICADA	FECHA: JULIO 2021



MARCADO DE LINEAS DE CARRIL
ESC: 1/50



R-1	VELOCIDAD (Km/h)	DIMENSIONES (milímetros)						
		A	B	C	D	E	F	G
600 x 600	50 o menor	600,0	248,5	124,3	10,0	249,6	200,0	100,0



LEYENDA	
	PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	EJE DE ALINEAMIENTO
	100 CURVAS DE NIVEL
	LIMITE DE LOTE / L. DE MANZANA
	BUZON EXISTENTE
	BUZON TELEFONICO
	CAJA DE AGUA
	CAJA DE DESAGUE
	CAJAS DE VALVULAS
	POSTE EXISTENTE
	POSTE ALTA TENSION
	SUB ESTACION
	MURETE
	SILO
	AREA DEMOLICION VEREDA EXISTENTE

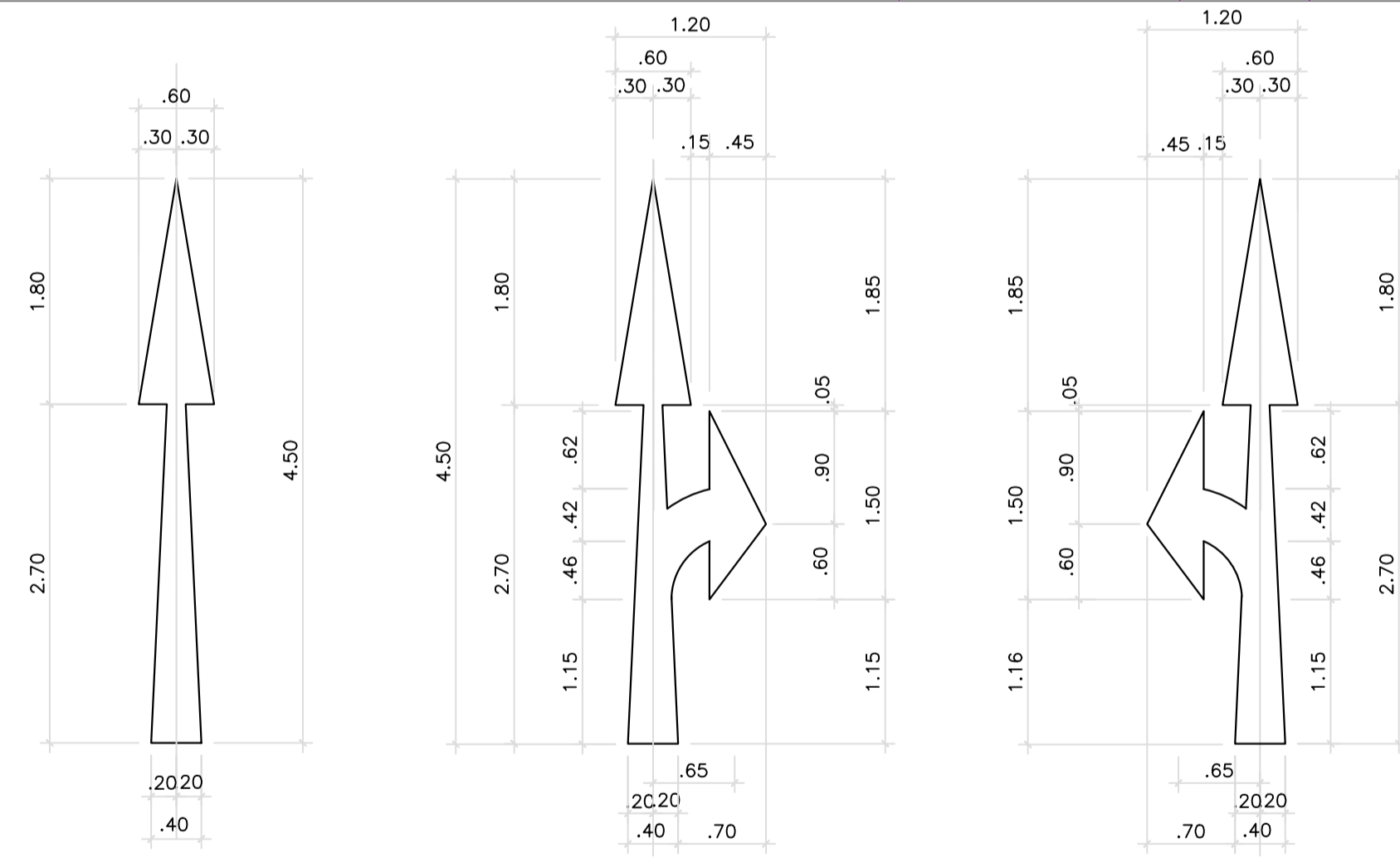
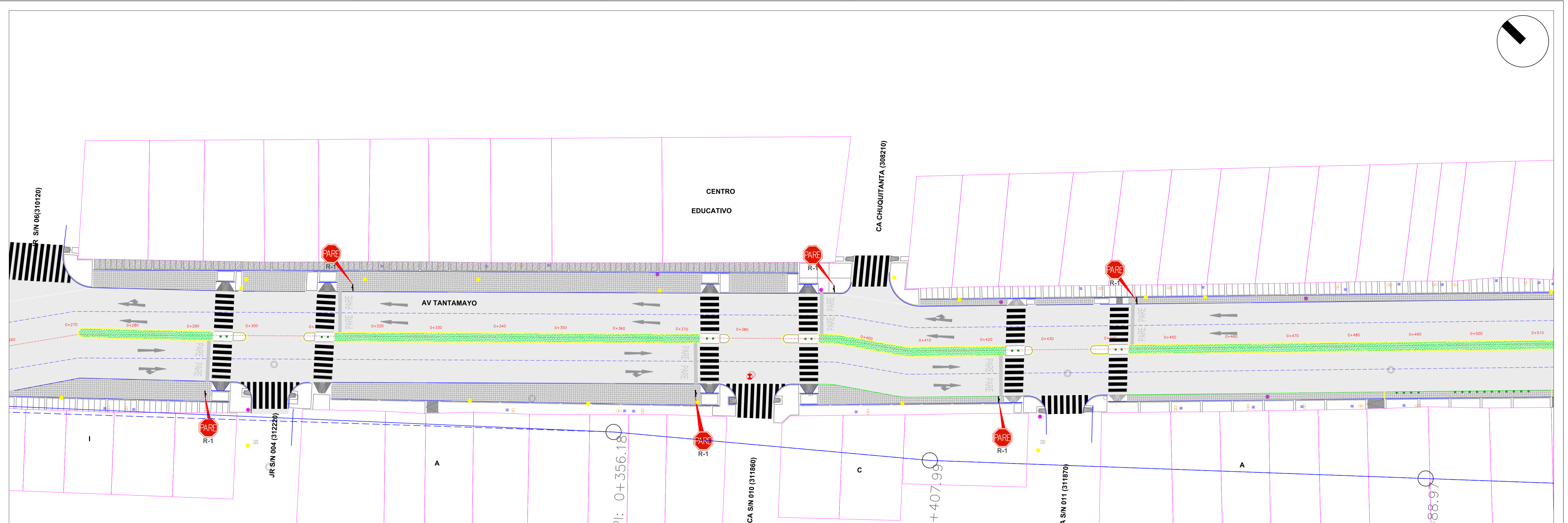


PROYECTO: Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021

PROVINCIA: LIMA
 DEPARTAMENTO: LIMA
 DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES
 ESPECIALIDAD: PLANO DE SEÑALIZACIÓN

PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO
 ESCALA: INDICADA

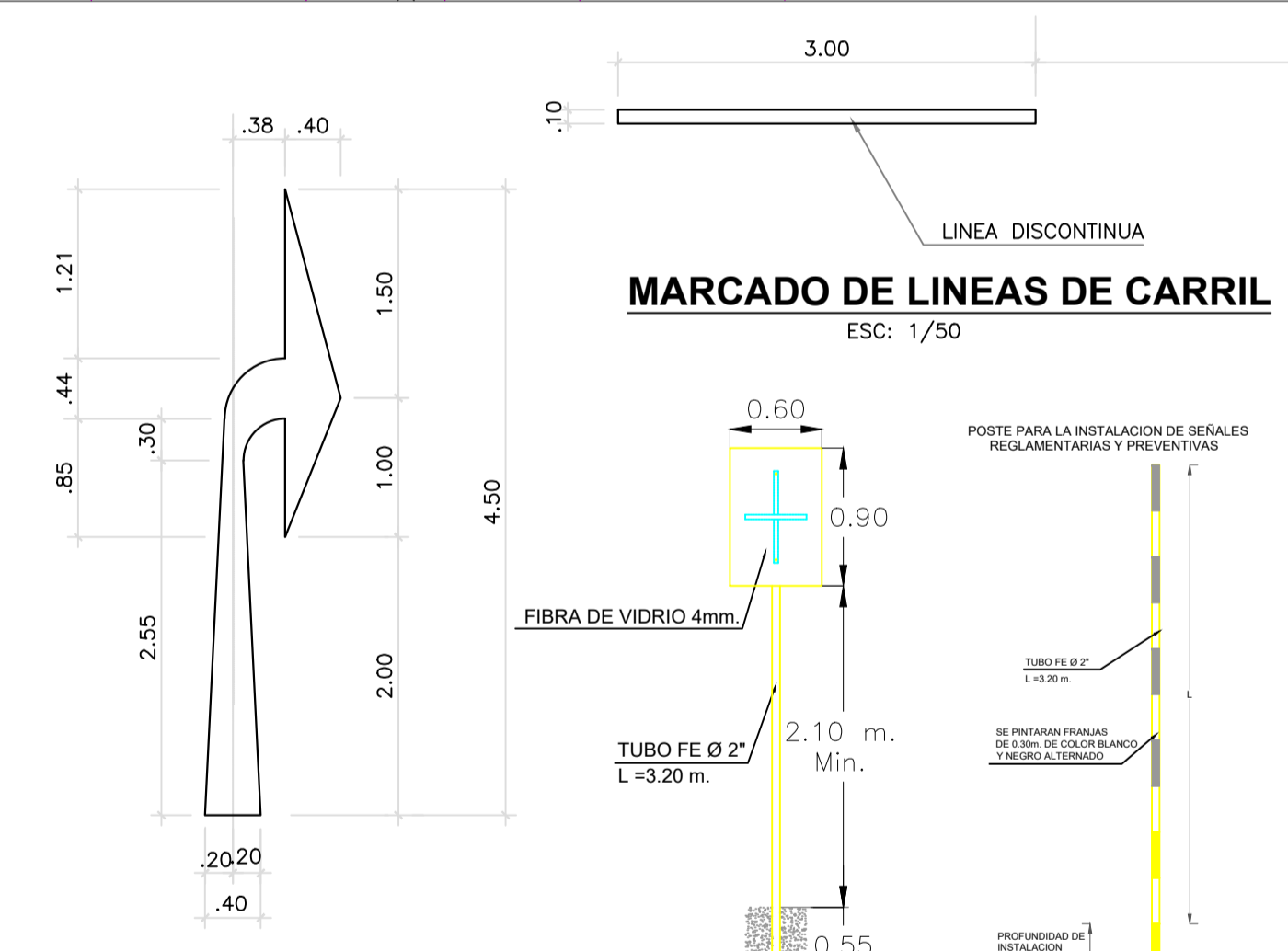
N° PLANO DE: **PS-01**
 FECHA: JULIO 2021



SIGA ADELANTE
 AREA=1.28m²
 ESC: 1/50

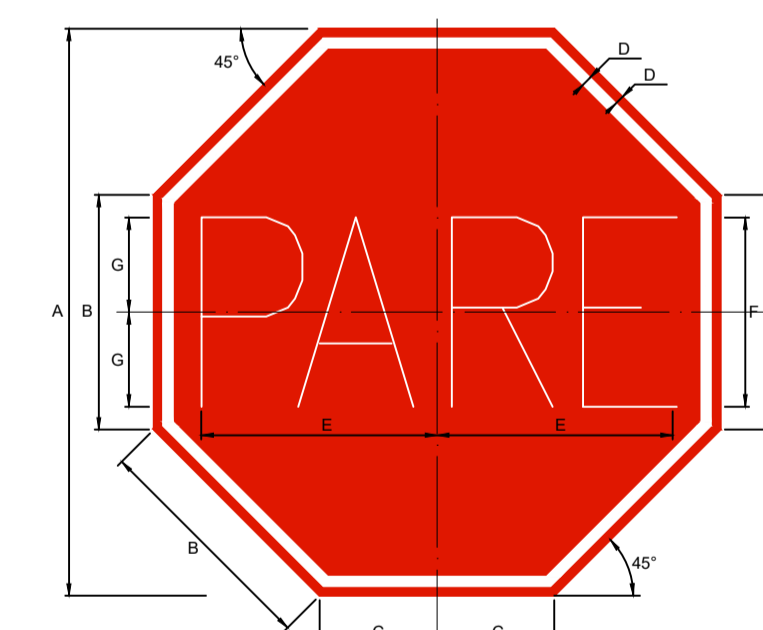
SIGA ADELANTE O VOLTEE A LA DERECHA
 AREA=1.78 m²
 ESC: 1/50

SIGA ADELANTE O VOLTEE A LA IZQUIERDA
 AREA=1.78 m²
 ESC: 1/50

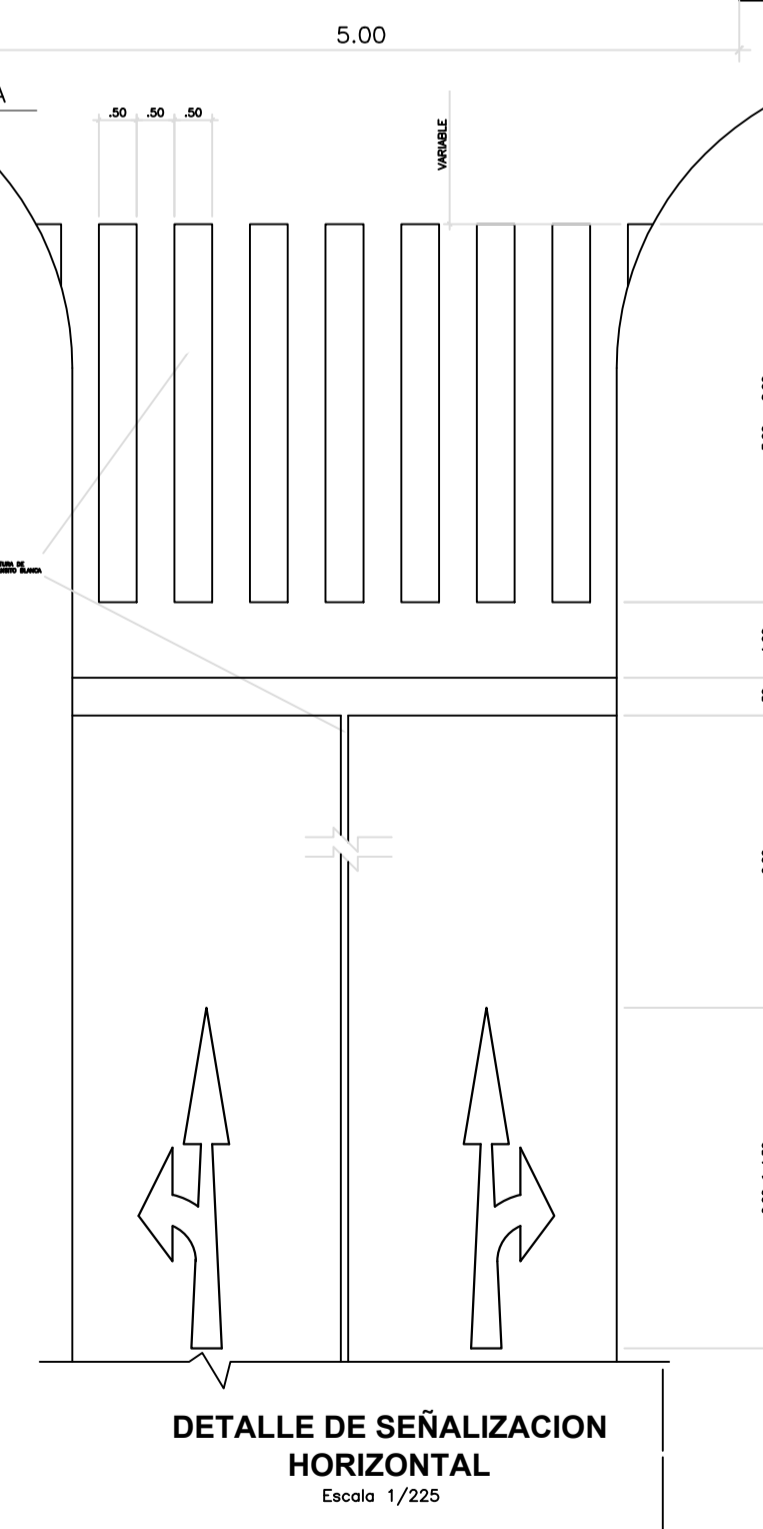


VOLTEE A LA DERECHA
 AREA=1.41m²
 ESC: 1/50

MARCADO DE LINEAS DE CARRIL
 ESC: 1/50



R-1	VELOCIDAD (Km/h)	DIMENSIONES (milímetros)						
		A	B	C	D	E	F	G
600 x 600	50 o menor	600,0	248,5	124,3	10,0	249,6	200,0	100,0



DETALLE DE SEÑALIZACION HORIZONTAL
 Escala: 1/225

LEYENDA	
	BM-1 PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	EJE DE ALINEAMIENTO
	100 CURVAS DE NIVEL
	LIMITE DE LOTE / L. DE MANZANA
	BUZON EXISTENTE
	BUZON TELEFONICO
	CAJA DE AGUA
	CAJA DE DESAGUE
	CAJAS DE VALVULAS
	POSTE EXISTENTE
	POSTE ALTA TENSION
	SUB ESTACION
	MURETE
	SILO
	AREA DEMOLICION VEREDA EXISTENTE

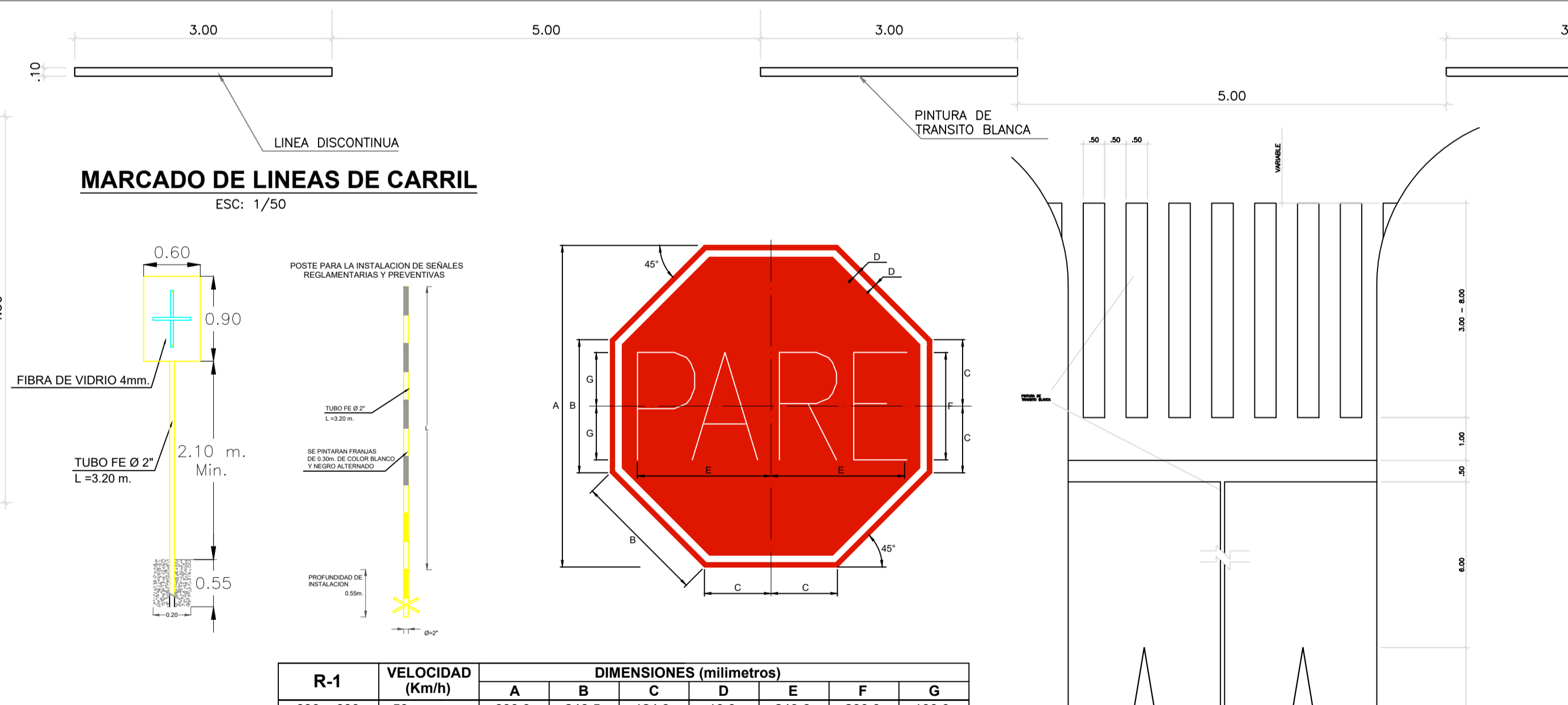
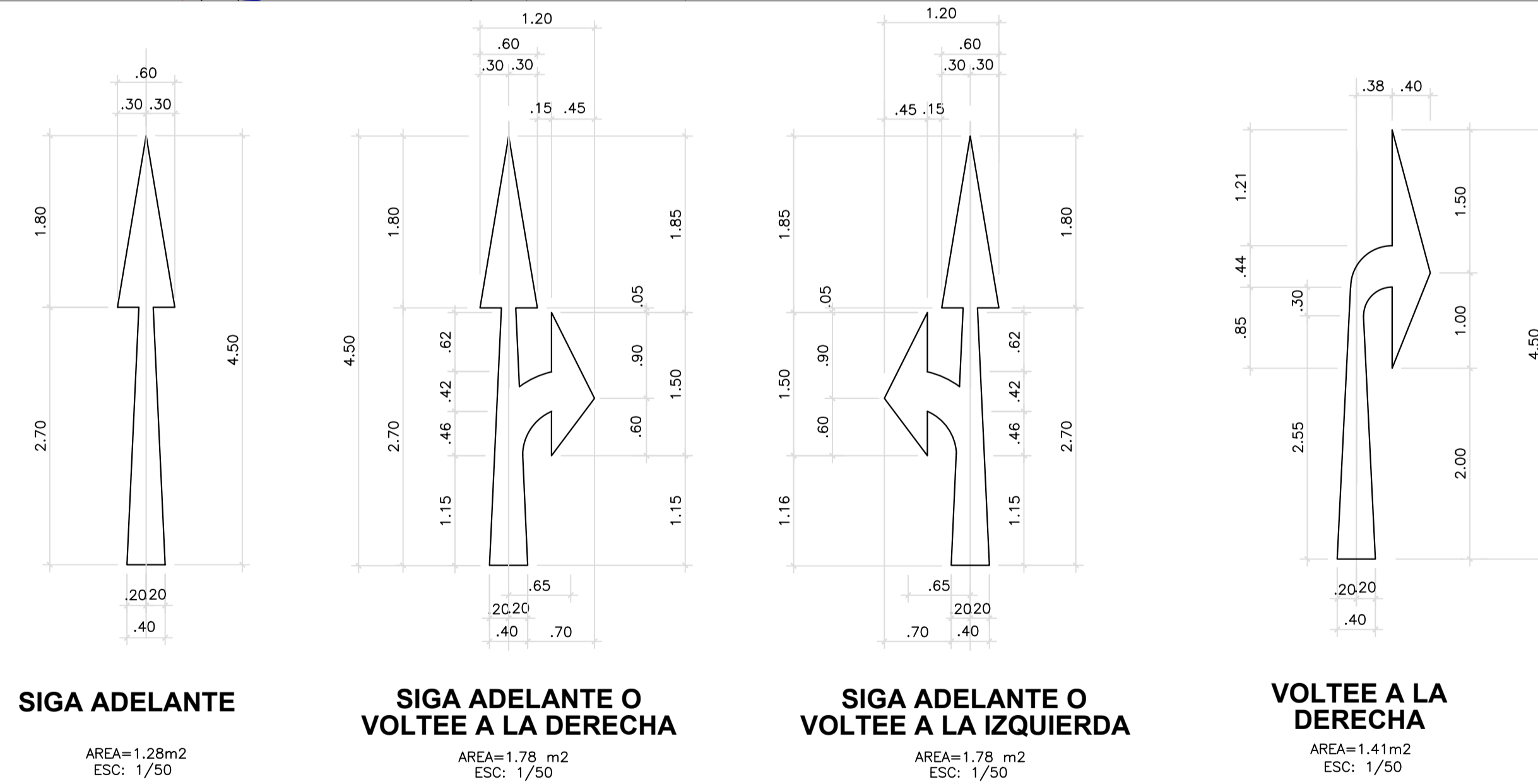
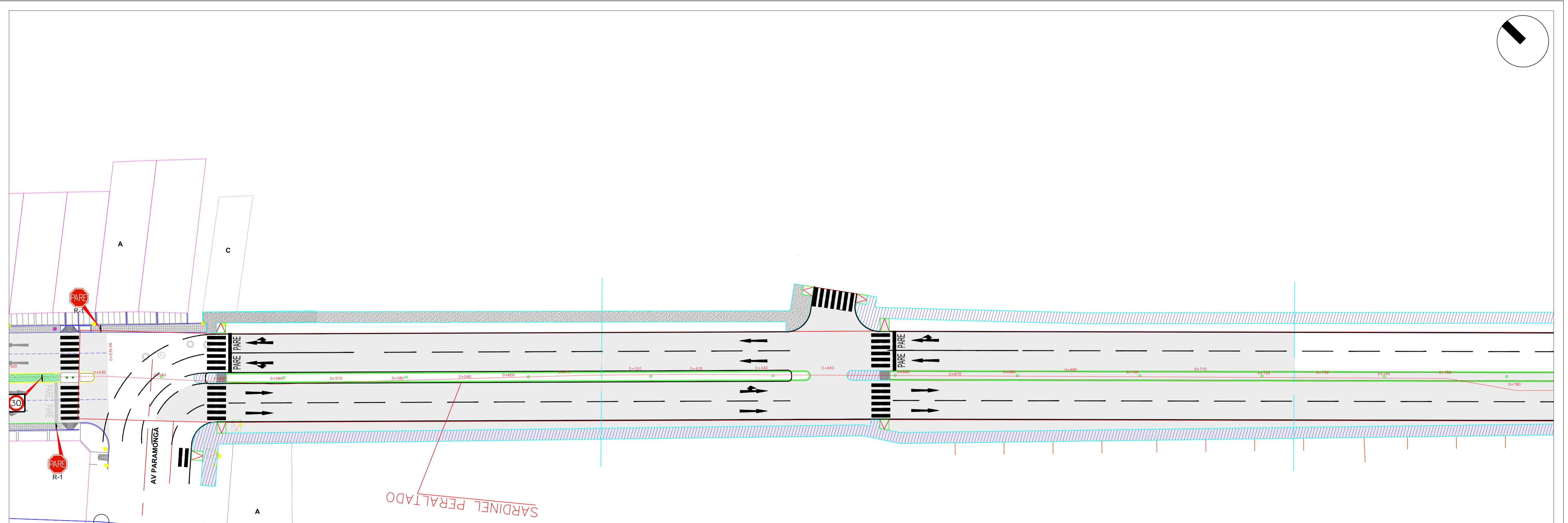


PROYECTO:
 Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021

PROVINCIA: LIMA
 DEPARTAMENTO: LIMA
 DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES
 ESPECIALIDAD: PLANO DE SEÑALIZACIÓN
 PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO
 ESCALA: INDICADA

N° PLANO DE:
PS-02

FECHA: JULIO 2021



R-1	VELOCIDAD (Km/h)	DIMENSIONES (milímetros)						
		A	B	C	D	E	F	G
600 x 600	50 o menor	600,0	248,5	124,3	10,0	249,6	200,0	100,0

LEYENDA	
	PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	EJE DE ALINEAMIENTO
	100 CURVAS DE NIVEL
	LIMITE DE LOTE / L. DE MANZANA
	BUZON EXISTENTE
	BUZON TELEFONICO
	CAJA DE AGUA
	CAJA DE DESAGUE
	CAJAS DE VALVULAS
	POSTE EXISTENTE
	POSTE ALTA TENSION
	SUB ESTACION
	MURETE
	SILO
	AREA DEMOLICION VEREDA EXISTENTE



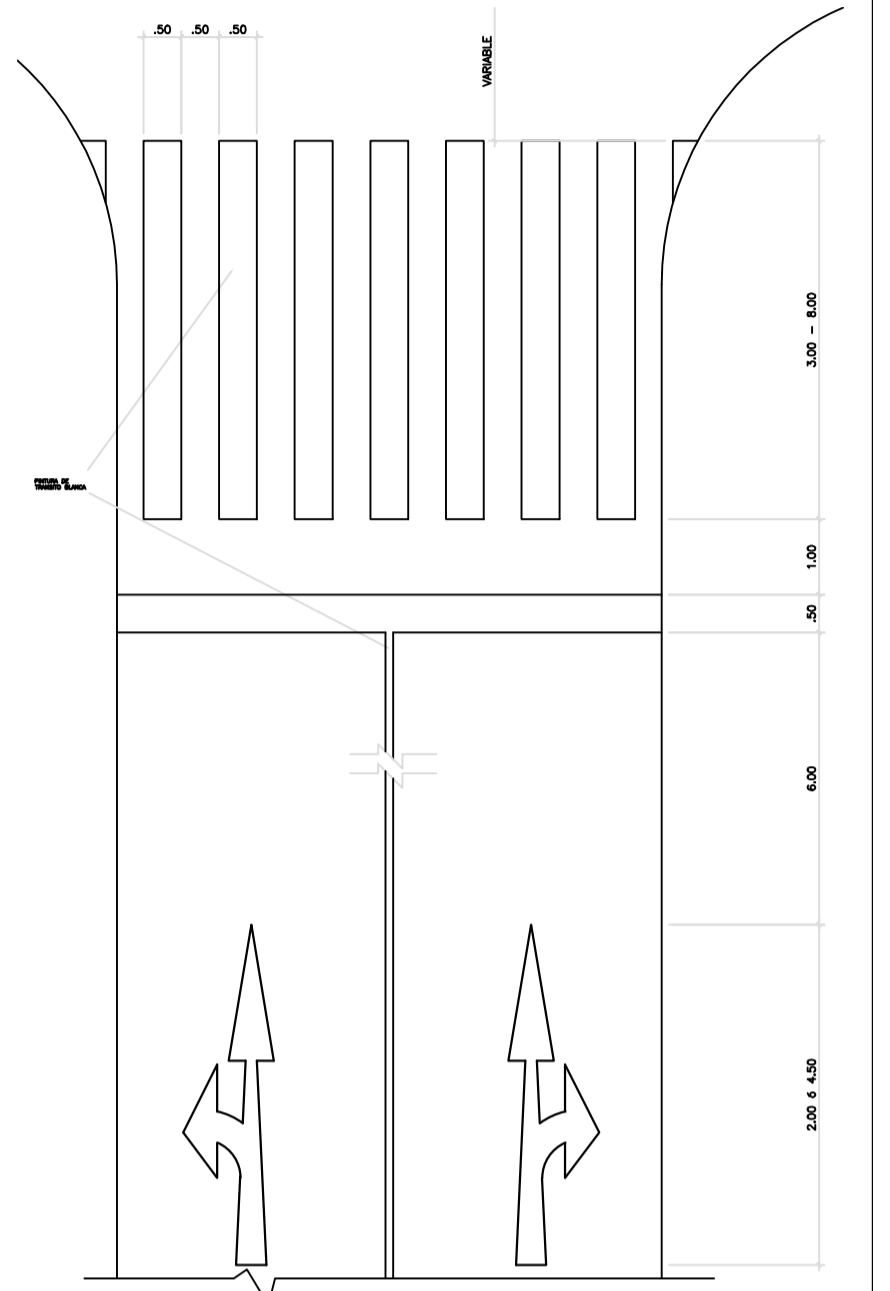
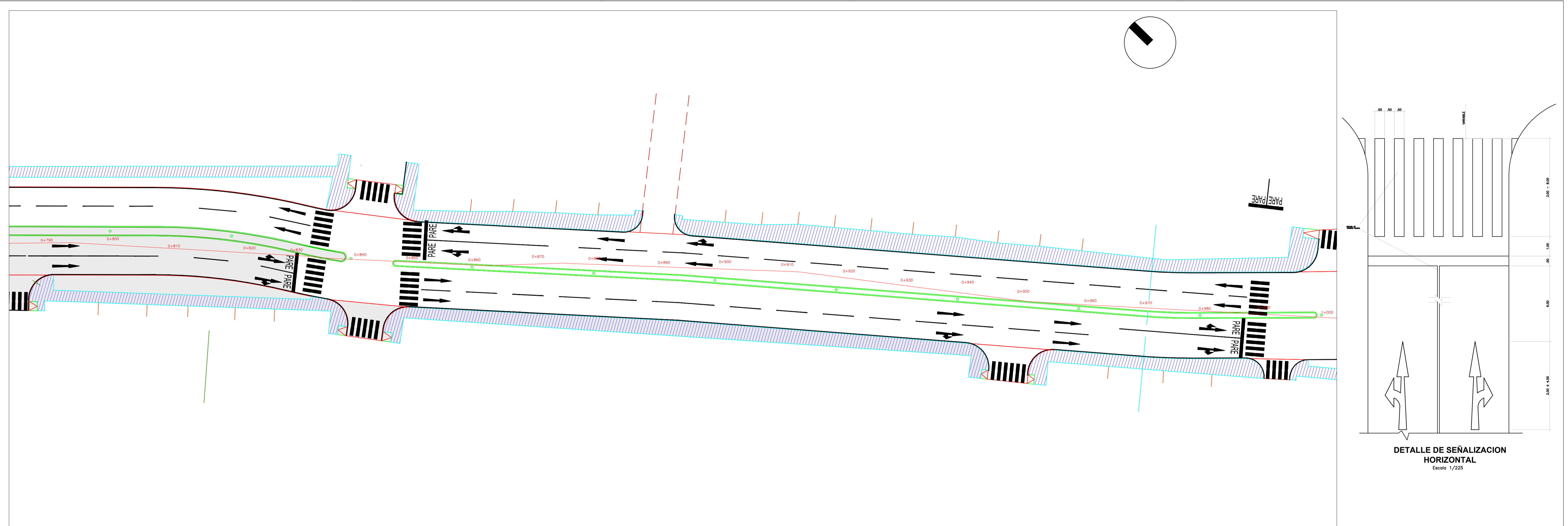
PROYECTO:
Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021

PROVINCIA: LIMA
DEPARTAMENTO: LIMA
DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES
ESPECIALIDAD: PLANO DE SEÑALIZACIÓN

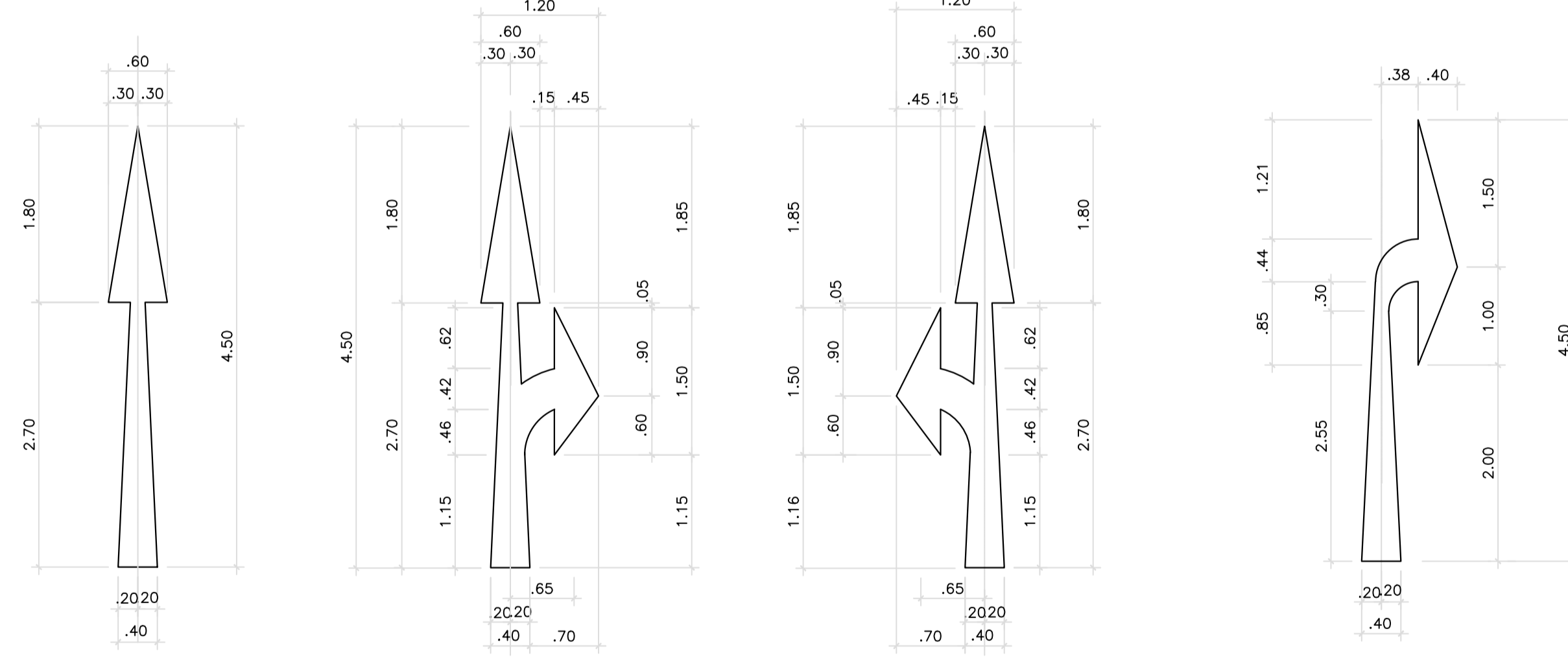
PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO
ESCALA: INDICADA

N° PLANO DE:
PS-03

FECHA: JULIO 2021



DETALLE DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
Escala: 1/225

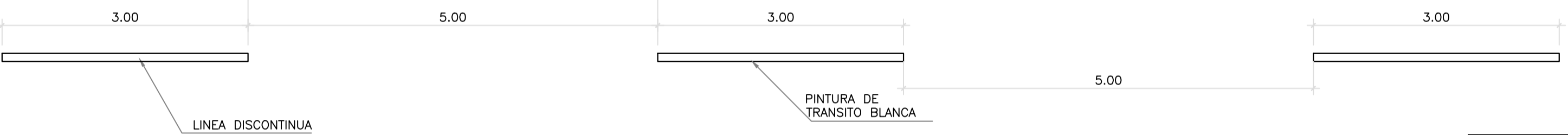


SIGA ADELANTE
AREA=1.28m²
ESC: 1/50

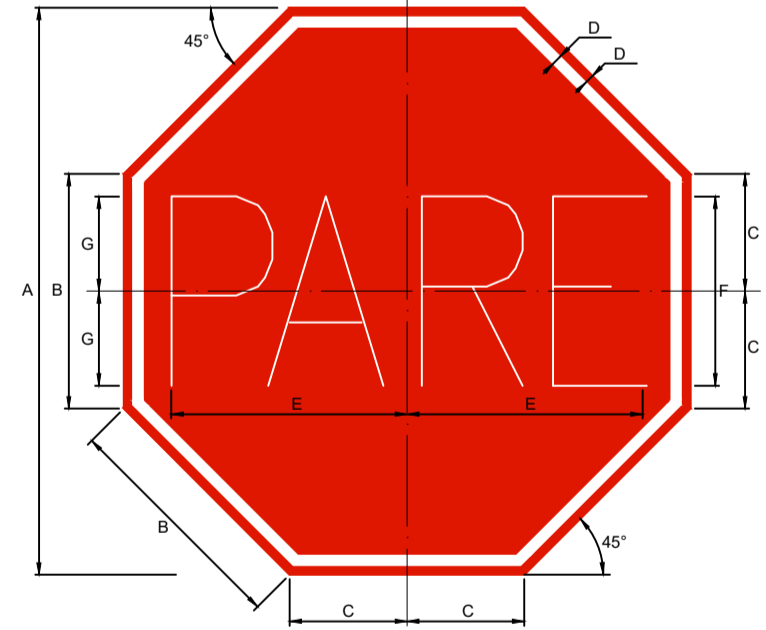
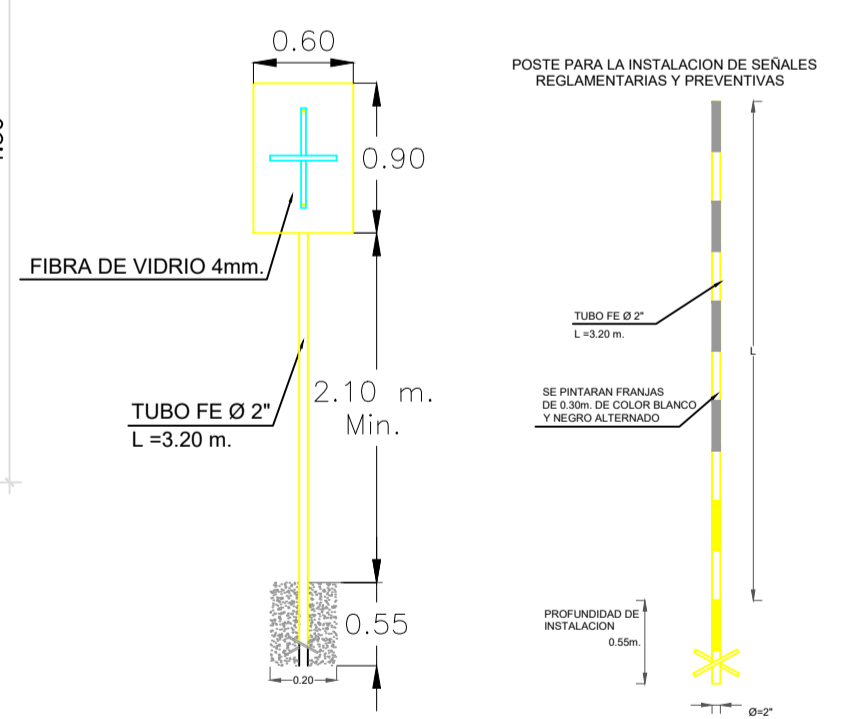
SIGA ADELANTE O VOLTEE A LA DERECHA
AREA=1.78 m²
ESC: 1/50

SIGA ADELANTE O VOLTEE A LA IZQUIERDA
AREA=1.78 m²
ESC: 1/50

VOLTEE A LA DERECHA
AREA=1.41m²
ESC: 1/50



MARCADO DE LINEAS DE CARRIL
ESC: 1/50



R-1	VELOCIDAD (Km/h)	DIMENSIONES (milímetros)						
		A	B	C	D	E	F	G
600 x 600	50 o menor	600,0	248,5	124,3	10,0	249,6	200,0	100,0

LEYENDA	
	PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO
	EJE DE ALINEAMIENTO
	100 CURVAS DE NIVEL
	LIMITE DE LOTE / L. DE MANZANA
	BUZON EXISTENTE
	BUZON TELEFONICO
	CAJA DE AGUA
	CAJA DE DESAGUE
	CAJAS DE VALVULAS
	POSTE EXISTENTE
	POSTE ALTA TENSION
	SUB ESTACION
	MURETE
	SILO
	PAVIMENTO FLEXIBLE 3"

PROYECTO:
Análisis Comparativo del Diseño de Pavimento Flexible y Pavimento Reforzado con Polietileno tereftalato en la Avenida Tantamayo San Martín de Porres, 2021

PROVINCIA: LIMA
DEPARTAMENTO: LIMA
DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES
ESPECIALIDAD: PLANO DE SEÑALIZACIÓN
PROPIETARIO: JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
REVISADO: MSC. ING. PACCHA RUFASTO, CÉSAR AUGUSTO
ESCALA: INDICADA

N° PLANO DE:
PS-04
FECHA: JULIO 2021



ANEXO 13 : RESULTADOS DE ENSAYO DE SUELOS



FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código : D-03
 Revisión : 1
 Fecha : -
 Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-056
 SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021

UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra:
 Cantera : -
 Calicata : C-1
 Muestra : -
 Prof. (m) : 1.50m
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 24/04/2021
 Fecha de Ejecución : 25/04/2021
 Fecha de Emisión : 04/05/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 1794,8

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	57,5	3,2	96,8
1"	25,40	127,8	7,1	89,7
3/4"	19,05	143,9	8,0	81,7
3/8"	9,525	254,7	14,2	67,5
N° 4	4,760	230,3	12,8	54,7
N° 10	2,000	53,6	3,0	51,7
N° 20	0,840	48,4	2,7	49,0
N° 40	0,425	71,8	4,0	45,0
N° 60	0,260	65,1	3,6	41,4
N° 140	0,106	180,6	10,1	31,3
N° 200	0,074	39,7	2,2	29,1
-200		521,4	29,1	0,0

% Grava [N° 4 < f < 3"]	45,3
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	25,6
% Finos [< N° 200]	29,1

LIMITES DE CONSISTENCIA

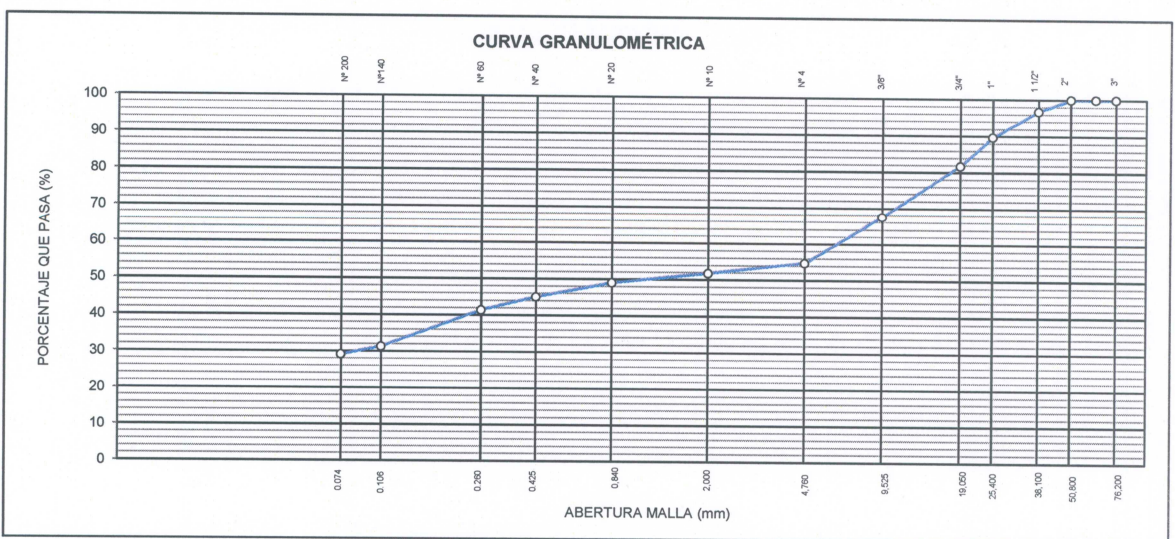
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05

Humedad (%)	4,8
-------------	-----

CLASIFICACIÓN

CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)
Descripción de la muestra :	GRAVA LIMOSA




Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-N°1
 - Hor-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
 DE LA LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

ANEXO 13: RESULTADO ENSAYO SUCS Y CBR

 LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2-3

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

INFORME N° : JCH 21-056
SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
ENTIDAD : -
PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021

UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : -
Prof. (m) : 1.50m
Progresiva : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 24/04/21
Fecha de Ejecución : 25/04/21
Fecha de Emisión : 04/05/21

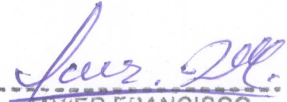
Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + ta g	582,5	563,3
Peso de suelo seco + tara g	560,4	540,0
Peso de tara g	84,5	70,2
Peso de agua g	22,1	23,3
Peso de suelo seco g	475,9	469,8
Contenido de agua %	4,6	5,0
Contenido de Humedad (%)	4,8	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-jch




JAVIER FRANCISCO
LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



LABORATORIO GEOTECNICO

FORMULARIO

Código : D-04

Revisión : 1

Fecha : -

Página : 1-3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

INFORME N° : JCH 21-056
SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
ENTIDAD : -
PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021

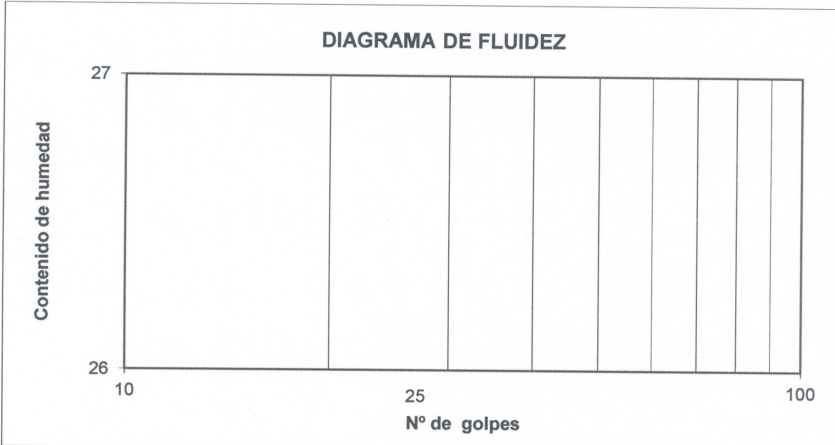
UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : -
Prof. (m) : 1.50m
Progresiva : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 24/04/21
Fecha de Ejecución : 25/04/21
Fecha de Emisión : 04/05/21

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación :
Realizado por

El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Tec. J.CH

Equipos Usados

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
DE LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código : D-19
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-056
 SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021
 UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 FECHA : ABRIL DEL 2021

Fecha de Recepción : 24/04/21
 Fecha de Ejecución : 26/04/21

Calicata : C-1
 Muestra : -
 Prof.(m) : 1,50

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
 Metodo : C

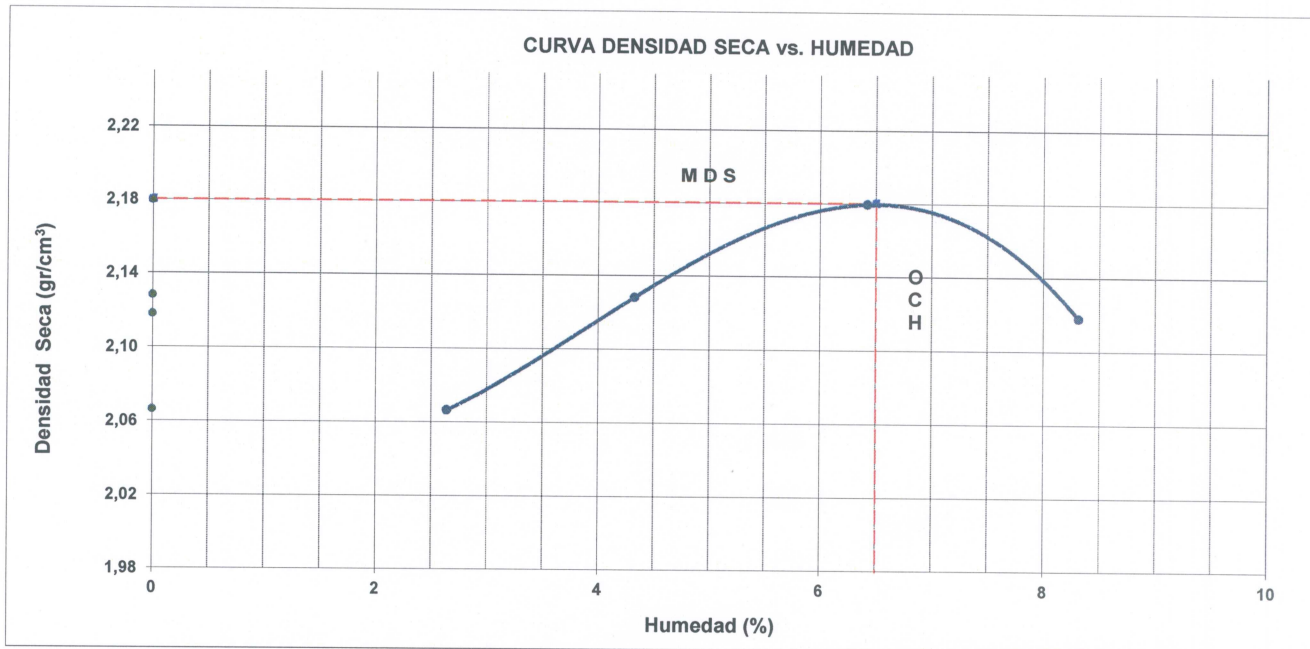
COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	10922	11132	11342	11288
Peso del Molde (gr)	6434	6434	6434	6434
Peso suelo compacto (gr)	4488	4698	4908	4854
Volumen del Molde (cm ³)	2116,0	2116,0	2116,0	2116,0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,121	2,220	2,319	2,294
Densidad seca (gr/cm ³)	2,066	2,128	2,179	2,118

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	552,0	520,2	552,2	576,6
Tara + suelo seco (gr)	539,5	501,2	522,5	536,6
Peso del agua (gr)	12,5	19,0	29,7	40,0
Peso de tara (gr)	66,5	62,2	60,2	55,5
Peso suelo seco (gr)	473,0	439,0	462,3	481,1
Contenido de humedad(%)	2,6	4,3	6,4	8,3

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,180 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 6,5 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 DE LA LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-056
 SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021
 UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 FECHA : ABRIL DEL 2021

Fecha de Recepción : 24/04/21
 Fecha de Ejecución : 26/04/21

Calicata : C-1
 Muestra : -
 Prof.(m) : 1,50
 MDS (gr/cm3) : 2,180
 OCH (%) : 6,5

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

COMPACTACIÓN

N° molde	C-4		A-4		E-4	
	56		25		10	
N° de golpes por capa	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Condición de la muestra						
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	13448	13488	12529	12612	12512	12619
Peso del Molde (gr)	8515	8515	7752	7752	7996	7996
Peso suelo compacto (gr)	4933	4973	4777	4860	4516	4623
Volumen del Molde (cm3)	2127	2127	2144	2144	2129	2129
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,319	2,338	2,228	2,267	2,122	2,172
Densidad seca (gr/cm3)	2,180	2,188	2,093	2,115	1,993	2,017

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	633,3	588,0	558,9	600,7	526,9	555,0
Tara + suelo seco (gr)	599,6	554,2	528,0	564,2	499,6	521,2
Peso del agua (gr)	33,7	33,8	30,9	36,5	27,3	33,8
Peso de tara (gr)	72,5	60,2	50,1	55,9	77,9	82,5
Peso suelo seco (gr)	527,1	494,0	477,9	508,3	421,7	438,7
Contenido de humedad(%)	6,4	6,8	6,5	7,2	6,5	7,7

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/04/2021	0	8:06:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
27/04/2021	24	8:07:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
28/04/2021	48	8:05:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
29/04/2021	72	8:06:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
30/04/2021	96	8:04:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-4		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-4		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	E-4	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		96,9			77,5			51,7		
0,050		222,5			178,0			118,7		
0,075		391,0			312,8			208,6		
0,100	1000	550,8	600,0	60,0	440,6	480,1	48,0	293,7	320,1	32,0
0,125		729,2			583,4			388,9		
0,150		831,6			665,3			443,5		
0,175		929,7			743,7			495,8		
0,200	1500	1026,6	1100,0	73,3	821,3	898,0	59,9	547,5	605,0	40,3
0,300		1346,0			1076,8			717,9		
0,400		1492,5			1194,0			796,0		
0,500		1515,0			1212,0			808,0		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



LABORATORIO GEOTÉCNICO

FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

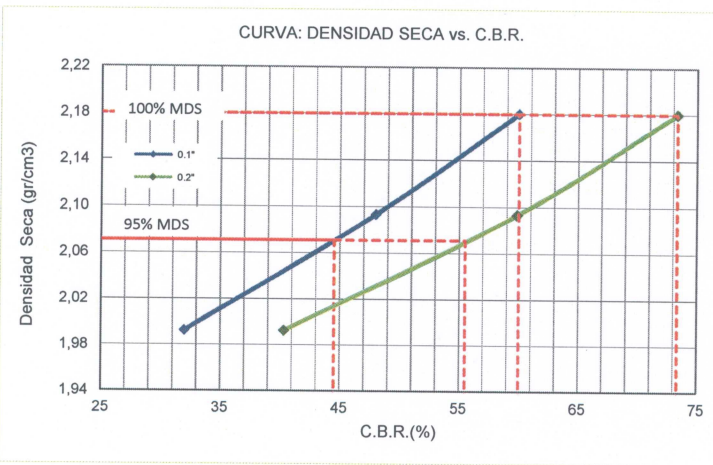
Código : D-20
Revisión : 1
Fecha : -
Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

Nº INFORME : JCH 21-056
SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021
UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
FECHA : ABRIL DEL 2021

Fecha de Recepción : 24/04/21
Fecha de Ejecución : 26/04/21

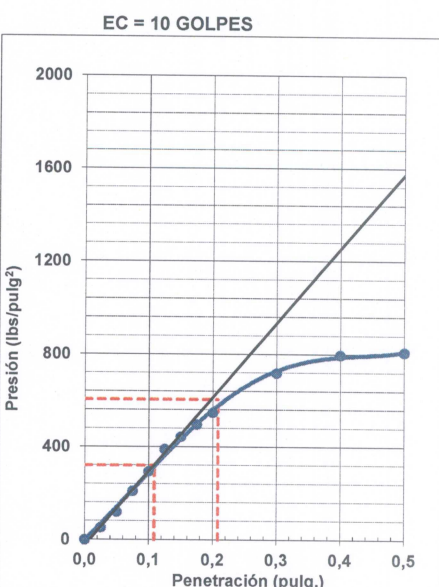
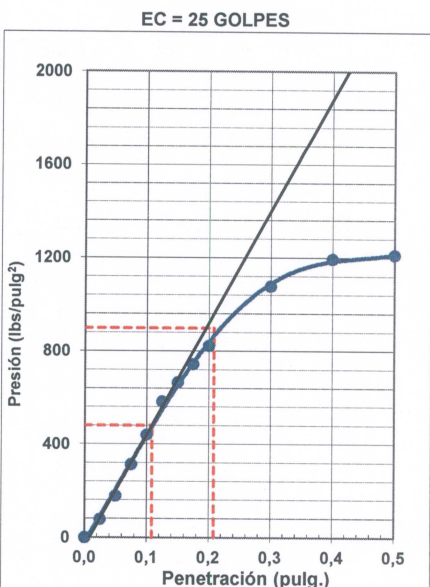
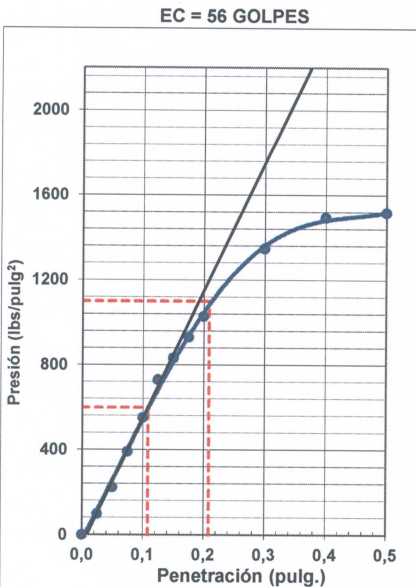
Calicata : C-1
Muestra : -
Prof.(m) : 1,50
Cantera : -
Progresiva : -
Coordenadas : -
Clasificación SUCS : GM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,180
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6,5
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,071

Table with 4 columns: C.B.R. al 100% de M.D.S. (%), 0.1", 0.2", and values 60,0 and 73,3.

RESULTADOS:
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 60,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 44,5
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 73,3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 55,5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Table with 2 columns: Equipment used (Bal-R31P30-Nº3, Bal-TAJ4001-Nº1, Hor-01-JCH, Maq. Ensayo 50Kn).



Signature of JAVIER FRANCISCO LOA CLAVIJO, INGENIERO CIVIL, Reg. CIP N° 193667



LABORATORIO GEOTÉCNICO

FORMULARIO

Código : D-03

Revisión : 1

Fecha : -

Página : 3-3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

INFORME N° : JCH 21-056
 SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021

UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra:

Cantera : -
 Calicata : C-2
 Muestra : -
 Prof. (m) : 1.50m
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Fecha de Recepción : 24/04/2021
 Fecha de Ejecución : 25/04/2021
 Fecha de Emisión : -

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 2278,0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	113,1	5,0	95,0
1"	25,40	415,0	18,2	76,8
3/4"	19,05	216,7	9,5	67,3
3/8"	9,525	361,2	15,9	51,4
N° 4	4,760	242,5	10,6	40,8
N° 10	2,000	64,6	2,8	38,0
N° 20	0,840	60,9	2,7	35,3
N° 40	0,425	85,6	3,8	31,5
N° 60	0,260	105,7	4,6	26,9
N° 140	0,106	186,9	8,2	18,7
N° 200	0,074	35,9	1,6	17,1
-200		389,9	17,1	0,0

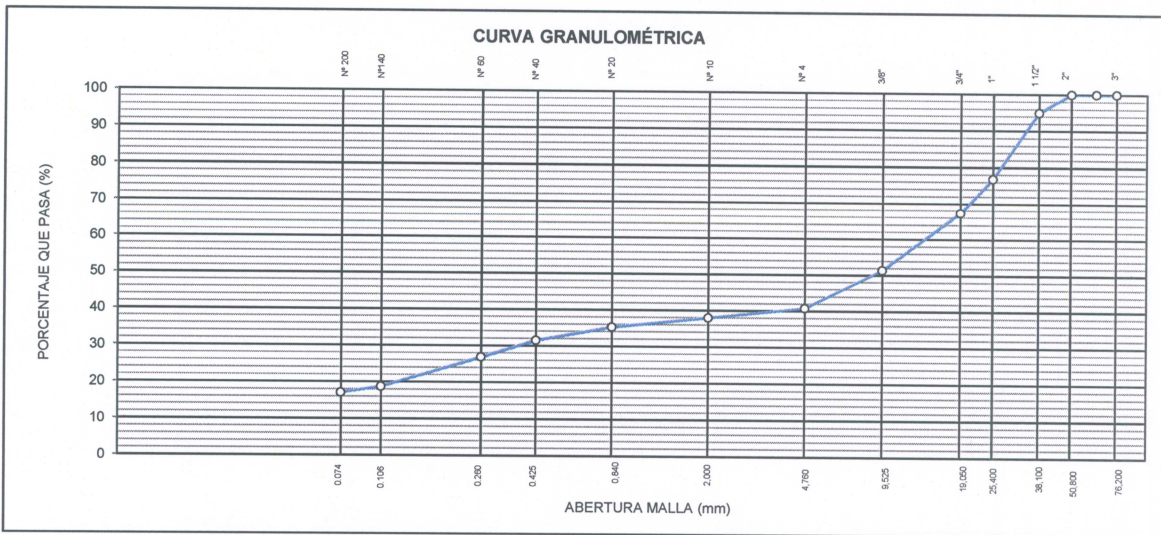
% Grava [N° 4 < f < 3"]	59,2
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	23,7
% Finos [< N° 200]	17,1

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	3,4

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)

Descripción de la muestra : GRAVA LIMOSA




Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

- Equipos Usados
- Bal-TAJ4001-N°1
 - Hor-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 21-056
SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
ENTIDAD : -
PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021

UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -		
Calicata	: C-2		
Muestra	: -		
Prof. (m)	: 1.50m	Fecha de Recepción	: 24/04/21
Progresiva	: -	Fecha de Ejecución	: 25/04/21
Coordenadas	: -	Fecha de Emisión	: -

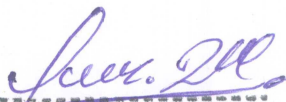
Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + ta g	738,5	685,6
Peso de suelo seco + tara g	718,0	665,0
Peso de tara g	85,4	75,4
Peso de agua g	20,5	20,6
Peso de suelo seco g	632,6	589,6
Contenido de agua %	3,2	3,5
Contenido de Humedad (%)	3,4	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch




JAVIER FRANCISCO
DE LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



LABORATORIO GEOTECNICO

FORMULARIO

Código : D-04

Revisión : 1

Fecha : -

Página : 1-3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

INFORME N° : JCH 21-056
SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
ENTIDAD : -
PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021

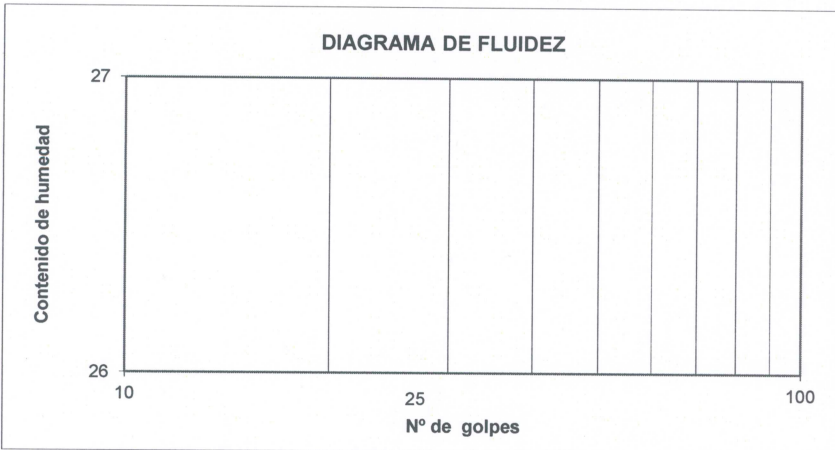
UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : -
Prof. (m) : 1.50m
Progresiva : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 24/04/21
Fecha de Ejecución : 25/04/21
Fecha de Emisión : -

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
LA LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

PRÓCTOR MODIFICADO
 NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-056
 SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021
 UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 FECHA : ABRIL DEL 2021

Fecha de Recepción : 24/04/21
 Fecha de Ejecución : 26/04/21

Calicata : C-2
 Muestra : -
 Prof.(m) : 1,50
 Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : GM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
 Metodo : C

COMPACTACIÓN

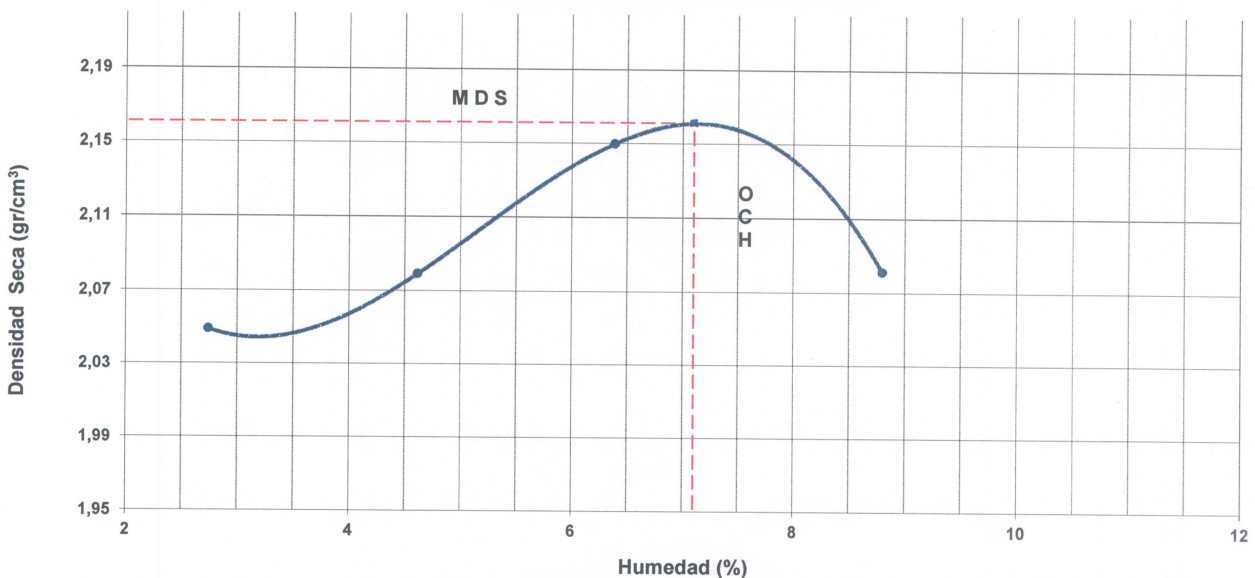
Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	10888	11036	11273	11225
Peso del Molde (gr)	6434	6434	6434	6434
Peso suelo compacto (gr)	4454	4602	4839	4791
Volumen del Molde (cm ³)	2116,0	2116,0	2116,0	2116,0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,105	2,175	2,287	2,264
Densidad seca (gr/cm ³)	2,049	2,079	2,150	2,081

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	555,5	559,2	508,5	645,2
Tara + suelo seco (gr)	542,0	538,0	482,2	599,6
Peso del agua (gr)	13,5	21,2	26,3	45,6
Peso de tara (gr)	49,9	78,8	70,5	81,5
Peso suelo seco (gr)	492,1	459,2	411,7	518,1
Contenido de humedad(%)	2,7	4,6	6,4	8,8

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,161 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 7,1 (%)

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-056
 SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021
 UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 FECHA : ABRIL DEL 2021

Fecha de Recepción : 24/04/21
 Fecha de Ejecución : 26/04/21

Calicata : C-2
 Muestra : -
 Prof.(m) : 1,50
 MDS (gr/cm3) : 2,161
 OCH (%) : 7,1

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

COMPACTACIÓN

N° molde	F-3		B-4		A-6	
	56		25		10	
N° de golpes por capa	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Condición de la muestra						
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	13006	13062	12488	12582	12322	12432
Peso del Molde (gr)	8083	8083	7738	7738	7792	7792
Peso suelo compacto (gr)	4923	4979	4750	4844	4530	4640
Volumen del Molde (cm3)	2128	2128	2138	2138	2142	2142
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,314	2,340	2,222	2,266	2,115	2,167
Densidad seca (gr/cm3)	2,160	2,170	2,076	2,093	1,974	1,988

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	512,3	589,9	536,6	622,3	563,6	599,7
Tara + suelo seco (gr)	483,0	552,2	505,0	590,2	530,3	566,0
Peso del agua (gr)	29,3	37,7	31,6	32,1	33,3	33,7
Peso de tara (gr)	70,2	70,1	55,5	201,3	63,6	190,5
Peso suelo seco (gr)	412,8	482,1	449,5	388,9	466,7	375,5
Contenido de humedad(%)	7,1	7,8	7,0	8,3	7,1	9,0

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/04/2021	0	8:06:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
27/04/2021	24	8:07:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
28/04/2021	48	8:05:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
29/04/2021	72	8:06:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
30/04/2021	96	8:04:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	F-3		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	B-4		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-6	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		81,5			65,2			43,5		
0,050		207,1			165,7			110,4		
0,075		332,7			266,1			177,4		
0,100	1000	475,8	541,1	54,1	380,7	432,9	43,3	253,8	288,6	28,9
0,125		623,4			498,8			332,5		
0,150		729,2			583,4			388,9		
0,175		828,3			662,7			441,8		
0,200	1500	978,1	1044,0	69,6	782,5	820,0	54,7	521,7	555,0	37,0
0,300		1272,2			1017,8			678,5		
0,400		1418,7			1135,0			756,7		
0,500		1480,4			1184,3			789,6		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
 LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



LABORATORIO GEOTÉCNICO

FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

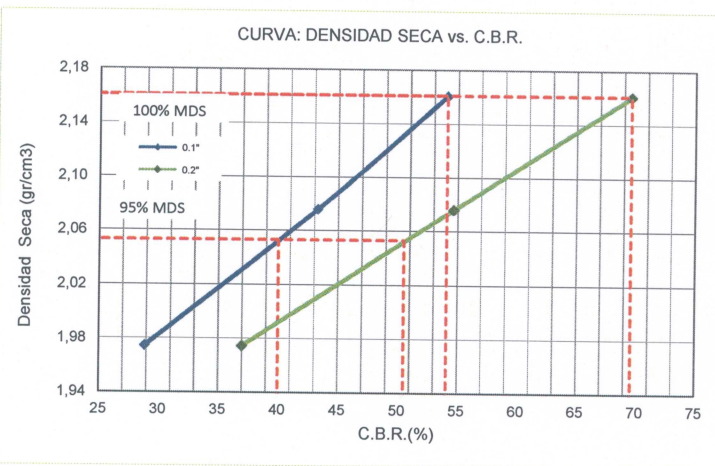
Código : D-20
Revisión : 1
Fecha : -
Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

Nº INFORME : JCH 21-056
SOLICITANTE : JHAZMÍN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AV. TANTAMAYO, SAN MARTÍN DE PORRES, 2021
UBICACIÓN : AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
FECHA : ABRIL DEL 2021

Fecha de Recepción : 24/04/21
Fecha de Ejecución : 26/04/21

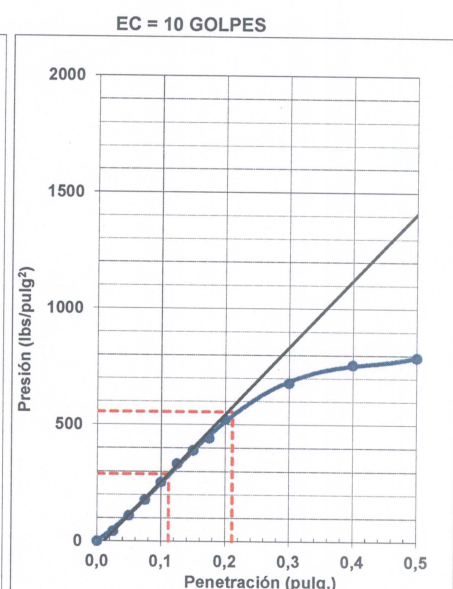
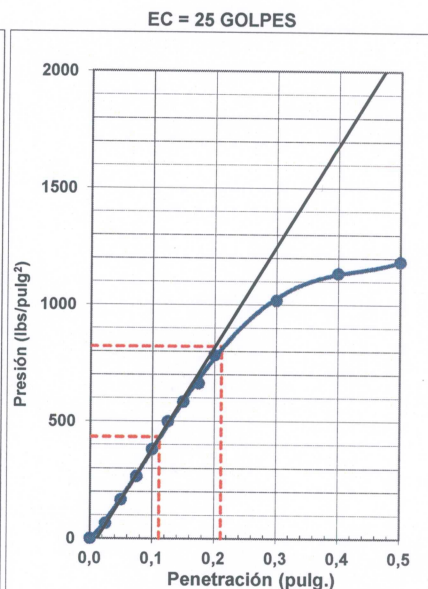
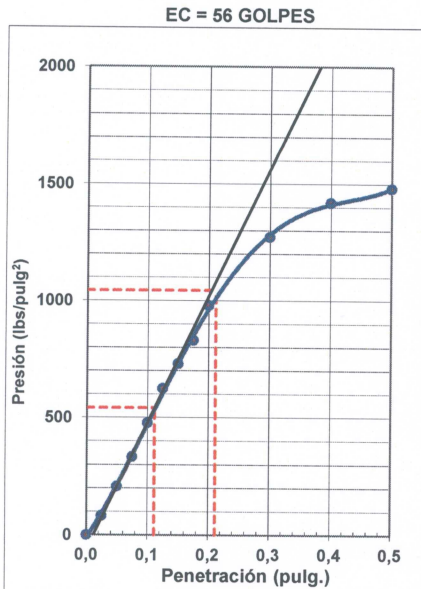
Calicata : C-2
Muestra : -
Prof.(m) : 1,50
Cantera : -
Progresiva : -
Coordenadas : -
Clasificación SUCS : GM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,161
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7,1
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,053

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" : 54,1 0.2" : 69,6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" : 40,0 0.2" : 50,5

RESULTADOS:
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 54,1
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 40,0
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 69,6
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 50,5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

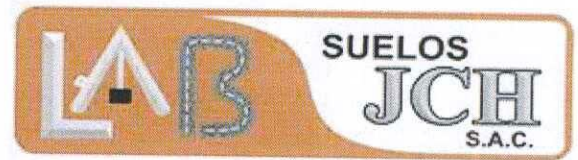
Table with equipment used: Bal-R31P30-Nº3, Bal-TAJ4001-Nº1, Hor-01-JCH, Maq. Ensayo 50Kn



Signature of JAVIER FRANCISCO LA LOA CLAVIJO, INGENIERO CIVIL, Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



ANEXO 14: RESULTADOS ENSAYO MARSHALL

INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
SOLICITANTE : TESISISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
REFERENCIA : ---
FECHA : 07/06/2021

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA JICAMARCA
DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA 1/2"

PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
CANTIDAD : 40 kg aprox.

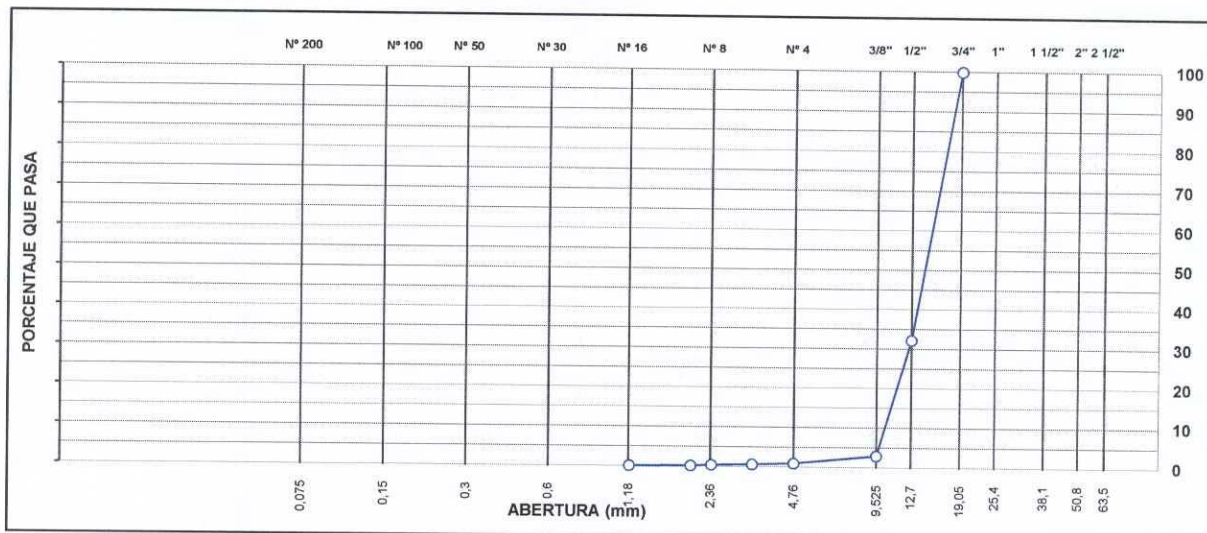
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)

MALLAS					
SERIE	ABERTURA	RET. PAR.	RET. AC.	PASA	ESPECIFICACIÓN
AMERICANA	(mm)	%	%	%	
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050			100,0	
1/2"	12,700	67,9	67,9	32,1	
3/8"	9,525	29,3	97,2	2,8	
1/4"	6,350				
# 4	4,760	2,0	99,2	0,8	
# 6	3,360	0,3	99,5	0,5	
# 8	2,380	0,2	99,7	0,3	
# 10	2,000	0,2	99,9	0,1	
# 16	1,190	0,1	100,0	0,0	
# 20	0,840				
# 30	0,590				
# 40	0,426				
# 50	0,297				
# 80	0,177				
# 100	0,149				
# 200	0,074				
< # 200	(ASTM C-117)				

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

P.E. MASA (ASTM C127) : 2,732 g/cm3
P.E. SSS (ASTM C127) : 2,752 g/cm3
P.E. APAR. (ASTM C127) : 2,787 g/cm3
ABSORCION (ASTM C127) : 0,7 %

CURVA GRANULOMÉTRICA

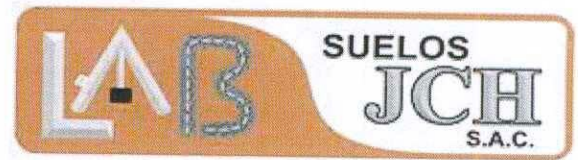


Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

ANEXO : RESULTADOS ENSAYO MARSHALL

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
 UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 SOLICITANTE : TESISISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 REFERENCIA : ---
 FECHA : 07/06/2021

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA JICAMARCA PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA 3/8" CANTIDAD : 40 kg aprox.

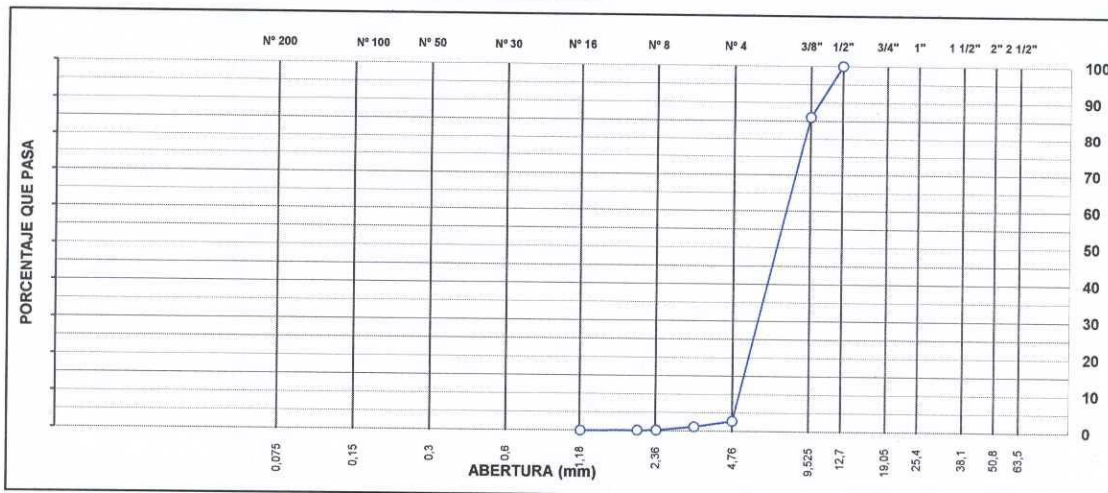
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)

MALLAS					
SERIE	ABERTURA	RET. PAR.	RET. AC.	PASA	ESPECIFICACIÓN
AMERICANA	(mm)	%	%	%	
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,700			100,0	
3/8"	9,525	13,9	13,9	86,1	
1/4"	6,350				
# 4	4,760	83,3	97,2	2,8	
# 6	3,360	1,6	98,8	1,2	
# 8	2,380	1,0	99,8	0,2	
# 10	2,000	0,1	99,9	0,1	
# 16	1,190	0,1	100,0	0,0	
# 20	0,840				
# 30	0,590				
# 40	0,426				
# 50	0,297				
# 80	0,177				
# 100	0,149				
# 200	0,074				
< # 200	(ASTM C-117)				

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

P.E. MASA (ASTM C127) : 2,705 g/cm³
 P.E. SSS (ASTM C127) : 2,733 g/cm³
 P.E. APAR. (ASTM C127) : 2,782 g/cm³
 ABSORCION (ASTM C127) : 1,0 %

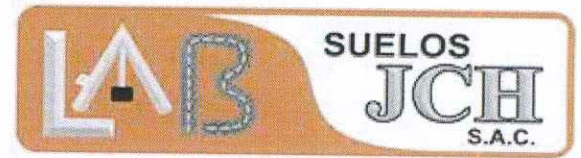
CURVA GRANULOMÉTRICA



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
SOLICITANTE : TESISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
REFERENCIA : ---
FECHA : 07/06/2021

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA JICAMARCA
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
CANTIDAD : 40 kg aprox.

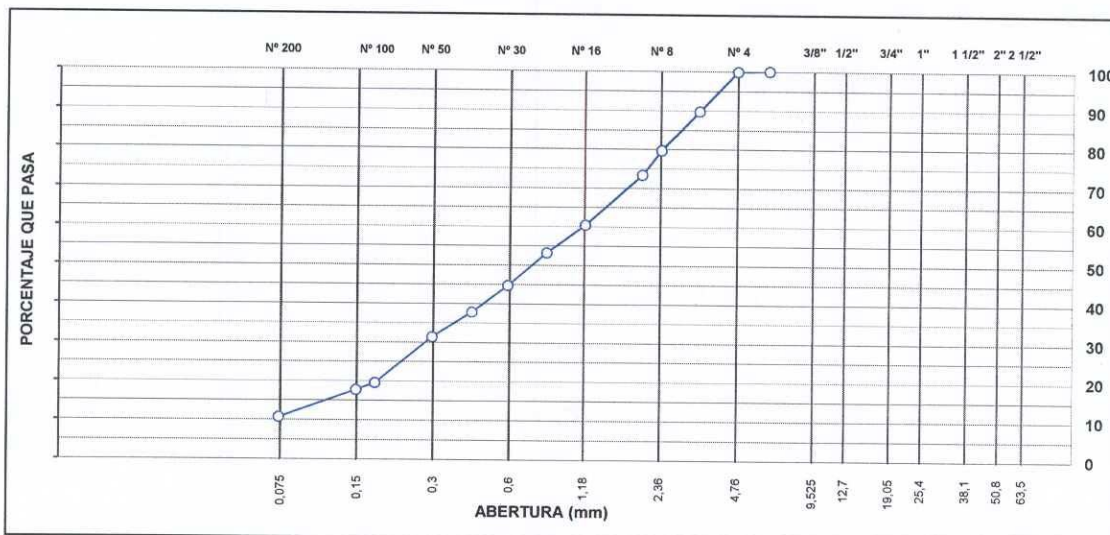
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)

MALLAS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,700				
3/8"	9,525				
1/4"	6,350			100,0	
# 4	4,760	0,1	0,1	99,9	
# 6	3,360	10,1	10,2	89,8	
# 8	2,380	10,2	20,4	79,6	
# 10	2,000	6,3	26,6	73,4	
# 16	1,190	12,9	39,5	60,5	
# 20	0,840	7,2	46,7	53,3	
# 30	0,590	8,5	55,2	44,8	
# 40	0,426	6,9	62,1	37,9	
# 50	0,297	6,5	68,6	31,4	
# 80	0,177	11,8	80,4	19,6	
# 100	0,149	1,9	82,2	17,8	
# 200	0,074	7,0	89,2	10,8	
< # 200	(ASTM C-117)	10,8	100,0	0,0	

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

P.E. MASA (ASTM C127) : 2,715 g/cm³
P.E. SSS (ASTM C127) : 2,733 g/cm³
P.E. APAR. (ASTM C127) : 2,766 g/cm³
ABSORCION (ASTM C127) : 0,7 %

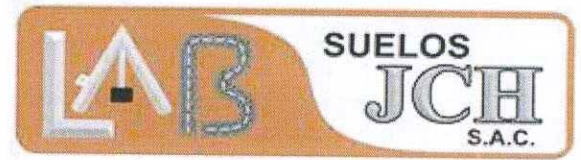
CURVA GRANULOMÉTRICA



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.

UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 SOLICITANTE : TESISISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 REFERENCIA : ---
 FECHA : 07/06/2021

DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA JICAMARCA-CANTERA CRUSHING PRESENTACIÓN : sacos de polipropileno
 DESCRIPCIÓN : MEZCLA DE AGREGADOS CANTIDAD : 50 kg aprox. c/u

COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADOS GRUESO Y FINO

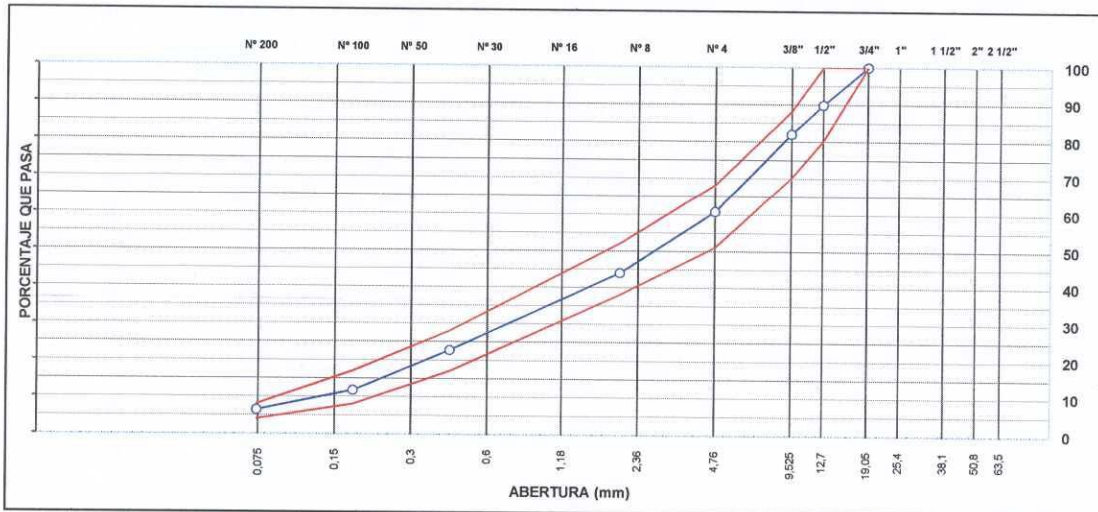
MALLAS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	MAC-2
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050			100,0	100
1/2"	12,700	10,2	10,2	89,8	80
3/8"	9,525	7,9	18,1	81,9	70
1/4"	6,350				88
# 4	4,760	21,2	39,2	60,8	51
# 6	3,360	6,5	45,7	54,3	68
# 8	2,380	6,4	52,1	47,9	
# 10	2,000	3,8	55,9	44,1	38
# 16	1,190	7,8	63,7	36,3	52
# 20	0,840	4,3	68,0	32,0	
# 30	0,590	5,1	73,1	26,9	
# 40	0,426	4,1	77,2	22,8	17
# 50	0,297	3,9	81,1	18,9	28
# 80	0,177	7,1	88,2	11,8	8
# 100	0,149	1,1	89,3	10,7	17
# 200	0,074	4,2	93,5	6,5	8
< # 200	(ASTM C-117)	6,5	100,0	0,0	8

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS

PIEDRA CHANCADA 1/2" 15,0 %
 PIEDRA CHANCADA 3/8" 25,0 %
 ARENA CHANCADA 60,0 %

ESPECIFICACIONES

CURVA GRANULOMÉTRICA

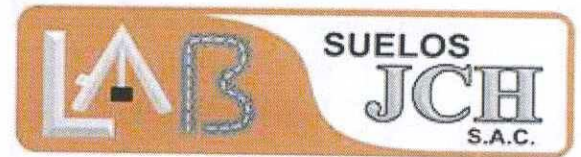


Javier Francisco Ulloa Clavijo

JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

SOLICITANTE : TESISISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
REFERENCIA : ---
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. JICAMARCA-CANT.CRUSHING

PIEDRA CHANCADA 1/2"-CANT. JICAMARCA : 15%
PIEDRA CHANCADA 3/8"-CANT.JICAMARCA : 25%
ARENA CHANCADA-CANT-JICAMARCA : 60%

: EG-2013
: GRADACIÓN MAC-2

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70
% optimo de C.A. : 5.1

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ---
% de aditivo en peso del C.A. : 0.0

4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75		
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	4,9	5,1	5,3
DENSIDAD SECA BULK (g/cm3)	2,434	2,441	2,446
VACIOS (%)	4,3	3,7	3,2
V.M.A. (%)	14,70	14,64	14,62
R.B.V. (%)	69,7	73,4	77,1
FLUJO (0,25 mm)	12,4	12,9	13,3
ESTABILIDAD (kg)	1840,0	1837,0	1821,0
Relación polvo - asfalto	1,48	1,42	1,36

5.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura de mezcla : 153°C - 158°C
Temperatura de compactación : 144°C - 147°C

6.- OBSERVACIONES

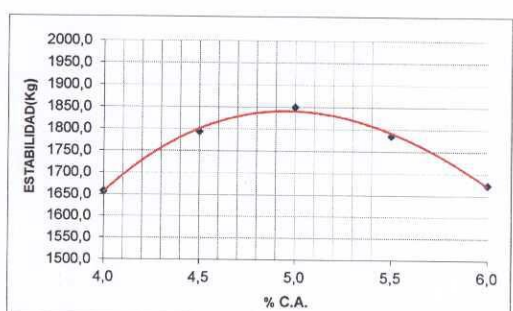
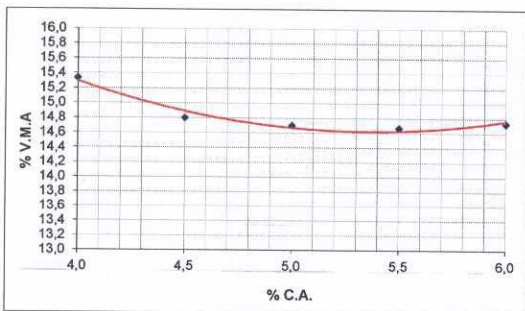
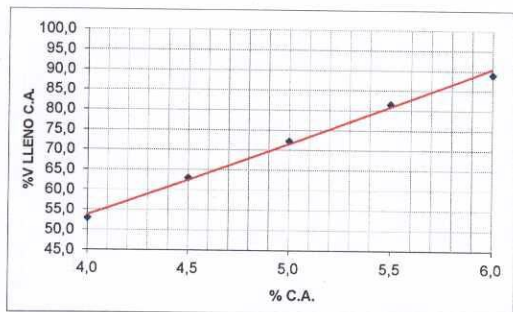
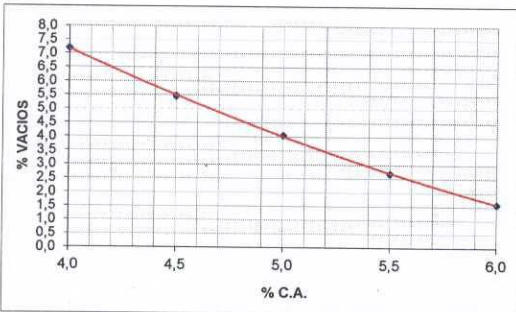
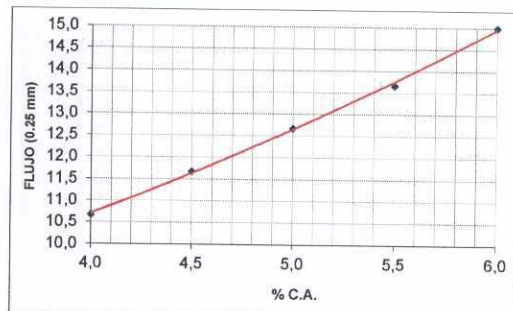
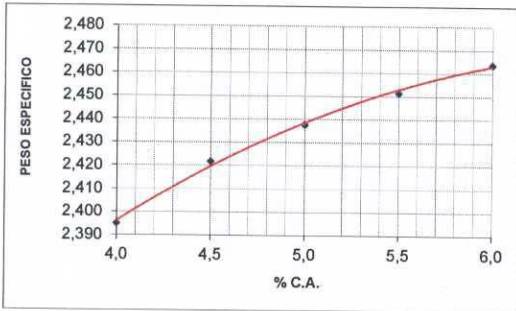
- 1.- Se recomienda realizar los ensayos faltantes que exige la especificación EG-2013.
- 2.- Para la realización del diseño se utilizó el asfalto 60/70 de la Refinería Repsol.
- 3.- Para validar este diseño se recomienda realizar los ensayos de desempeño a la Mezcla Asfáltica.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

**INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)**

SOLICITANTE : TESISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
 REFERENCIA : ---
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021



OBSERVACIONES:
 ASFALTO 60/70



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : TESISITA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
REFERENCIA : ---
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021

N°	1-A	1-B*	2	2-A	2-B*	3	3-A	3-B*	4	4-A	4-B*	5	5-A	5-B*
1	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
2	14,40	14,40	14,33	14,33	14,33	14,25	14,25	14,25	14,18	14,18	14,18	14,10	14,10	14,10
3	24,00	24,00	23,88	23,88	23,88	23,75	23,75	23,75	23,63	23,63	23,63	23,50	23,50	23,50
4	57,60	57,60	57,30	57,30	57,30	57,00	57,00	57,00	56,70	56,70	56,70	56,40	56,40	56,40
5	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024
6	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732
7	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705
8	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715
9	1140,2	1141,2	1142,8	1143,6	1144,0	1153,2	1154,2	1153,5	1157,4	1156,6	1156,9	1164,1	1165,0	1165,2
10	1144,9	1145,2	1145,4	1146,5	1147,6	1155,2	1156,5	1155,4	1158,2	1157,5	1157,5	1164,4	1165,6	1166,3
11	669,4	669,5	674,1	673,2	675,6	682,5	682,6	682,1	685,8	685,9	685,5	692,7	692,5	692,8
12	475,5	475,7	471,3	473,3	472,0	472,7	473,9	473,3	472,4	471,6	472,0	471,7	473,1	473,5
13	2,398	2,388	2,425	2,416	2,424	2,440	2,436	2,437	2,450	2,453	2,451	2,468	2,462	2,461
14	2,391	2,392	2,418	2,409	2,417	2,433	2,429	2,430	2,443	2,446	2,444	2,461	2,455	2,454
15	2,581	2,581	2,561	2,561	2,561	2,541	2,541	2,541	2,520	2,520	2,520	2,504	2,504	2,504
16	7,1	7,0	5,3	5,7	5,4	4,0	4,1	4,1	2,8	2,6	2,7	1,4	1,7	1,7
17	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715
18	15,2	15,2	14,7	15,0	14,7	14,6	14,8	14,7	14,7	14,6	14,7	14,6	14,8	14,8
19	53,3	53,9	63,9	62,0	63,3	72,6	72,3	72,1	81,0	82,2	81,6	90,4	88,5	88,5
20	2,755	2,755	2,757	2,757	2,757	2,756	2,756	2,756	2,754	2,754	2,754	2,758	2,758	2,758
21	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
22	3,47	3,47	3,96	3,96	3,96	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,45	5,45	5,45
23	10,0	11,0	11,0	12,0	12,0	12,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0	15,0	15,0	15,0
24	1411	1496	1517	1538	1665	1644	1560	1665	1496	1560	1644	1496	1411	1454
25	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
26	1609	1706	1730	1754	1898	1874	1778	1898	1706	1778	1874	1706	1609	1657

ASFALTO 60/70

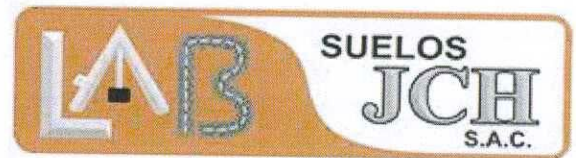
OBSERVACIONES :



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

SOLICITANTE : TESISISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
REFERENCIA : -
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. JICAMARCA-CANT.CRUSHING

PIEDRA CHANCADA 1/2"-CANT. JICAMARCA : 15%
PIEDRA CHANCADA 3/8"-CANT.JICAMARCA : 25%
ARENA CHANCADA-CANT-JICAMARCA : 60%

: EG-2013
: GRADACIÓN MAC-2

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 + 3% PET
% optimo de C.A. : 5.0

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : --
% de aditivo en peso del C.A. : 0.0

4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75		
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	4,8	5,0	5,2
DENSIDAD SECA BULK (g/cm3)	2,442	2,449	2,455
VACIOS (%)	4,2	3,6	3,1
V.M.A. (%)	14,37	14,32	14,28
R.B.V. (%)	71,0	74,7	78,6
FLUJO (0,25 mm)	11,6	12,0	12,4
ESTABILIDAD (kg)	1604,0	1655,0	1698,0
Relación polvo - asfalto	1,52	1,45	1,39

5.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura de mezcla : 153°C - 158°C
Temperatura de compactación : 144°C - 147°C

6.- OBSERVACIONES

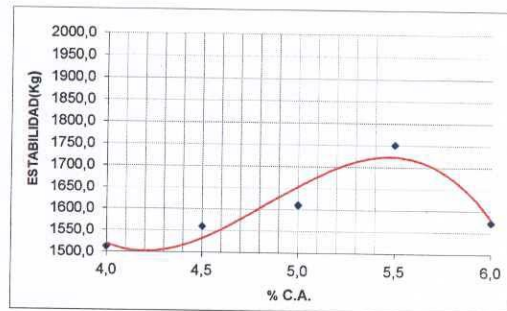
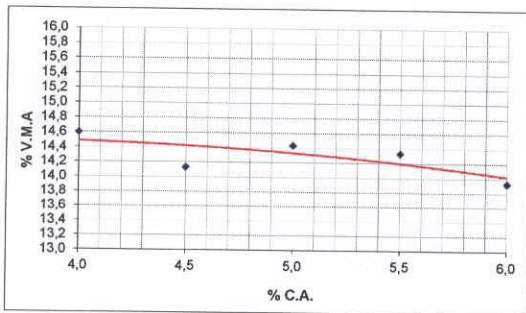
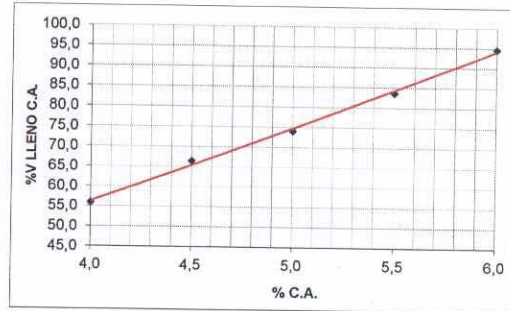
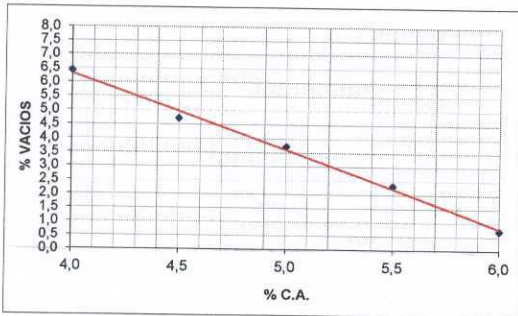
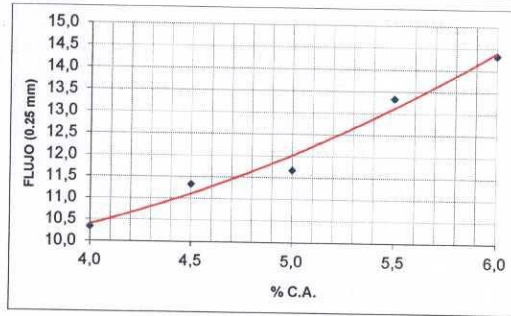
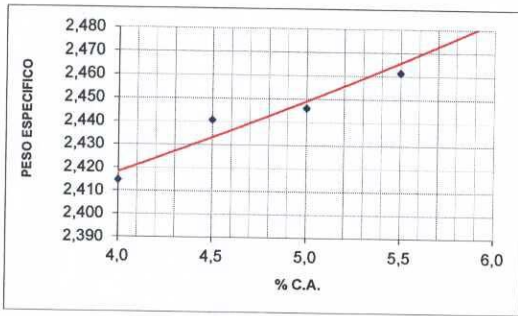
- 1.- Se recomienda realizar los ensayos faltantes que exige la especificación EG-2013.
- 2.- Para la realización del diseño se utilizo el asfalto 60/70 de la Refinería Repsol.
- 3.- Para validar este diseño se recomienda realizar los ensayos de desempeño a la Mezcla Asfáltica.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

**INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)**

SOLICITANTE : TESISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
 REFERENCIA : ASFALTO 60/70 + 3%
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021



OBSERVACIONES:
 ASFALTO 60/70 + 3% PET



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : TESISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTERFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
REFERENCIA :
FECHA DE RECEPCION : 07/06/2021

N°	1-A	1-B*	2	2-A	2-B*	3	3-A	3-B*	4	4-A	4-B*	5	5-A	5-B*
1	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
2	14,40	14,40	14,33	14,33	14,33	14,25	14,25	14,25	14,18	14,18	14,18	14,10	14,10	14,10
3	24,00	24,00	23,88	23,88	23,88	23,75	23,75	23,75	23,63	23,63	23,63	23,50	23,50	23,50
4	57,60	57,60	57,30	57,30	57,30	57,00	57,00	57,00	56,70	56,70	56,70	56,40	56,40	56,40
5	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024
6	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732
7	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705
8	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715
9	1190,2	1191,2	1192,8	1193,6	1194,0	1195,7	1195,4	1197,6	1192,7	1196,5	1195,8	1193,5	1195,2	1195,3
10	1191,9	1192,4	1193,5	1194,5	1195,6	1196,8	1196,5	1196,8	1193,5	1196,8	1196,3	1196,3	1196,3	1196,1
11	699,1	699,2	699,7	705,6	705,6	708,8	708,0	706,1	708,8	710,4	710,8	716,2	714,2	715,4
12	492,8	493,2	493,8	488,0	490,0	488,0	488,5	490,7	484,7	486,4	485,5	480,1	481,1	480,7
13	2,415	2,415	2,444	2,441	2,437	2,450	2,447	2,441	2,461	2,460	2,463	2,486	2,484	2,487
14	2,408	2,408	2,437	2,434	2,430	2,443	2,440	2,434	2,454	2,453	2,456	2,479	2,477	2,480
15	2,581	2,581	2,561	2,561	2,561	2,541	2,541	2,541	2,520	2,520	2,520	2,504	2,504	2,504
16	6,4	6,4	4,6	4,7	4,9	3,6	3,7	3,9	2,3	2,4	2,3	0,7	0,8	0,7
17	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715
18	14,6	14,6	14,0	14,1	14,3	14,3	14,4	14,6	14,3	14,4	14,3	13,9	14,0	13,9
19	56,2	56,2	67,1	66,7	65,7	74,8	74,3	73,3	83,9	83,3	83,9	95,0	94,3	95,0
20	2,755	2,755	2,757	2,757	2,757	2,756	2,756	2,756	2,754	2,754	2,754	2,758	2,758	2,758
21	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
22	3,47	3,47	3,96	3,96	3,96	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,45	5,45	5,45
23	10,0	10,0	11,0	11,0	12,0	11,0	12,0	12,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0	15,0
24	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,14	1,14	1,14
25	1521	1512	1506	1520	1542	1640	1612	1580	1786	1765	1702	1580	1560	1555

OBSERVACIONES :

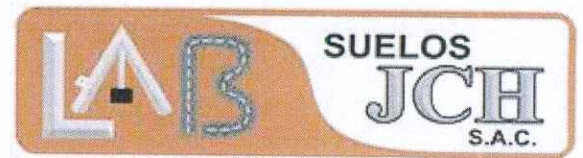
ASFALTO 60/70 + 3% PET



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

SOLICITANTE : TESISISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
REFERENCIA : --
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. JICAMARCA-CANT.CRUSHING

PIEDRA CHANCADA 1/2"-CANT. JICAMARCA : 15%
PIEDRA CHANCADA 3/8"-CANT.JICAMARCA : 25%
ARENA CHANCADA-CANT-JICAMARCA : 60%

: EG-2013
: GRADACIÓN MAC-2

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 + 5% PET
% optimo de C.A. : 4.9

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : --
% de aditivo en peso del C.A. : 0.0

4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75		
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	4,7	4,9	5,1
DENSIDAD SECA BULK (g/cm3)	2,449	2,457	2,464
VACIOS (%)	4,1	3,5	2,9
V.M.A. (%)	14,09	13,98	13,92
R.B.V. (%)	63,1	66,4	69,7
FLUJO (0,25 mm)	11,4	11,8	12,2
ESTABILIDAD (kg)	1599,0	1646,0	1684,0
Relación polvo - asfalto	1,55	1,48	1,42

5.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura de mezcla : 153°C - 158°C
Temperatura de compactación : 144°C - 147°C

6.- OBSERVACIONES

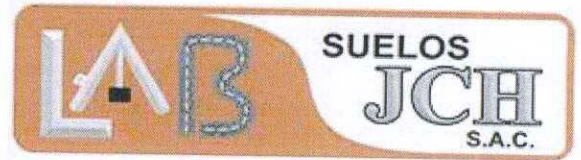
- 1.- Se recomienda realizar los ensayos faltantes que exige la especificación EG-2013.
- 2.- Para la realización del diseño se utilizo el asfalto 60/70 de la Refinería Repsol.
- 3.- Para validar este diseño se recomienda realizar los ensayos de desempeño a la Mezcla Asfáltica.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

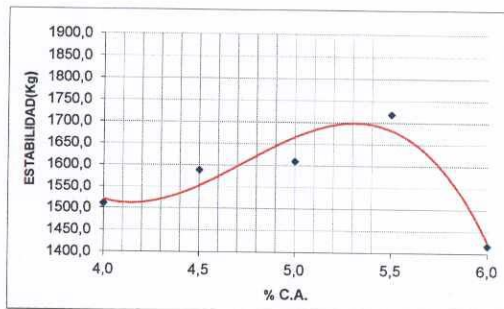
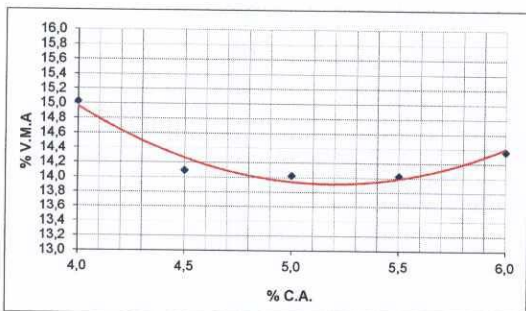
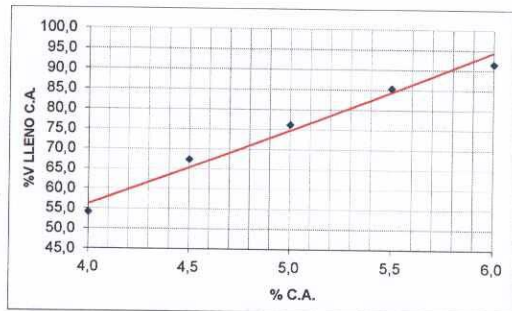
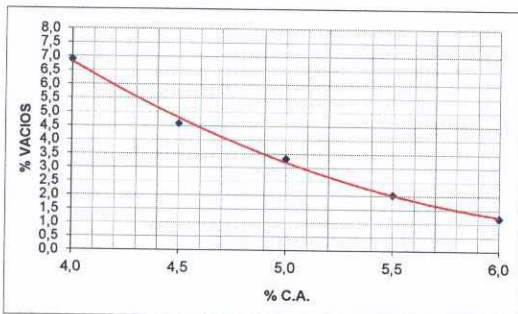
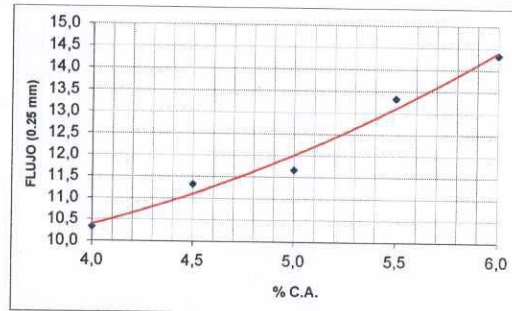
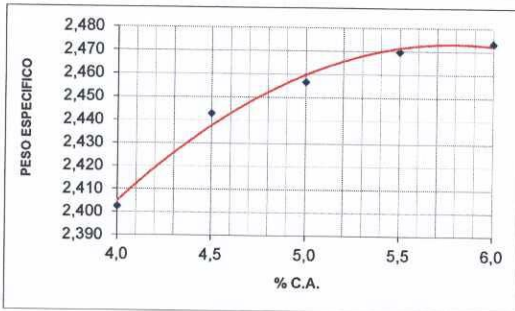
Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : TESISISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTERREFTALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
REFERENCIA : ASFALTO 60/70 + 5% PET
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021



OBSERVACIONES:
ASFALTO 60/70 + 5% PET



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : TESISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTERFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
 REFERENCIA :
 FECHA DE RECEPCION : 07/06/2021

	N° BRIQUETAS														
	1	1-A	1-B*	2	2-A	2-B*	3	3-A	3-B*	4	4-A	4-B*	5	5-A	5-B*
1 % C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
2 % A. GRUESO (1/2) EN PESO DE LA MEZCLA	14,40	14,40	14,40	14,33	14,33	14,33	14,25	14,25	14,25	14,18	14,18	14,18	14,10	14,10	14,10
3 % A. GRUESO (3/8") EN PESO DE LA MEZCLA	24,00	24,00	24,00	23,88	23,88	23,88	23,75	23,75	23,75	23,63	23,63	23,63	23,50	23,50	23,50
4 % A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	57,60	57,60	57,60	57,30	57,30	57,30	57,00	57,00	57,00	56,70	56,70	56,70	56,40	56,40	56,40
5 PESO ESPECIFICO DEL C.A. APARENTE	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024
6 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (1/2")	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732
7 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (3/8")	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705
8 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO CHANCADO	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715
9 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1196,1	1195,3	1194,6	1195,4	1194,6	1195,6	1195,9	1196,8	1195,6	1193,3	1194,8	1194,0	1191,7	1194,6	1193,2
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	1195,8	1196,8	1195,8	1195,1	1195,1	1197,1	1196,3	1197,0	1196,1	1193,8	1195,3	1194,8	1192,3	1194,9	1194,2
11 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	698,6	698,2	699,1	706,2	706,2	708,4	709,1	709,5	709,1	710,2	712,1	711,1	710,7	711,2	712,2
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	497,2	498,6	496,7	489,9	489,9	488,7	487,2	487,5	486,0	483,6	483,2	483,7	481,6	483,7	482,0
13 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2,406	2,397	2,405	2,440	2,443	2,446	2,455	2,455	2,46	2,468	2,473	2,468	2,474	2,470	2,476
14 PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm³)-ASTM D 2726	2,399	2,390	2,398	2,433	2,436	2,439	2,448	2,448	2,453	2,461	2,466	2,461	2,467	2,463	2,469
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO -ASTM D 2041	2,581	2,581	2,581	2,561	2,561	2,561	2,541	2,541	2,541	2,520	2,520	2,520	2,504	2,504	2,504
16 % VACIOS -ASTM D 3303	6,8	7,1	6,8	4,7	4,6	4,5	3,4	3,4	3,2	2,1	1,9	2,1	1,2	1,3	1,1
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715
18 V.M.A. (%)	14,9	15,2	15,0	14,2	14,1	14,0	14,1	14,1	13,9	14,1	13,9	14,1	14,3	14,5	14,3
19 % VACIOS LLENADOS CON C.A.	54,4	53,3	54,7	66,9	67,4	67,9	75,9	75,9	77,0	85,1	86,3	85,1	91,6	91,0	92,3
20 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,755	2,755	2,755	2,757	2,757	2,757	2,756	2,756	2,756	2,754	2,754	2,754	2,758	2,758	2,758
21 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
22 % ASFALTO EFECTIVO	3,47	3,47	3,47	3,96	3,96	3,96	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,45	5,45	5,45
23 FLUJO (0,01 pulgada)	10,0	10,0	11,0	11,0	11,0	12,0	11,0	12,0	12,0	13,0	13,0	14,0	14,0	14,0	15,0
24 FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1,04	1,04	1,04	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,14	1,09	1,14
25 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1508	1515	1510	1597	1582	1590	1640	1612	1580	1688	1738	1722	1403	1450	1455

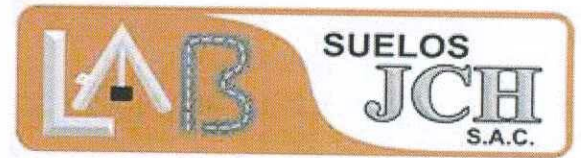
OBSERVACIONES :
 ASFALTO 60/70 + 5% PET



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



**INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)**

SOLICITANTE : TESISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
REFERENCIA : ---
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. JICAMARCA-CANT.CRUSHING

PIEDRA CHANCADA 1/2"-CANT. JICAMARCA : 15%
PIEDRA CHANCADA 3/8"-CANT.JICAMARCA : 25%
ARENA CHANCADA-CANT-JICAMARCA : 60%

: EG-2013
: GRADACIÓN MAC-2

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 + 7% PET
% optimo de C.A. : 4,8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ---
% de aditivo en peso del C.A. : 0.0

4.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75		
CEMENTO ASFALTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	4,6	4,8	5,0
DENSIDAD SECA BULK (g/cm3)	2,465	2,476	2,486
VACIOS (%)	4,1	3,4	2,8
V.M.A. (%)	14,17	14,03	13,94
R.B.V. (%)	61,4	64,7	68,0
FLUJO (0,25 mm)	11,3	11,6	12,0
ESTABILIDAD (kg)	1576,0	1623,0	1667,0
Relación polvo - asfalto	1,59	1,52	1,45

5.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura de mezcla : 153°C - 158°C
Temperatura de compactación : 144°C - 147°C

6.- OBSERVACIONES

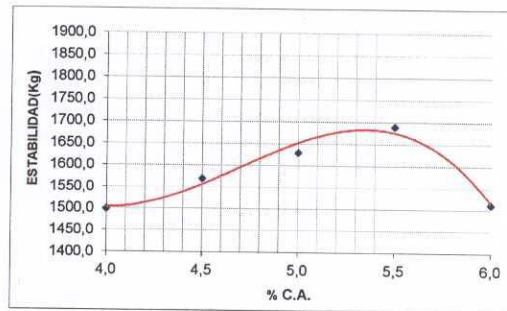
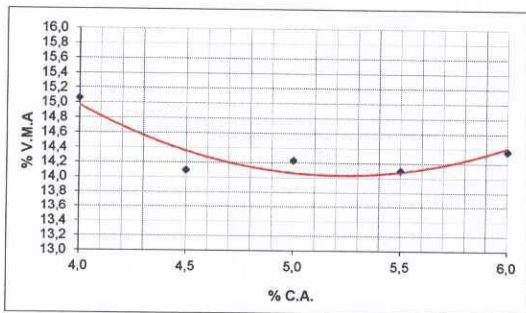
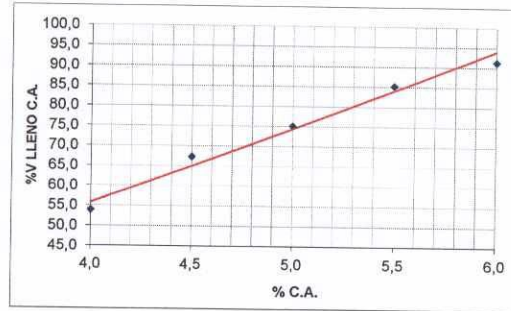
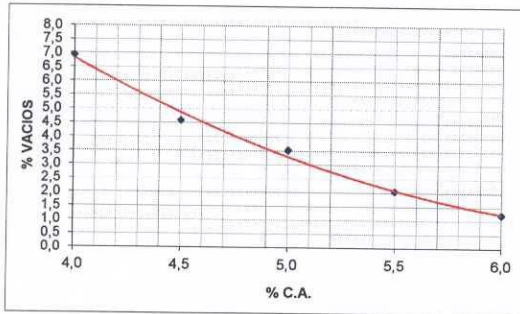
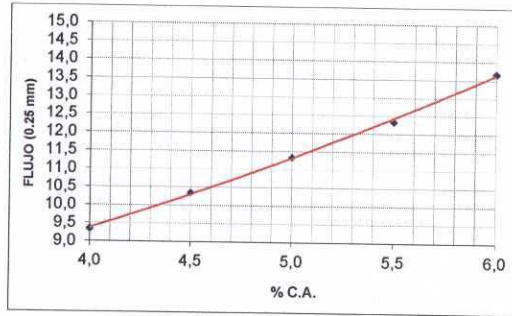
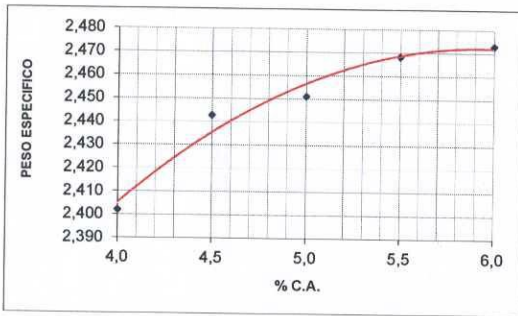
- 1.- Se recomienda realizar los ensayos faltantes que exige la especificación EG-2013.
- 2.- Para la realización del diseño se utilizo el asfalto 60/70 de la Refinería Repsol.
- 3.- Para validar este diseño se recomienda realizar los ensayos de desempeño a la Mezcla Asfaltica.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667**

**INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)**

SOLICITANTE : TESISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
 UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
 PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
 REFERENCIA : ---
 FECHA DE RECEPCIÓN : 07/06/2021



OBSERVACIONES:

ASFALTO 60/70 + 7% PET



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : TESISTA JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
UBICACIÓN : AV. TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTERFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
REFERENCIA : ---
FECHA DE RECEPCION : 07/06/2021

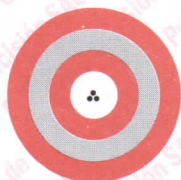
	1	1-A	1-B*	2	2-A	2-B*	3	3-A	3-B*	4	4-A	4-B*	5	5-A	5-B*
N° BRIQUETAS															
1 % C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
2 % A. GRUESO (1/2) EN PESO DE LA MEZCLA	14,40	14,40	14,40	14,33	14,33	14,33	14,25	14,25	14,25	14,18	14,18	14,18	14,10	14,10	14,10
3 % A. GRUESO (3/8") EN PESO DE LA MEZCLA	24,00	24,00	24,00	23,88	23,88	23,88	23,75	23,75	23,75	23,63	23,63	23,63	23,50	23,50	23,50
4 % A. FINO CHANCADO EN PESO DE LA MEZCLA	57,60	57,60	57,60	57,30	57,30	57,30	57,00	57,00	57,00	56,70	56,70	56,70	56,40	56,40	56,40
5 PESO ESPECIFICO DEL C.A. APARENTE	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024
6 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (1/2)	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732
7 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO GRUESO (3/8")	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705	2,705
8 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO FINO CHANCADO	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715
9 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1195,8	1195,9	1195,2	1196,3	1196,3	1196,2	1193,3	1195,2	1194,0	1192,2	1196,2	1195,2	1193,3	1192,2	1194,2
10 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AIRE (g)	1196,9	1197,3	1196,3	1197,6	1196,3	1196,2	1195,2	1196,0	1195,5	1193,2	1196,0	1195,9	1194,6	1193,3	1195,8
11 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (g)	699,0	698,5	699,6	707,3	707,2	707,3	708,0	708,2	709,0	709,6	712,6	711,6	711,3	712,0	713,0
12 VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	497,9	498,8	496,7	490,3	489,1	488,9	487,2	487,8	486,5	483,6	483,4	484,3	483,3	481,3	482,8
13 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA	2,402	2,398	2,406	2,440	2,445	2,443	2,449	2,450	2,454	2,465	2,472	2,468	2,469	2,477	2,473
14 PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA A 25°C (g/cm³)-ASTM D 2726	2,395	2,391	2,399	2,433	2,438	2,436	2,442	2,443	2,447	2,458	2,465	2,461	2,462	2,470	2,466
15 PESO ESPECIFICO MÁXIMO -ASTM D 2041	2,581	2,581	2,581	2,561	2,561	2,561	2,541	2,541	2,541	2,520	2,520	2,520	2,504	2,504	2,504
16 % VACIOS - ASTM D 3203	6,9	7,1	6,8	4,7	4,5	4,6	3,6	3,6	3,4	2,2	1,9	2,1	1,4	1,1	1,2
17 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715	2,715
18 V.M.A. (%)	15,1	15,2	14,9	14,2	14,0	14,1	14,3	14,3	14,1	14,2	14,0	14,1	14,5	14,2	14,4
19 % VACIOS LLENADOS CON C.A.	54,3	53,3	54,4	66,9	67,9	67,4	74,8	74,8	75,9	84,5	86,4	85,1	90,3	92,3	91,7
20 PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,755	2,755	2,755	2,757	2,757	2,757	2,756	2,756	2,756	2,754	2,754	2,754	2,758	2,758	2,758
21 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
22 % ASFALTO EFECTIVO	3,47	3,47	3,47	3,96	3,96	3,96	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,45	5,45	5,45
23 FLUJO (0,01 pulgada)	9,0	9,0	10,0	10,0	10,0	11,0	11,0	11,0	12,0	12,0	12,0	13,0	13,0	14,0	14,0
24 FACTOR DE ESTABILIDAD (TABLA)	1,04	1,04	1,04	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,14	1,09
25 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1501	1496	1499	1572	1566	1572	1622	1632	1637	1688	1692	1690	1512	1511	1502

ASFALTO 60/70 + 7% PET

OBSERVACIONES :



Javier Francisco Jilloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
JILLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1352 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 172-2020
Fecha de emisión : 2020-11-16**1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTE

Tipo de Indicación : ANALÓGICO

Alcance de Indicación : 0 pulg a 1 pulg

División de Escala : 0,001 pulg

Marca : ELE INTERNATIONAL

Modelo : 88-4100

Serie : 101471768

Procedencia : USA

Código de Identificación : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de CalibraciónAV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
13 - NOVIEMBRE - 2020**4. Método de Calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición 2001) del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA - 011 - 2020	INACAL - DM

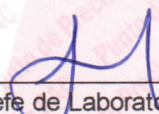
6. Condiciones Ambientales

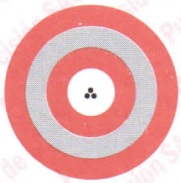
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,2	25,1
Humedad %	56	56

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"




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 - 1352 - 2020

Página : 2 de 2

Resultados

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (pulg)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg)
0,000	0,000	0,000
0,100	0,100	0,000
0,200	0,201	0,001
0,300	0,301	0,001
0,400	0,401	0,001
0,500	0,501	0,001
0,600	0,602	0,002
0,700	0,703	0,003
0,800	0,801	0,001
0,900	0,901	0,001
1,000	1,002	0,002

Alcance de error de indicación (f_e) : 0,003 pulg
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 0,0005$ pulg

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

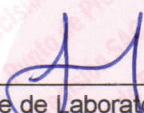
VALOR PATRÓN (pulg)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg)
0,500	0,501	0,001
	0,501	0,001
	0,502	0,002
	0,502	0,002
	0,501	0,001

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,002 pulg
Incertidumbre de medición : $\pm 0,0005$ pulg

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%.

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 - 1351 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 172-2020
Fecha de emisión : 2020-11-16

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA
Código de Identificación : 1

3. Lugar y fecha de Calibración

 AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
13 - NOVIEMBRE - 2020
4. Método de Calibración

 Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
 Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,1	25,9
Humedad %	53	52

7. Observaciones

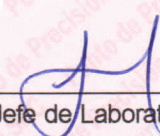
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

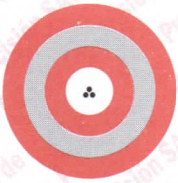
El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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.




 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 - 1351 - 2020

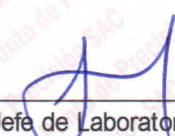
Página : 2 de 2

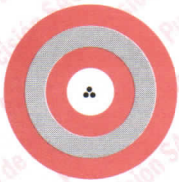
Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDAS STANDARD	54,45	1,83	26,36	47,87	50,54	150,13	125,12	10,00	2,20	13,40
TOLERANCIA ±	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
ERROR	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
	0,45	-0,17	-0,64	0,87	0,54	0,13	0,12	0	0,2	-0,1

FIN DEL DOCUMENTO




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



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-611-2020

Página: 1 de 3

Expediente : 172-2020
Fecha de Emisión : 2020-11-16

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **R31P30**

Número de Serie : **8338210058**

Alcance de Indicación : **30 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **1 g**

División de Escala Real (d) : **1 g**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **BAL-R31P30 - N° 3**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2020-11-13**

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.

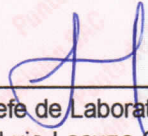
4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



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

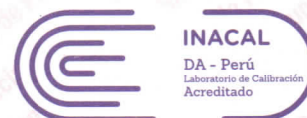
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

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-611-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,0	24,1
Humedad Relativa	53,9	53,9

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)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 996 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,4
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,2
3	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,2
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-0,1
5	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,4
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,2
7	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,5
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,2
9	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,6	0,8
10	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,4
Diferencia Máxima			0,4	1,3		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



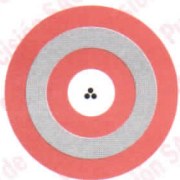
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-611-2020

Página: 3 de 3

2		5
	1	
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,0	24,0

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,7	-0,2	-0,2
2		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,8	-0,3	-0,2
4		10	0,8	-0,3		10 000	0,6	-0,1	0,2
5		10	0,9	-0,4		10 000	0,6	-0,1	0,3
					Error máximo permitido : ± 2 g				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,0	24,1

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	0,6	-0,1						
50,0	50	0,6	-0,1	0,0	50	0,7	-0,2	-0,1	1
500,0	500	0,5	0,0	0,1	500	0,8	-0,3	-0,2	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,3	2 000	0,8	-0,3	-0,2	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,5	0,0	0,1	1
7 000,0	7 000	0,8	-0,3	-0,2	7 000	0,8	-0,3	-0,2	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,7	-0,2	-0,1	2
15 000,0	15 000	0,7	-0,2	-0,1	15 000	0,6	-0,1	0,0	2
20 000,0	20 000	0,5	0,0	0,1	20 001	0,9	0,6	0,7	2
25 000,0	25 000	0,8	-0,3	-0,2	25 000	0,6	-0,1	0,0	3
30 000,1	30 000	0,9	-0,5	-0,4	30 000	0,9	-0,5	-0,4	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 9,06 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,32 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,11 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E : Error encontrado E₀ : Error en cero E_c : Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



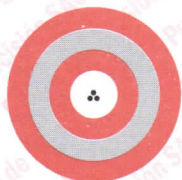
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 450 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 172-2020
Fecha de emisión : 2020-11-16

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : SOILTEST
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 1383
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : KELI
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : 5X70860
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : OHAUS
Modelo de Indicador : T32XW
Serie de Indicador : B719098045
Procedencia de Indicador : CHINA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
13 - NOVIEMBRE - 2020

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	25,4	25,1
Humedad %	55	56

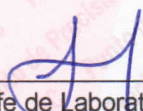
7. Resultados de la Medición

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.

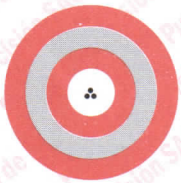



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. 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.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 450 - 2020

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	504,95	504,80	-0,99	-0,96	504,88	-0,97	0,03
1000	1009,25	1009,80	-0,93	-0,98	1009,53	-0,94	-0,05
1500	1504,20	1508,35	-0,28	-0,56	1506,28	-0,42	-0,28
2000	2004,15	2005,65	-0,21	-0,28	2004,90	-0,24	-0,08
2500	2493,55	2496,60	0,26	0,14	2495,08	0,20	-0,12
3000	2988,75	2989,85	0,38	0,34	2989,30	0,36	-0,04
3500	3477,05	3484,60	0,66	0,44	3480,83	0,55	-0,22
4000	3968,10	3972,50	0,80	0,69	3970,30	0,75	-0,11

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

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

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

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

Ecuación de ajuste : $y = 1,0107x - 19,204$

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

GRÁFICO N° 1

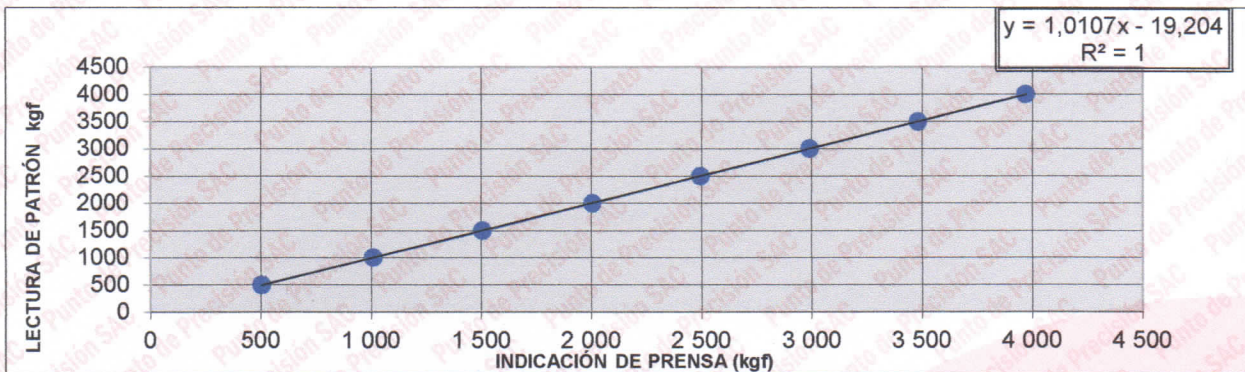
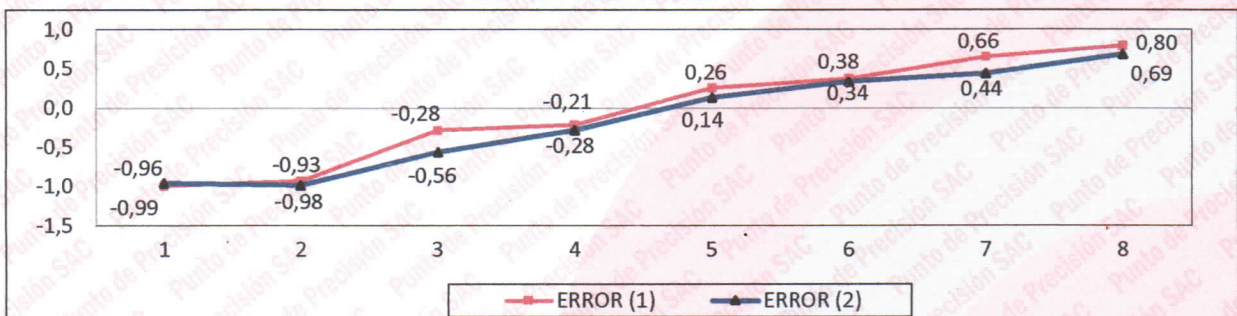


GRÁFICO DE ERRORES



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° LFP - 279 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 226-2021
Fecha de emisión : 2021-06-11

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA UNIVERSAL

Marca de Prensa : HUMBOLDT
Modelo de Prensa : HM-5030.3F
Serie de Prensa : 190369EB26
Código de Identificación : SPE-004

Marca de Celda : HUMBOLDT
Modelo de Celda : HM-2300.100
Serie de Celda : 800082
Procedencia : USA
Capacidad de Celda : 50 kN

Marca de indicador : HUMBOLDT
Modelo de Indicador : 5030
Serie de Indicador : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
10 - JUNIO - 2021

4. Método de Calibración

La Calibración se realizo 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	21,0	20,4
Humedad %	79	80


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. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 279 - 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	502,40	500,80	-0,48	-0,16	501,60	-0,32	0,32
1000	1002,30	1001,60	-0,23	-0,16	1001,95	-0,19	0,07
1500	1501,90	1501,10	-0,13	-0,07	1501,50	-0,10	0,05
2000	2005,35	2006,40	-0,27	-0,32	2005,88	-0,29	-0,05
2500	2502,90	2501,60	-0,12	-0,06	2502,25	-0,09	0,05
3000	3002,10	3002,00	-0,07	-0,07	3002,05	-0,07	0,00
3500	3501,40	3502,55	-0,04	-0,07	3501,98	-0,06	-0,03
4000	4002,25	4002,85	-0,06	-0,07	4002,55	-0,06	-0,01

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: $R^2 = 1$

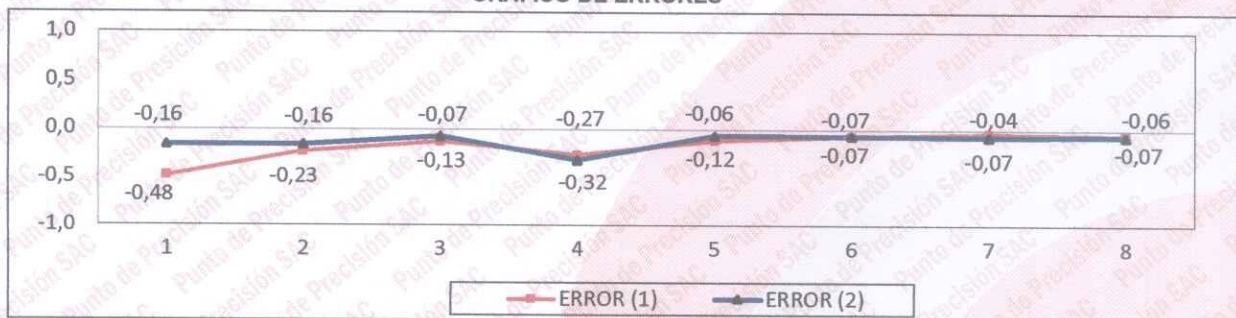
Ecuación de ajuste : $y = 0,9999x - 2,2084$

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.

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1, Grupo 10, Mz M Lote 23, distrito Villa El Salvador, provincia Lima, departamento Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-OSP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 09 de abril de 2019

Fecha de Vencimiento: 08 de abril de 2022



ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 223-2019-INACAL/DA
Contrato N° : 006-2019-INACAL-DA
Registro N° : LC - 033

Fecha de emisión: 12 de abril de 2019

Laboratorio Acreditado por el Inacal - LC_ 033

ANEXO 19 : CONSULTA RUC DE LABORATORIO

Ficha RUC de laboratorio de Suelos:

10/5/2021

SUNAT - Consulta RUC

Consulta RUC

Resultado de la Búsqueda	
Número de RUC:	20602256872 - LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Tipo Contribuyente:	SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Nombre Comercial:	-
Fecha de Inscripción:	03/07/2017
Fecha de Inicio de Actividades:	03/07/2017
Estado del Contribuyente:	ACTIVO
Condición del Contribuyente:	HABIDO
Domicilio Fiscal:	AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Sistema Emisión de Comprobante:	MANUAL
Actividad Comercio Exterior:	SIN ACTIVIDAD
Sistema Contabilidad:	MANUAL
Actividad(es) Económica(s):	Principal - 7120 - ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉCNICOS Secundaria 1 - 7110 - ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA
Comprobantes de Pago c/aut. de impresión (F. 806 u 816):	

<https://e-consultaruc.sunat.gob.pe/di-htm/consultaruc/jcr500A1ias>

12

Habilitación de Ingeniero Civil que firma Certificado de Suelos:

Búsqueda de Colegiados						
<input type="text" value="Número de Documento"/>		<input type="text" value="ORDINARIO O VITALICIO"/>		<input type="text" value="Reg. CIP"/>		<input type="text" value="193667"/>
<input type="button" value="Consultar"/>						
#	Ver Detalle	CIP	Apellidos y Nombres	Especialidad	Sede	Estado del Registro
1	<input type="checkbox"/>	193667	ULLOA CLAVIJO JAVIER FRANCISCO	CIVIL	LIMA	ACTIVO

Datos de Colegiado:

Detalle de los Datos del Colegiado

Numero CIP : 193667

Primer Apellido : ULLOA


Segundo Apellido : CLAVIJO

Nombres : JAVIER FRANCISCO

Sede : LIMA

Condición : HABILITADO

Fecha Incorporación : 24/11/2016



Formación Académica

PRIMERA ESPECIALIDAD

Capítulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
CIVIL	CIVIL	24/11/2016

Cerrar

ANEXO 20 : ORDEN DE SERVICIO DE ENSAYO DE SUELOS

	ORDEN DE SERVICIO	Codigo	JCH-P-6-F2
		Version	01
		Fecha:	08/02/2021
		Página	1

CODIGO N° JCH 21-056	Fecha: 24/04/2021
-----------------------------	------------------------------------

DATOS PARA LA FACTURA

RAZON SOCIAL:	JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
DNI	77029799
DIRECCION:	-

DATOS PARA EL CERTIFICADO

ENTIDAD :	-
SOLICITANTE:	JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
PROYECTO:	ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
DIRECCION OBRA:	AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CONTACTO:	TESISTA. JHAZMIN				
CORREO:	irasabalc@ucvvirtual.edu.pe				
TELÉFONO:	-				
CONDICIONES DE PAGO:	Total	Adelanto 50%	Saldo 50%	N° FICHA DE RECEPCION	056
	750,00			N° COTIZACION:	-
N° FACTURA :			ADM - JCH	G.M.	
DETRACCIÓN :			RESPONSABLE DE LABORATORIO:	Jean Chavez	
PLAZO DE EJECUCION:	Según cordinado				

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGO	ACREDITADO	CANT.	P.UNIT. S./	P.TOTAL S./
1	Clasificación de suelos SUCS Y AASHTO (Incluye granulometría, L. líquido y L. plástico y humedad)	D-06	NO	2	67,80	135,59
2	C.B.R. (incluye proctor)	P-03	NO	2	250,00	500,00
					Sub Total	635,59
					I.G.V. 18%	114,41
Seiscientos setenta y cinco con 00/100 soles					Total	750,00
					Desc. -10%	75,00
					Total	675,00

Observación : -

ANEXO 21: ORDEN DE SERVICIO ENSAYO MARSHALL

	ORDEN DE SERVICIO		Codigo	JCH-P-6-F2
			Version	01
			Fecha:	08/02/2021
			Página	1

CODIGO N° JCH 21-087	Fecha: 28/05/2021
-----------------------------	------------------------------------

DATOS PARA LA FACTURA

RAZON SOCIAL:	JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
DNI	77029799
DIRECCION:	-

DATOS PARA EL CERTIFICADO

ENTIDAD :	-
SOLICITANTE:	JHAZMIN ALEXANDRA RASABAL CARHUARICRA
PROYECTO:	ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES, 2021.
DIRECCION OBRA:	AVENIDA TANTAMAYO, SAN MARTIN DE PORRES

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CONTACTO:	TESISTA. JHAZMIN				
CORREO:	irasabalc@ucvvirtual.edu.pe				
TELÉFONO:	-				
CONDICIONES DE PAGO:	Total	Adelanto 50%	Saldo 50%	N° FICHA DE RECEPCION	88
	2160,00	0,00	0,00	N° COTIZACION:	-
N° FACTURA :			ADM - JCH	G.M.	
DETRACCIÓN :			RESPONSABLE DE LABORATORIO:	Jean Chavez	
PLAZO DE EJECUCION:	Según cordinado				

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGO	ACREDITADO	CANT.	P.UNIT. S./	P.TOTAL S./
1	Diseño Marshall (no incluye calidad de agregados)	A-11	NO	2	1016,95	2033,90
					Sub Total	2033,90
					I.G.V. 18%	366,10
Dos mil ciento secenta con 00/100 soles					Total	2400,00
					Desc. -10%	240,00
					Total	2160,00

Observación : -



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, RASABAL CARHUARICRA JHAZMIN ALEXANDRA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y PAVIMENTO REFORZADO CON POLIETILENOTEREFTALATO EN LA AVENIDA TANTAMAYO SAN MARTÍN DE PORRES, 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
RASABAL CARHUARICRA JHAZMIN ALEXANDRA DNI: 77029799 ORCID 0000- 0001 – 9111 - 9370	Firmado digitalmente por: JRASABALC el 23-07-2021 17:09:23

Código documento Trilce: INV - 0293240