



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Incorporación de ladrillo reciclado en el concreto para el diseño de
pavimento rígido de la Av. Quinta Avenida, Lurigancho-2020”**

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

AUTORES:

Antaurco Cusiche, Gina Karen (ORCID: 0000-0002-0029-7225)

Chapoñan Ibarra, Cindy (ORCID: 0000-0003-0538-4085)

ASESOR:

Dr.Suarez Alvites,Alejandro (ORCID: 0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020-I.

Dedicatoria

el trabajo está dedicada nuestros queridísimos padres, hermanos y demás familiares, que estuvieron con nosotros lo largo de todo nuestro proceso académico, aconsejándonos, motivándonos y brindándonos su apoyo incondicional.

Agradecimiento

En primera instancia agradecemos a Dios nuestro padre celestial quien nos guarda, nos brinda salud y bienestar. En segunda a nuestros padres, hermanos y demás familiares por el apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida universitaria. En tercera a cada uno de nuestros profesores que nos brindaron sus conocimientos mediante sus enseñanzas y finalmente a nuestros amigos.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. MÉTODO	18
3.1 Tipo y diseño de investigación	18
3.2 Variables y operacionalización	19
3.3 Población, muestra y muestreo	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5 Procedimientos	21
3.6 Método de análisis de datos	23
3.7 Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	52
ANEXOS	56

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Propiedades mecánicas del ladrillo</i>	14
Tabla 2	<i>Técnicas de recolección de datos para el estudio de tráfico</i>	20
Tabla 3	<i>Estudio de mecánica de suelos características de las calicatas</i>	24
Tabla 4	<i>Estudio de mecánica de suelos</i>	25
Tabla 5	<i>Ensayo de compactación de mecánica de suelos</i>	25
Tabla 6	<i>Calculo del índice medio diario semanal</i>	26
Tabla 7	<i>Calculo del índice medio diario anual</i>	27
Tabla 8	<i>Calculo del factor direccional y factor carril</i>	28
Tabla 9	<i>Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día carril de diseño</i>	28
Tabla 10	<i>Calculo de número de repeticiones de ejes equivalentes</i>	29
Tabla 11	<i>Diseño de mezcla patrón a una resistencia de 280kg/cm²</i>	30
Tabla 12	<i>Proporción de peso</i>	30
Tabla 13	<i>Proporción de volumen</i>	30
Tabla 14	<i>Diseño de mezcla con reemplazo del 10 % de ladrillo reciclado</i>	31
Tabla 15	<i>Diseño de mezcla con reemplazo del 20% de ladrillo reciclado</i>	31
Tabla 16	<i>Diseño de mezcla con reemplazo del 30% de ladrillo reciclado</i>	31
Tabla 17	<i>ANOVA para datos y modelos de la resistencia a la compresión</i>	33
Tabla 18	<i>ANOVA para datos y modelos de la resistencia a flexión</i>	35
Tabla 19	<i>Tipo de tráfico expresado</i>	36
Tabla 20	<i>Desviación estándar</i>	36
Tabla 21	<i>Factor de confiabilidad</i>	37
Tabla 22	<i>Índice de serviciabilidad inicial</i>	37
Tabla 23	<i>Índice de serviciabilidad final</i>	38
Tabla 24	<i>Requerimiento del CBR según el rango de tráfico</i>	38
Tabla 25	<i>Módulo de reacción de la subrasante</i>	39
Tabla 26	<i>Calculo de la altura de la sub-base</i>	39
Tabla 27	<i>Módulo de rotura del concreto</i>	39
Tabla 28	<i>Coefficiente de drenaje (cd)</i>	40
Tabla 29	<i>Parámetros de diseño</i>	40

Índice de figuras

<i>Figura 1. Camara nacional del cemento mexicano"2018, p.24</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2. Datos de resistencia a la compresion en base a 280kg/cm2</i>	<i>32</i>
<i>Figura 3 .Datos expresados en y1 compresión</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4 . Datos expresados en y1 compresión</i>	<i>33</i>
<i>Figura 5 .Datos de resistencia a la flexion en base a 40 kg/cm2.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 6 .Datos expresados en y1 flexión</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7 . Datos expresados en y1 flexión</i>	<i>35</i>
<i>Figura 8 .Dimenciones del pavimento incorporando ladrillo reciclado.....</i>	<i>41</i>

Resumen

En el presente trabajo titulado “Incorporación de ladrillo reciclado en el concreto para el diseño de pavimento rígido de la AV. Quinta avenida, Lurigancho-2020”, fue aplicada, no experimental, descriptiva, tuvo como objetivo principal diseñar un pavimento rígido incorporando ladrillo reciclado como agregado fino al concreto, proponiendo como alternativa que este concreto alcance una resistencia óptima de acuerdo a la alta influencia de las cargas vehiculares que se produce en la zona de estudio, generando un grado de servicio alto a lo largo de su periodo de diseño, para ello se obtuvo del estudio de suelos un CBR al 95% es de 10.9% siendo este el más crítico y clasificaciones GM A-1 y ML A-4 presentando un suelo grava limosa y limo de baja plasticidad, así como también el resultado del estudio de tráfico de 2.0×10^6 ESALs, las resistencias a compresión y flexión utilizadas para el diseño fueron de 280 kg/cm^2 y 40 kg/cm^2 respectivamente, las resistencias máximas obtenidas por el software Mathcad-15™ a los 28 días de rotura con reemplazo del 20% fueron de 312.841 kg/cm^2 a compresión y 42.4 kg/cm^2 flexión, permitiendo así mejorar la resistencia del concreto, dando como resultado una estructura de pavimento rígido conformado con espesores de 17cm en la carpeta de rodadura y 15cm en la sub, alcanzando los parámetros establecidos por el manual del ministerio de transporte y comunicaciones.

Palabras clave: pavimento, rígido, ladrillo, reciclado, incorporación

ABSTRACT

In the present work entitled “Incorporation of recycled brick in concrete for the design of the rigid pavement of the AV. Fifth avenue, Lurigancho-2020 ”, was applied, non-experimental, descriptive, its main objective was to design a rigid pavement incorporating recycled brick as a fine aggregate to concrete, proposing as an alternative that this concrete reaches an optimal resistance according to the high influence of the vehicular loads produced in the study area, generating a high degree of service throughout its design period, for this, a 95% CBR was obtained from the soil study is 10.9%, this being the most critical and GM A-1 and ML A-4 classifications presenting a silty gravel and silt soil of low plasticity, as well as the result of the traffic study of 2.0×10^6 ESALs, the compressive and flexural strengths used for the design were 280 kg / cm² and 40 kg / cm² respectively, the maximum strengths obtained by the Mathcad-15™ software at 28 days of rupture with 20% replacement were 312.841 kg / cm² compression and 42.4 kg / cm² flexion, thus allowing to improve the resistance of the concrete, resulting in a rigid pavement structure conformed with thicknesses of 17cm in the rolling folder and 15cm in the sub, reaching the parameters established by the manual of the Ministry of Transport and Communications.

Keywords: pavement, rigid, brick, recycling, incorporation

I. INTRODUCCIÓN

En los primeros años de la década de los 90 en el mundo es cuando se inicia el impulso a la construcción de pavimentos de concreto hidráulico en carreteras. Así mismo se han realizado intentos de aplicación de pavimentos en segmentos cortos de autopistas con diversos agregados. Aguilar, López y Jacobo (2015) explicaron que la reutilización de residuos de construcción y demolición se ha extendido en diferentes proporciones 5%, 10 % y 15% para mezclas de pavimentos, indicando la viabilidad y que no sea mayor al 30% del agregado grueso (p.13)

En Francia y España utilizan valores de ladrillo para pavimentos en un aproximado de 15%, y para otros límites tan altos como 25% así, Australia uso estándar de hasta 10% pero para agregados subyacentes 25%, Francia entre 12 a 18% de acuerdo su necesidad, India también se somete con un 15% pero con desempeño hasta 20%, España con un 15%, Europa: 16% y Sudáfrica 10%. Rivera (2015) indicó Investigaciones recientes realizadas detectaron que en Estados Unidos no hay gravilla virtuosa de grado alto y en forma módica para la elaboración de concretos y morteros hidráulicos, esta norma limita la capacidad de micro finos (p.3)

Según Becerra y Gómez (2019) indicaron que a lo largo y ancho de nuestro planeta existen países como Estados Unidos, Dinamarca, Holanda, Gran Bretaña, Alemania y Japón tienen el sistema para reciclar materiales para pavimentación generando a los países desarrollo cultural, tecnológico y económico; Es un medio de comunicación y de apertura hacia nuevas visiones a diferentes puntos (p.18).

Talledo (2015) La mayoría de las infraestructuras viales están constituidas por pavimentos rígidos y flexibles, y a su vez cumplen su debido trabajo para la cual se elaboran, en el Perú el uso de pavimento rígido se ubica en lugares donde existe una alta demanda de vehículos pesados para brindar mejor resistencia para todos los rodantes que necesitan un pavimento que tenga la sostenibilidad para la cual fue diseñada y su mantenimiento es menor al pavimento (p.19).

Talledo et al (2015) En el Perú las construcciones viales no son las más adecuadas, muchas de estas se encuentran abandonadas, en algunos casos sin asfaltar o porque no existe un mantenimiento adecuado, gracias a ello se presentan deterioro de la pavimentación, pistas con piel de cocodrilo, así mismo en conjunto vienen a ser un gran problema para la población y su desarrollo (p.8).

Según Pérez (2016) indicó que los asfaltados provinciales tienen los 2.340 km, del total de 24.235 km. Esto es igual a 9,7% del desarrollo. Los otros más de 20.000 km son trochas sin mejorar. (p.5).

Aatheesan, Arulrajah, Bo, Vuong y Wilson (2010) señalaron que el ladrillo triturado cumple con ciertos parámetros para ser reciclado, al ser incorporado como material se adquiere menos cantidad de otros y a su vez genera menor uso de los materiales procedentes de canteras. (p.11)

Castro, (2017) A través de la reutilización en los ladrillos desechados por las ladrilleras, la construcción y rehabilitación de las carreteras son una buena opción para reducir el consumo, explotación de canteras, tenemos una gran suma de desperdicios de las ladrilleras, casi 30% son trasladadas lugares descampados, el 27.2% (p.37).

Al analizar todos estos aspectos nos encontrarnos frente a un problema tan grave para el medio ambiente para ello Castro et al (2017) se hacen diferentes estudios para que los residuos no lleguen acumularse por toneladas y brindar un uso adecuado llegando a ser beneficioso empleándolos como en la elaboración de ladrillos ecológicos, agregados en concretos de construcciones, agregados de concreto hidráulico, entre otros.

Desde los inicios de los diseños estructurales de los pavimentos para las vías los especialistas han venido empleando diferentes alternativas de métodos entre analíticos y mecánicos para la evaluación y diseño. Según Manual de carreteras (2015) para el diseño de un pavimento debe existir capas por debajo que sean mejoradas para revestir ya sea de manera tradicional concreto, que cumpla con la resistencia y durabilidad para la cual fue creada capaz soportar cambios climáticos y físicos (p.11)

En cuanto a la justificación teórica para Borja (2012) pretende buscar reflexión y debate académico, generando nuevos paradigmas, buscando confrontar una teoría (p.19).

el presente trabajo pretende investigar cómo puede aportar de manera renovable algunos recursos como el ladrillo reciclado que están generando de alguna manera un daño irreparable a nuestro planeta e implementar al desarrollo de un crecimiento

económico y social, de esta manera los especialistas de (CSI, 2014) emiten que falta mucho por investigar a los diferentes tipos de agregado que pueden implementarse en las mezclas, de esta forma, se pretende en esta investigación evaluar cómo influye la incorporación del ladrillo reciclado al concreto para poder así elaborar el pavimento de la AV. quinta avenida, Lurigancho-2020.

En cuanto a la justificación económica la vía que conecta la av. Quinta avenida, distrito de Lurigancho-2020 tiene la necesidad actual de mitigar el rápido envejecimiento y la deformabilidad ante las solicitudes de tráfico, calidad del cemento asfáltico. Según Marín (2014) la necesidad actual de desarrollar pavimentos incorporando ladrillo triturado provocara una disminución económica (p.14).

En cuanto a la justificación practica para, Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciono en su investigación con la finalidad de concluir el estudio mediante pruebas para determinar sus causas (p.19).

Por consiguiente, respondiendo esta pregunta, es muy importante llegar a realizar la investigación, para cuando se logre el incorporando ladrillo, las cuales están regidos en los parámetros de trabajabilidad y resistencia para el uso de la realización del diseño de pavimento rígido en la Avenida. Quinta avenida, Lurigancho-2020, se logra que la utilización ladrillo que es un producto contaminable sea aprovechado de una manera favorable.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación.

El problema general de la investigación fue ¿Cómo es el diseño de pavimento rígido incorporando el ladrillo reciclado al concreto de la AV. Quinta avenida, Lurigancho-2020?

Los problemas específicos de la investigación son los siguientes:

- PE1: ¿Cómo interviene las características de suelos para el diseño de pavimento rígido incorporando el ladrillo reciclado al concreto de la AV. Quinta Avenida, Lurigancho-2020?

- PE2: ¿Cómo intervienen el estudio de tráfico en el diseño de pavimento rígido incorporando el ladrillo reciclado al concreto de la AV. Quinta Avenida, Lurigancho -2020?
- PE3: ¿Cómo intervine la incorporación del ladrillo reciclado en cuanto a la resistencia del concreto para el diseño de pavimento rígido de la AV. Quinta Avenida, Lurigancho-2020?

Teniendo los problemas generales, así como específicos se elaboraron objetivos que nos lleva a precisarlos, donde también mencionaremos los específicos.

El objetivo general de la investigación fue: Determinar el diseño de pavimento rígido incorporando ladrillo reciclado al concreto de la AV. Quinta Avenida, Lurigancho-2020.

Los objetivos de la investigación son:

- OE1: Determinar las características de suelos para el diseño del pavimento rígido incorporando ladrillo reciclado al concreto de la AV. Quinta Avenida, Lurigancho-2020.
- OE2: Determinar el estudio de tráfico para el diseño del pavimento rígido incorporando ladrillo reciclado en el concreto de la AV. Quinta Avenida, Lurigancho-2020
- OE3: Determinar Cómo intervine la incorporación del ladrillo reciclado en cuanto a la resistencia del concreto para el diseño de pavimento rígido de la AV. Quinta Avenida, Lurigancho-2020.

II. MARCO TEÓRICO

Este informe contiene recopilación de informaciones tanto nacionales como internacionales cuyos contenidos se refieren al estudio que se hace a un concreto incorporando ladrillo como agregado en diferentes proporciones, comparándolos con el concreto patrón y llevándolo a diferentes ensayos y así poder obtener los parámetros de resistencia la compresión, tracción y flexión. Las teorías que se sintetizan son aspectos que se dan a conocer para informar y que se deben cumplir tanto en las dimensiones del concreto como las del ladrillo reciclado, juntamente con los procesos que se deben llevar para poder elaborar un diseño de pavimento según parámetros del MTC.

La información que se recopila de los antecedentes nacionales e internacionales del concreto incorporando ladrillo triturado reciclado son fundamentales para este proyecto ya que enfatiza lo que se pretende buscar o llegar a informar en primera instancia se determina el objetivo del estudio del proyecto, teniendo en cuenta los parámetros de ensayos que se van a realizar para identificar las propiedades modificadas del concreto , como serían las peculiaridades en estado fresco la trabajabilidad y estado endurecido las resistencias de compresión, flexión y tracción, para así compara con el concreto Patrón de cada diseño de mezcla y obtener datos que nos aportan en la investigación .

En Portugal Cachim (2017) anunció que la investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades del concreto con el ladrillo triturado, los cuales reemplazaron a los agregados, analizando el aguante a la compresión y tracción en concreto endurecido. Los porcentajes de reemplazo fueron entre 15% y 30%, también la interacción de agua / cemento fueron de 0.45 y 0.50 respectivamente. En conclusión los reemplazos de estos agregados pueden utilizarse hasta un 15 % para lo cual se obtuvo el resultado de la muestra patrón a los 28 días un FC de 311.01 kg/cm^2 y la muestra con reemplazo una resistencia de 327.32 kg/cm^2 superando en un 5% la muestra inicial, para fuerza de tracción a los 28 días la muestra patrón fue de 30.28 kg/cm^2 y la muestra con reemplazo fue de 27.73 kg/cm^2 disminuyendo en un 9 %, se recomienda utilizar la relación A/C 0.45.

En Argelia Debian y Kenai, (2017) anunció que el objetivo de la investigación es analizar el uso de ladrillo triturado como agregado grueso hacia un concreto nuevo, Para ello se estudió la trabajabilidad de mezcla en estado fresco y la resistencia a

la compresión y flexión este estado endurecido, se contó con una mezcla inicial sin ninguna modificación y cuatro con porcentajes de reemplazo de 25%,50%,75% y 100% de ladrillo triturado con respecto al agregado. En conclusión se tuvo como resultado que el ladrillo es un material muy poroso por ello muy absorbe rápidamente el agua y lo hace menos trabajable, en cuanto a la resistencia a la compresión la muestra inicial a los 90 días mostró 367.092 kg/cm^2 y la de 25% mostró 249.82 kg/cm^2 , en cuanto a la flexión a los 90 días la mezcla patrón fue de 32.42 kg/cm^2 y la de 25% 28.65 kg/cm^2 , se recomienda utilizar proporciones hasta en un 30 %.

En Colombia Fernando, Gordillo y Delvasto (2019) escribió que la finalidad de la exploración es estudiar la nueva mezcla con reemplazos de residuos de albañilería principalmente ladrillos teniendo en consideraciones las propiedades de resistencia, para ello se tuvieron proporciones de 12.5 %, 25%, 37.5% y 50 % con respecto al agregado, por lo que se llegó a la conclusión de que las resistencias más altas con respecto al tiempo de curado fueron a los 7 días El patrón fue de 356.89 kg/cm^2 y con reemplazo de 12.50 % llegó a 312 kg/cm^2 a 28 días con un porcentaje de 12.50 % llegó a 428.27 kg/cm^2 disminuyendo casi en un 7% al concreto patrón que fue de 458.86 kg/cm^2 y por último a los 60 día el concreto patrón fue de 499.65 kg/cm^2 y con 12.50% llegó a una resistencia de 469.06 kg/cm^2 .

En China Miao , Hou y Wang, (2018) sostuvo que el objetivo de la investigación es analizar la influencia de las partículas de ladrillo de arcilla como agregado reciclado en el cemento base del pavimento, para ello se llevaron a pruebas la resistencia a la compresión del concreto nuevo, para hacer comparación con la mezcla sin modificar, las proporciones de reemplazo son de 0.5%, 3%, 5%, 10% y 25% ,los resultados de la prueba a la compresión en los 28 días de curado, la muestra patrón alcanzó una capacidad es de 360 kg/cm^2 y la modificada alcanzó una de 370.76 kg/cm^2 con un reemplazo del 0.5 % , teniendo como resultado una ligera mayor resistencia.

En Bangladesh Tarek, Hassan, Ibna, Yashin, y Ahmed (2016) sostuvo que la finalidad de la búsqueda es analizar las propiedades de la mezcla con diferentes proporciones de agregado de ladrillo considerando sus tamaños en las que se emplearon 12.5 mm, 19.0 mm, 25.0 mm, 37.5 mm y 50.0 mm, para ello si hicieron

diferentes ensayos en los estados de la mezcla de concreto como resistencia a la compresión y tracción, en conclusión, se obtuvo una mayor resistencia a la compresión con un reemplazo del tamaño de 12.50mm a los 90 días de curado fue 31.60 Mpa y en cuanto a la fuerza de tracción con un reemplazo del tamaño de 12.50mm a los 28 días de curado se obtuvo 3.466 Mpa.

En Serbia Ksenija, Dragan y Zoran(2015) sostuvo que el objetivo es examinar los efectos que produce al incorporar ladrillo reciclado con agregados del río en una nueva mezcla de concreto, presentando así diferentes proporciones de reemplazo de 0%,15%,25%,50%,75%y 100% y diferentes tamaños de agregados, utilizando un cemento de 385 kg/m³ para ello se aplicaron estudios de resistencia a la compresión, en la que se concluyó que se obtiene una mayor resistencia con un reemplazo del 15% obteniendo 60,6 N /mm² a los 28 días de curado .

En España Vega(2015) escribió que las metas del estudio era analizar las propiedades endurecidas del concreto empleando agregados de cerámicos fino también llamado FRA mixta, en las proporciones de 10%,20%,35% y 50%, todas las mezclas fueron elaboradas para tener la misma trabajabilidad , por ello se creó un concreto patrón al cual se compararían los resultados de los estudios que se va a realizar a las muestras , en conclusión, cuando se aumentamos el agregado de cerámico disminuye la densidad y aumenta la absorción de agua , a los 28 días de curado el concreto con un 30% obtienen la mayor resistencia de 580.2 kg/cm² aumentando en un 8% a la mezcla Patrón.

En Ecuador Cáceres (2016) escribió el objetivo de estudiar cómo reacciona el hormigón en cuanto a la incidencia del peso específico y la resistencia a compresión al incorporar ladrillo reciclado, para ello se pretende comparar tres mezclas diferentes las cuales son: hormigón con ladrillo prensado, hormigón con ladrillo artesanal y hormigón convencional, en conclusión, los cuales fueron llevados a ensayos de resistencia, en conclusión, los resultados obtenidos nos revelan que, la resistencia a la compresión más alta se dio a los 28 días resultando una resistencia de 199.68 kg/cm² utilizando ladrillo artesanal disminuyendo en 5% a la mezcla Patrón. Se recomienda utilizar el ladrillo en proporciones menores al 50 %.

En Nigeria Apebo, y Agun (2016) que el objetivo era estudiar la posibilidad de utilizar los desechos de ladrillos quemados disponible en su mayoría en la localidad de Benue como agregado grueso en un concreto .las nuevas mezclas se prepararon con ladrillos quemados en distintas proporciones y grava lavada , para todo esto se llevó acabo diferentes evaluaciones , dando como resultado una muestra patrón sin modificación con una resistencia a la compresión de 21.4 Mpa y otra con un reemplazo de 0.3 % una resistencia de 25.4 Mpa aumentando en un 18 % a la muestra patrón.

En China Hu y Wang, (2015) que el objetivo de la investigación es evaluar la reacción que producen las mezclas con los residuos de ladrillo de arcilla de los escombros de los edificios , para esto se elaboraron cinco muestras con 0%,25%,50%, 75% y 100% con un 5% de cemento tratado llevándolos a cabo ensayos de laboratorio para analizarlos en sus diferentes propiedades, en conclusión, las mesclas que contienen agregados de ladrillo triturados tienen un densidad máxima seca más baja y resultando como resistencia de compresión 24.6 Mpa 4% menos que la muestra sin modificar que fue de 25.4 Mpa.

En EEUU (Bektas y Ceylan, 2017) que el objetivo es investigar los efectos del ladrillo de arcilla reciclado, utilizado como parte de agregado fino, en la durabilidad del mortero, para poder realizar los estudios se tomaron como reemplazo de las nuevas mezclas porcentajes en 10% y 20% respecto al peso de la arena fina, los cuales tiene que pasar por ensayos de resistencia a compresión, contracción, congelamiento y descongelamiento. Los resultados obtenidos dieron que a medida que se agrega los residuos la trabajabilidad del mortero reduce, con respecto al congelamiento y descongelamiento aumenta con reemplazo de ladrillo, la resistencia a la compresión más alta fue al año de curado 744.40 kg/cm² con un reemplazo del 10%.

Masías (2018) sostuvo que el objetivo de la investigación es analizar cómo influye el ladrillo reciclado triturado en la flexión y tracción en el concreto, para ello se realizaron mezclas con reemplazos del 5%, 10% y 20% respecto al peso, evaluando el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, se concluye que con respecto al peso unitario disminuye conforme se agrega en proporciones el ladrillo y en cuanto al contenido de aire se ve afectado con el

reemplazo debido a la porosidad del ladrillo, en cuanto a la resistencia de compresión alcanza 334.05 kg/cm^2 en un reemplazo del 10 % siendo esta la más alta , con respecto a la resistencia a la flexión con un reemplazo del 5% se obtuvo 66.2 kg/cm^2 y con la tracción en un reemplazo de 5% alcanzó 27.25 kg/cm^2 todas en un curado de 28 días, Se recomienda utilizar porcentajes que no excedan en un 10%.

Vilca (2017) anunció que el objetivo fue determinar de qué manera influye los porcentajes de agregado de ladrillo como agregado fino sobre la firmeza de la compresión del concreto , para ellos se realizaron mezclas con diferentes porcentajes 10, 20 ,30 y 50% en cuanto al peso, para llevar a cabo las muestras al laboratorio se elaboraron 30 probetas con dimensiones de 15 cm por 30 cm según las normas de la ASTM C39, llegando a la conclusión de que con una sustitución del 20 % da como resultado 196.54 kg/cm^2 aumentando en un 6% con respecto al concreto base que fue de 185.27 kg/cm^2 , se recomienda utilizar porcentajes menores al 30%.

Herber (2018) sostuvo que el objetivo era analizar el posible uso que se puede dar al ladrillo como agregado grueso en el concreto hidráulico , para lo cual se elaboraron 5 mezclas, una con 0% sin modificar también llamada patrón y las otras cuatro con 20%,30%,40%,50% reemplazando al agregado natural , teniendo un diseño con la relación A/C de 0.52, estudiando el concreto en estado fresco el cual implica la trabajabilidad y en estado endurecido analizar la resistencia la compresión, concluyendo así que el concreto en estado fresco en cuanto más seco se encuentre el ladrillo , la trabajabilidad se reduce .la resistencia a la compresión máxima hallada se dio a los 28 días de curado con un reemplazo de 20% es de 239 kg/cm^2 disminuyendo en 1% a la mezcla patrón, se recomienda emplear un aditivo que evite la absorción de agua .

Carrillo y López (2016) enunció que tuvo como objetivo analizar el diseño de un concreto ligero adicionando los desperdicios de las ladrilleras del distrito de santa (ladrillo rococho), para ello se llevaron a cabo ensayos en los laboratorios para medir la resistencia la compresión se desarrolló 4 tipos de mezclas con 25%, 50%,76% y 100% de reemplazo en cuanto al agregado fino utilizando un cemento de 255 kg/m^3 , se concluye que, la resistencia la compresión final obtenida con el

ladrillo rococho fue de 285.5kg/cm² con el tiempo de curado de 28 días un resistencia más alta al concreto patrón que fue de 225 kg/m³, se recomienda utilizar porcentajes no mayores al 25%.

Para poderse elaborar un diseño de pavimento se deben de realizar procesos o pasos, según las normas establecidas, es importante comprender los términos que influyen en las variables de estudio, por ello se describirán las teorías relacionadas a la presente investigación. Que tiene como finalidad comprobar que es posible, con material de los residuos de construcción (ladrillos) y demolición. Se indica que aborda un pavimento rígido usando arena, grava, agua obtenidos de la valorización de escombros de concreto y mampostería.

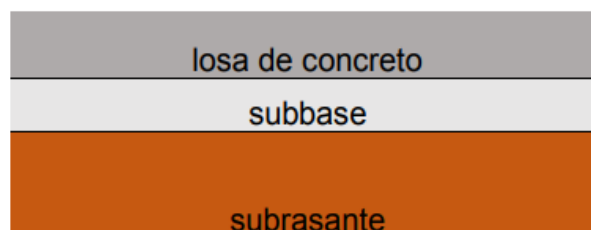
El pavimento rígido

Según MTC (2014) identifica que se encarga de recibir todos los esfuerzos que son producidos por las cargas de tránsito, proyectando así en baja cantidad a las capas inferiores (p.261).

Según Del Castillo, (2005) señalo que es conjunto de capas que brinda una superficie uniforme de rodamiento resistentes al medio y a las cargas de los tránsitos, como: resistencia estructural, deformabilidad, durabilidad y comodidad (p. 99).

Figura 1

Estructura del pavimento rígido



Fuente: Elaboración basada en la "Cámara Nacional del Cemento. México", 2008, p.24.

Estudió de tráfico

Según el MTC (2014) explicó que es el conteo de tráfico para así obtener una evaluación real del tamaño de tránsito vehicular diario que transita por un lugar determinado de acuerdo con la clasificación según sus capacidades de carga para

poder planificar y diseñar con éxito un pavimento o la plataforma de un camino (p.73).

Estudió de suelos

Según el MTC (2014) indico que es un conjunto de actividades para la determinación de las características del suelo, que nos permitirá tener un correcto diseño de una pavimentación.

Metodología del diseño AASHTO 93

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones et al, (2014) explicó que se considera que un pavimento evalúa los parámetros de la losa hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue a la ecuanimidad sin llegar a producir deterioro del valor de servicio (p.261).

Formula

$$\text{Log}_{\omega} \omega_{x2} = z_g S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{x46}}} + (4.22 - 0.32 P_1) \times \text{Log} \left[\frac{M_1 C_{\Delta} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x_j \left(0.009 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E/K)^{0.8}} \right)} \right]$$

Periodo de diseño

Ministerio de Transporte y Comunicaciones, et al (2014) explicó con frecuencia que el ciclo de diseño mínimo que se estima en el manual para pavimentos rígidos es de 20 años (p.275)

Ladrillo reciclado

Según Moreno, (1981) es el ladrillo triturado que se obtiene de los escombros que deja las construcciones y las ladrilleras generando grandes acumulaciones que se pueden emplear como reemplazo de agregados. (p. 168).

Un componente estructural para el pavimento rígido es el agregado, para este proyecto los ladrillos demolidos en tamaño fino, los cuales provienen de residuos de la planta de procesamiento de ladrillos ubicado en la calle Los Cisnes Huachipa. La planta extrae el material (arcilla) de las canteras, que están localizadas en el campo de trabajo, de manera artesanal. La arcilla empleada para la preparación del ladrillo es extraída de los grandes macizos graníticos que se encuentran ubicadas

Huachipa, Lima. El tipo de roca es mayormente caolinita, con alta resistencia mecánica sin tratamiento y con tratamiento térmico. (Barranzuela, 2014)

Ladrillo

Según Moreno, (1981) señaló Los ladrillos son reducidas piezas cerámicas en figura de paralelepípedo, estructuradas por tierras arcillosas y subyugadas a una cocción, Pueden aplicarse en diversas construcciones por su configuración regular y sencillo su manejo (p. 171).

Tabla 1

Propiedades mecánicas del ladrillo

Capacidad a la congelación	270 a 620kg/cm ²
Resistencia al fuego	Compresión: 111kg/cm ²
Resistencia a la compresión en kg/cm ² Estado normal	Compresión: 60 a 300
Grado de porosidad	Llegan hasta el 45%

Fuente: elaboración propia basada en propiedades mecánicas según Herbert (2018)

En la adhesión del ladrillo triturado

Según Cachim (2009) y Rojas (2012) señalaron con frecuencia que Los estudios realizados del ladrillo triturado, el cual es empleado como sustitución de agregado grueso y fino en variados porcentajes (5,10,20 y 30%) disminuye la capacidad al usar mayor cantidad de ladrillo (p. 5).

Parámetros físicos de los agregados

La NTP 400.011 aduce que los parámetros físicos de los agregados es agrupación de fragmentos inorgánicas de índole artificial o natural, en que los parámetros están comprendidos entre unos términos que permiten distinguir los agregados gruesos o gravas (de 4.75 mm a más) de los finos o arenas (menor a 4.75 mm) (p. 244).

Concreto en estado fresco

León y Ramírez, (2010) adujeron que la configuración de las partículas modifica la trabajabilidad y el acomodo del concreto en estado fresco, la condensación por la baja motricidad que hay entre ellas, está influenciada por la forma y textura de los agregados (p. 127).

Concreto en estado endurecido

Según León y Ramírez et al, (2010) señalaron con frecuencia que la textura del concreto endurecido tiene una variación entre las resistencias sobre todo a la de flexión. Sin embargo, de esta forma la resistencia a la compresión y la durabilidad son las propiedades más comunes de este. (p. 130).

Concreto

Es una relación de cemento, y agregados finos o arena y agua. El cemento, el agua y la arena conforman esta composición y el fin es unir los diversos materiales. (Harmsen, 2005, pág. 11)

Agregados

Quiroz y Salamanca, (2006) indicaron que alrededor del 75% del volumen es ocupado por el agregado el cual está constituido por agregados como grava, arena, roca triturada o escoria siderúrgica. (p. 55).

Agregados gruesos

Quiroz y Salamanca (2006) indico que el agregado predominante en el tamiz número 4 (4,75 mm) o el que es teniendo en ese número de tamiz denominado como grava que se da del resultado de la disociación de la roca (p. 57).

Agregado fino

Quiroz y Salamanca et al, (2006) señalaron con frecuencia Es el agregado que pasa por el tamiz de $\frac{3}{4}$ (9.5 mm) y s retenido por el tamiz número 200 denominado de nombre como arena que es el resultado de la desintegración, trituración y abrasión de rocas" (p. 57).

Trabajabilidad

Quiroz y Salamanca et al, (2006) la definición de trabajabilidad es la facilidad con la que se puede trabajar, transportar y vaciar la mezcla dañando su homogeneidad. Dependiendo de las cantidades y particularidades físicas de los diferentes ingredientes (P. 143)

Resistencia

Según Quiroz & Salamanca, (2006) sostuvieron que la resistencia de la mezcla tanto en compresión, tracción y corte son utilizados para el diseño, describen las cantidades que conforman la mezcla para así soportar las cargas y la distribución que conlleve dicho pavimento (p. 148).

Resistencia a la compresión

Quiroz y Salamanca et al (2006) La capacidad a la compresión es una de las características más resaltantes de la mezcla ya que su determinación se efectúa por ensayos de probetas y que determina hasta cuándo puede soportar una aleación establecida a diferentes tiempos de curado (P. 143)

Resistencia a la tracción

Quiroz y Salamanca et al (2006) finalizaron Esta resistencia es importante con respecto a las contracciones y formación de las grietas, en el lado de tracción de elementos del hormigón armado sometido a flexión, depende principalmente a la resistencia de la tracción (p. 143)

Permeabilidad

Quiroz y Salamanca Osuna, (2006) señalaron en la mezcla hidráulica es donde la impermeabilidad puede dañar a la mezcla, Todas las mezclas son permeables y las pruebas con hidrostática han indicado que las mezclas hechas a partir de él son absolutamente impermeables (p. 167).

Durabilidad

Quiroz y Salamanca Osuna, (2006) La durabilidad del concreto hidráulico se presenta con las características de soportar a las acciones de la naturaleza ya sean de manera natural o artificial (p. 172).

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo

El tipo de investigación es aplicada, ya que se presenta de diferentes maneras para ello es necesario saber las características y así ver cuál se adapta más a la investigación ya que, según Baptista Lucio, (2014) la investigación tiene un fin práctico en la solución de problemas detectados en un área del conocimiento. Asociado a la aparición de problemas y necesidades y con deseo del investigador de ofrecer soluciones a estos. (p.103)

3.1.2 Diseño

El diseño es no experimental según Baptista Lucio (2014) indicó es la investigación que no necesita manipular las variables, en las que se visualizan los diferentes fenómenos tal y como se presentan en el contexto (p.130)

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Diseño de Pavimento regido con partículas de ladrillo

Definición conceptual: Carreteras Sección Suelos y Pavimentos MTC, (2013) señalo "Los Pavimentos son llamados "rígidos" al mérito de calidad de la losa de concreto que la conforma, cuando se habla de su construcción se refiere a la losa de concreto a pesar de que también se debe considerar la subrasante y en algunos casos una sub base"(p.261).

Definición operacional: Calla (2015) señalo "El espesor de pavimento dependerá del estudio de suelo y los resultados que estas brinden para medir la resistencia y la cantidad de humedad, los diferentes aspectos del pavimento rígido son los requerimientos de la carga de diseño como que se realiza en el estudio de tráfico"(p.23).

Variable dependiente: Estructura de pavimento rígido

Definición conceptual: Becerras Salas, 2012) indico "la estructura del pavimento rígido está conformado por la subrasante, la subbase y la losa del concreto hidráulico "(p .33).

Definición operacional: Ministerio de Economía (2015) indico "Es una distribución de diversas capas desarrolladas sobre la subrasante para soportar y esparcir las fuerzas, aportar las características de seguridad y comodidad para el tránsito. está constituida por la capa de rodadura, subbase y subrasante (p.15).

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población

Según Borja (2012), es la formación agrupada de individuos o motivos a los cuales se desarrolla la investigación (p.30). Entonces, según lo sostenido por este autor el presente estudio tendrá como población los pavimentos rígidos de la Av. Quinta Avenida Lurigancho.

Formula

$$= \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1)z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$z=1.96$$

$$p=0.5$$

$$q=0.5$$

$$N=3500 \text{ km}$$

$$e=0.05$$

$$n= 400$$

Muestra

En este aspecto podemos decir que se tomará como muestra 1km 500 m de la av. Quinta avenida Lurigancho. Según Hernández, Fernández, & Baptista Lucio (2014) la muestra llega a ser un subgrupo, en la que se agarrara la investigación buscada. Por ende, este subgrupo debe tener una delimitación con precisión ya que representa la parte más representativos de la población (p.173).

Muestreo

No aleatorio la muestra fue tomada por conveniencia

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según, Sánchez & Mejía (2018) son cualidades aplicadas para la recolección de resultados en una investigación, estas pueden ser dos. directas son las conferencias y la exploración e indirectas basadas en formularios, la relación y los test (p.32). La recolección de datos se hace por medio de la observación.

Para el diseño de pavimento los procesos que se utilizaron para obtener las peculiaridades de mecánico de suelos se hacen elaborando calcatas a ciertas distancias estipulada por la norma de la MTC los cuales disponen diversas características que debe cumplir el área a pavimentar.

Para reunir datos del cálculo de estudio de tráfico se hacer una cuantificación de vehículos cumpliendo ciertos parámetros estipulados en la MTC al que se va hallar el FD, cálculos de EE y por ende el ESALs.

Tabla 2

Técnicas de recolección de datos para el estudio de tráfico

Información básica
Conteo vehicular
Factor de distribución
Cálculo de ejes equivalentes
ESALs

Fuente: elaboración propia basada en el MTC", 2014

En este proceso también se pueden entender que son instrumentos se utilizan en la etapa de recolección de información para ello, Sánchez, Reyes, & Mejía (2018) son un conjunto de instrumentos que forma parte de la actividad de la recopilación

de datos. Puede presentarse como conductores a un manual, un instrumento, una prueba, un test o una prueba (p.78).

3.5 Procedimiento

Se empleará en este proyecto la recopilación de información de revistas, tesis, libros, manuales y normas. Para poder así desarrollar la comparación de los resultados de un diseño de pavimento rígido utilizando concreto convencional con los resultados obtenidos por diferentes investigadores que evaluaron el concreto modificado con agregados de ladrillo.

El desarrollo del pavimento rígido empieza por el aforo vehicular, se procede con el desarrollo del conteo vehicular así hallar el IMDA, se seleccionan los vehículos para poder evaluar el cálculo de EE, la para la clasificación del factor de distribución direccional y carril se hace una interpretación de la cuantificación vehicular que pasa por la carretera analizando la calzada, sentidos, carriles por sentido, FD, FC y FP a su vez la tasa de crecimiento, proyección y estimación del tiempo de diseños, para poder obtener de dato el ESALs. El cual se aplica para mi diseño de pavimento ya que todo está directamente relacionado por el estudio de tráfico.

Para los parámetros del pavimento se considera el estudios de tráfico y según el volumen se califica el nivel de tráfico expresados en EE y a su vez la calidad de tráfico expresado en EE; se analiza la desviación estándar para el diseño, el factor de confiabilidad, se hallar la probabilidad, ISI, ISF, se interpreta y halla el CBR obtenido por los estudios de suelos, se estima la capacidad de acuerdo al número de EE, se halla el módulo de elasticidad del concreto, mediante parámetros estipulados, se halla el módulos de trasferencia de carga, coeficiente de drenaje, para así calcular del espesor de la losa; especificar los espesores de subrasante, base y carpeta de rodadura.

3.6 Métodos de análisis de datos

Para desarrollar el diseño de pavimento se hace mediante las normas ya estipuladas en el MTC, el cual es un órgano responsable del desarrollo y crecimiento del sistema de transportes la infraestructura de las comunicaciones, Otra norma por la cual nos regimos o cumplimos es la CE 0.10 vías urbanas, pretendiendo así llegar a diseñar un pavimento con todas las normas respectivas.

3.7 Aspectos éticos

Los aspectos éticos respecto a la autoría de las informaciones obtenidas para recaudar información están citados correctamente con estilos internacionales (APA)

La presente investigación titulada “Incorporación de ladrillos reciclados en el concreto para pavimento rígido en la AV. Quinta avenida, Lurigancho - 2020” es de condición original, cuya identidad y autoría corresponden a los investigadores mencionados en la declaración jurada.

IV. RESULTADOS

ESTUDIO DE SUELO

Exploración

Para poder desarrollar el estudio de suelo se hace un estudio previo de campo a lo largo de la vía urbana, identificando los diferentes tipos de estratos, en el programa de exploración se procederá a concluir ejecutar las calicatas.

De las calicatas se deben extraer muestras de suelo, de rocas o de ambos para el diseño, el tamaño de la muestra depende de los diferentes estudios que se van a elaborar para obtener indicaciones de sus características o propiedades y los parámetros básicos.

Tabla 3

Estudio de mecánica de suelos características de las calicatas

calicata	profundidad(m)	ubicación
c-1	1.70	0+040
c-2	2.00	0+500
c-3	2.00	1+000
c-4	2.20	1+250

Fuente: Elaboración propia basado en el ensayo de laboratorio de mecánica de suelos y materiales

Contenido de humedad – ASTM 2216 – N.T.P. 339.127

Una característica principal es capturar la cantidad de humedad que contiene la muestra estudiada ya que los resultados que se presenten del estudio como la capacidad a la resistencia a la cual puede tener la zona en desarrollo permitirán un buen desarrollará para el trabajo de pavimentación.

Límite líquido ASTM D-4318 – N.T.P.339.129 Y límite plástico ASTM D-4318 – N.T.P.339.129.

Permite hallar las características de estabilidad que se identifican en los variados tipos de suelo, ya que constatará con la cantidad de elementos finos que posee el elemento, por ello la importancia de hacer el análisis granulométrico para hallar las

cantidades que se acumulan en los diferentes tamaños y así hallar porcentaje determinando los Límites de Atterberg.

$$IP = LL - LP$$

Tabla 4

Estudio de mecánica de suelos

calicata	Clasificación	Porcentaje de humedad					
		SUCS		AASHTO		LL	LP
c-1	M-1	GM	A-2-4(0)	6.6	24.1	NP	NP
C-2	M-1	GM	A-1-b(0)	8.1	19.9	NP	NP
C-3	M-1	GM	A-1-a(0)	7.4	20.0	NP	NP
C-4	M-1	GM	A-1-b(0)	7.3	18.7	NP	NP
	M-2	ML	A-4(3)	12.7	22.9	NP	NP

Fuente: Elaboración propia expresada en el ensayo

Se desarrollan varios ensayos las cuales brindaran como resultado el CBR, está referida al 95 % de la MDS estos parámetros se encuentran establecidos entre ciertos parámetros de categorías de la subrasante.

Tabla 5

Ensayo para medir la compactación de mecánica de suelos

	Calicata	c-1	c-4
Proctor modificado	D máxima (grs/cm ³)	2.132	1.945
	Humedad Optima %	8.9	11.7
CBR	95%	31.3	10.9
	100%	45.7	16.0

Fuente: Elaboración propia establecida en el ensayo de laboratorio de mecánica de suelos

Según el MTC si la cantidad de valores de CBR son menores de 6, si los datos son similares se promedian, pero si los valores son diferentes y hay un valor crítico se opta por tomar el valor crítico o el más bajo que viene a ser el 10.9%.

ESTUDIO DE TRÁFICO

es una parte muy importante que permite conocer el comportamiento, para establecer el flujo de cargas vivas entre un punto de origen y final. es una de las actividades fundamentales para poder determinar el diseño de pavimento.

Calcular el volumen anual por clasificación de vehículo que atraviesa por el tramo, en el que se hizo un conteo de los siete días de la semana véase también el conteo mayor detalle en el (anexo).

Índice medio diario semanal

IMDs al sumar todos los vehículos entre la cantidad de días en el que se realizó la cuantificación, en este caso son los 7 días.

Tabla 6

Cálculo del índice medio diario semanal

VEHICULO	CONTEO	IMD/7=IMDs
VHL1	379	55
VHL1	126	18
VHL1	113	17
VHL1	95	14
VHL1	98	14
VHL2	102	15
B2	73	11
B3	104	15
C2	85	13
C3	49	7
C4	37	6
T2S1	23	4
T2S3	13	2
T3S1	12	2
T3S3	10	2
C2R2	9	2

Fuente: Elaboración propia

Índice medio diario anual

El IMDA es el producto de la multiplicación de IMDs por el FCA estacional obtenidas del sistema de peaje más cercano, presentando así dos datos en específico, en el caso de vehículos ligeros es de 0.9243 y pesado 1.066, la cantidad de vehículos diarios es de 189.

Tabla 7

Cálculo del índice medio diario anual

FCA	IMDs	IMDA
0.9243	55	50.83
0.9243	18	16.64
0.9243	17	15.71
0.9243	14	12.94
0.9243	14	12.94
0.9243	15	13.86
0.9243	11	10.17
1.0660	15	15.99
1.0660	13	13.86
1.0660	7	7.46
1.0660	6	6.40
1.0660	4	4.26
1.0660	2	2.13
1.0660	2	2.13
1.0660	2	2.13
1.0660	2	2.13

Fuente: Elaboración propia

Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día carril de diseño

Es la multiplicación del IMDA con el FD, FCD, factor de presión de neumáticos y el factor de vehículo pesado del tipo seleccionado. El factor dirección y FC se obtienen del análisis del número de calzada, los sentidos que tengan dicho lugar de estudios y el número de carriles por sentido:

Tabla 8*Cálculo de factor direccional y factor carril*

Numero de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	(FD)	(FC)	(FD x FC)
1 calzada	1 sen.	1	1	1	1
	1 sen.	2	1	0.8	0.8
	1 sen.	3	1	0.6	0.6
	1 sen.	4	1	0.5	0.5
	2 sen.	1	0.5	1	0.5
	2 sen.	2	0.5	0.8	0.4
	2 sen.	3	0.5	0.6	0.3
2 calzadas	2 sen.	1	0.5	1	0.5
	2 sen.	2	0.5	0.8	0.4
	2 sen.	3	0.5	0.6	0.3
	2 sen.	4	0.5	0.5	0.25

Fuente: Interpretación orientada por el MTC (2014)

Tabla 9*Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día carril de diseño.*

Vehículo	IMDA	FD	FC	FVP	FP	EE día carril
VHL1	50.83	0.51	1	0.001	1	0.030
VHL1	16.64	0.52	1	0.001	1	0.010
VHL1	15.71	0.5	1	0.001	1	0.010
VHL1	12.94	0.52	1	0.001	1	0.010
VHL1	12.94	0.51	1	0.001	1	0.010
VHL2	13.86	0.51	1	0.001	1	0.010
B2	10.17	0.51	1	4.608	1	23.890
B3	15.99	0.54	1	4.608	1	39.790
C2	13.86	0.53	1	4.608	1	33.840
C3	7.46	0.53	1	4.731	1	18.710
C4	6.40	0.54	1	4.958	1	17.120
T2S1	4.26	0.65	1	7.942	1	22.010
T2S3	2.13	0.54	1	8.773	1	10.100
T3S1	2.13	0.5	1	8.066	1	8.600
T3S3	2.13	0.5	1	8.896	1	9.480
C2R2	2.13	0.56	1	11.277	1	13.460

Fuente: Interpretación particular

Numero de repeticiones de ejes equivalente

Es la multiplicación de los EE por cada tipo de vehículo obtenida con el FCA para vehículos ligeros del crecimiento poblacional del INEI de 0.049 y vehículos pesados del PBI del MINFE de 0.026 y 0.037 proyectados a un periodo de 20 años.

Tabla 10

Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes

VEHÍCULOS	EE	FCA	AÑO	SUBTOTAL
VHL1	0.03	32.719	365	358.269
VHL1	0.01	32.719	365	119.423
VHL1	0.01	32.719	365	119.423
VHL1	0.01	32.719	365	119.423
VHL1	0.01	32.719	365	119.423
VHL2	0.01	32.719	365	119.423
B2	23.89	32.719	365	285301.632
B3	39.79	32.719	365	475184.259
C2	33.84	25.803	365	318712.858
C3	18.71	25.803	365	176215.058
C4	17.12	25.803	365	161240.075
T2S1	22.01	28.868	365	231915.6493
T2S3	10.1	28.868	365	106421.993
T3S1	8.6	28.868	365	90616.746
T3S3	9.48	28.868	365	99889.157
C2R2	13.46	28.868	365	141825.745
Tp6				2,088,279 esals

Fuente: Interpretación propia.

Dando como resultado el número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2t, en el carril de diseño para pavimento rígido que clasifica en EE.

$$ESALs = 2,088,279 \quad 1500000 < Tp6 < 3000000$$

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO EN BASE A UNA RESISTENCIA DE 280 KG/CM²

Para el desarrollo de mezcla se tomó las consideraciones de materiales cumpliendo todos los estándares de calidad como agregados finos, gruesos, cemento y cierta cantidad de agua, con la finalidad de identificar las variables para la resistencia del concreto y obtener en primera instancia una f_c es de 280 kg/cm².

Diseño de mezcla 280 kg/cm² para concreto modelo sin incorporación de ladrillo reciclado como agregado fino

Tabla 11

Diseño de mezcla patrón a una resistencia de 280kg/cm²

Tabla para diseño corregido de 280kg/cm²	
Materiales	Unid.
Cemento	437.50 kg/m ³
Agua	210.00 Lt /m ³
Ag. Grueso	898.02 kg/m ³
Ag. Fino	802.86 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia expresada en el ensayo de laboratorio de mecánica de suelos y Materiales

$$\frac{437.5}{437.5} : \frac{802.86}{437.5} : \frac{898}{437.5}$$

Tabla 12

Proporción de peso

$$1 : 1.83 : 2.05 : 18.5 \text{ l/bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Proporción en volumen

$$1 : 1.7 : 2.09 : 18.5 \text{ l/bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla para lograr 280 kg/cm² con incorporación del 10% del ladrillo reciclado como agregado fino.

Tabla 14

Diseño de mezcla con incorporando del 10 % de ladrillo reciclado

Materiales	Unid.
Cemento	437.50 kg/m ³
Agua	210.00 Lt/m ³
Ag. Grueso	898.02 kg/m ³
Ag. Fino	642.29 kg/m ³
ladrillo reciclado	160.572 kg/m ³

Fuente: Creación propia

Diseño de mezcla para lograr 280 kg/cm² con incorporación del 20% del ladrillo reciclado como agregado fino.

Tabla 15

Diseño de mezcla con incorporando del 20 % de ladrillo reciclado

Materiales	Unid.
Cemento	437.50 kg/m ³
Agua	210.00 Lt/m ³
Ag. Grueso	898.02 kg/m ³
Ag. Fino	722.574 kg/m ³
ladrillo reciclado	80.268 kg/m ³

Fuente: Creación propia

Diseño de mezcla para lograr 280 kg/cm² con incorporación del 30% del ladrillo reciclado como agregado fino.

Tabla 16

Diseño de mezcla con incorporando del 30 % de ladrillo reciclado

Materiales	Unid.
Cemento	437.50 kg/m ³
Agua	210.00 Lt/m ³
Ag. Grueso	898.02 kg/m ³
Ag. Fino	562.00 kg/m ³
ladrillo reciclado	240.858 kg/m ³

Fuente: Creación propia

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN BASE A 280 KG/CM²

Los estudios de laboratorio no fueron realizados por problemas de no acceso a las facilidades físicas; no obstante, los resultados de resistencia a la compresión y a la flexión del concreto mezclado con residuos de ladrillo de arcilla fueron evaluados por diferentes investigadores y publicados en artículos y tesis. Se recopiló la información de 36 publicaciones y la información fue procesada en Mathcad-15™. Los datos se muestran en las tablas 18 y 19 de forma correspondiente.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Figura 2

Datos de resistencia a la compresión en base a 280kg/cm²

PORCENTAJES DE LADRILLO RECICLADO	DIAS DE CURADO								
	7			14			28		
	10%	266.77	265.82	265.83	294.57	296.78	295.79	317.67	319.01
	264.94	265.77	1063.30	293.46	298.34	1183.15	319.69	318.76	1275.13
20%	268.85	265.8	264.79	279.79	278.88	279.82	321.22	323.19	321.71
	264.92	259.59	1059.16	277.92	282.7	1119.29	322.16	320.25	1286.82
30%	266.19	262.17	263.14	287.2	287	286.08	313.49	314.9	315.27
	260.09	264.09	1052.54	286.1	284.01	1144.31	315.46	317.23	1261.08

Fuente: creación propia

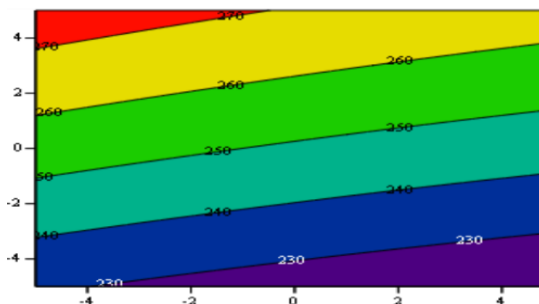
Los datos de la Resistencia están expresados (Co, kg/cm²) como función del porcentaje de agregado fino substituido por residuos de ladrillo de arcilla (Pc), y los días de curado del concreto (D, días):

El modelo para la resistencia a la compresión resulta en:

$$y_1(x_1, x_2) := 248.871 - 1.091x_1 + 4.404x_2 - 1.49 \times 10^{-3} \cdot x_1 x_2 + 0.02x_1^2 - 0.057x_2^2$$

Figura 3

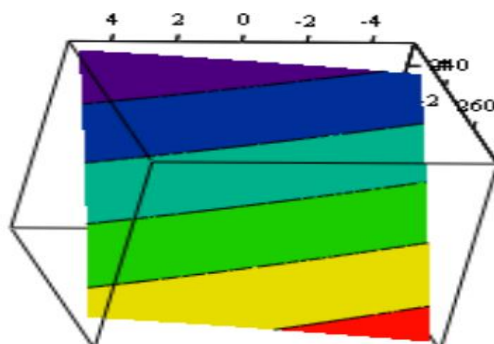
Datos expresados en y₁ en compresión



Fuente: creación propia espectro expresando en mayor FC

Figura 4

Datos expresados en y1 en comprensión



Fuente: creación propia espectro expresando en mayor FC

Se muestran los resultados de la función en dos y tres dimensiones, mientras que el análisis de varianza de los datos está resumido en la siguiente tabla

Tabla 17

ANOVA para los datos y modelo de la Resistencia a la Compresión

	Adición de cuadrados	Grados de Libertad	Media de cuadrados	F0
días de curado	81.141	2	40.571	8.712
ladrillo reciclado	15790	2	7895	1695
interacción	415.919	4	103.98	5.118
SSE	125.748	27	4.657	
SST	16410	35		

Fuente: Creación propia basado en el cuadro anova

- 3.354 < 8.712 H1 = la resistencia depende significativamente del porcentaje de ladrillo reciclado
- 3.354 < 1695 H1 = la resistencia depende significativamente de los días de curado
- 2.728 < 5.118 H1 = la interacción de ladrillo reciclado con los días de curado son significativas

RESISTENCIA A LA FLEXION

figura 5

Datos de resistencia a la flexión en base a 40 kg/cm²

PORCENTAJES DE LADRILLO RECICLADIO	DIAS DE CURADO								
	7			14			28		
	10%	24.98	24.67	24.31	31.56	32	31.67	40.87	41.78
	23.56	24.01	97.22	31.45	31.67	126.68	42.34	41.67	166.66
20%	24.88	24.93	24.89	33.66	33.02	33.73	42.12	42.32	42.32
	24.77	24.99	99.57	33.87	34.37	134.92	41.95	42.87	169.26
30%	24.67	24.33	24.23	31.32	31.12	31.02	40.56	41.32	41.05
	23.45	24.45	96.90	30.87	30.76	124.07	40.86	41.44	164.18

Fuente: creación propia

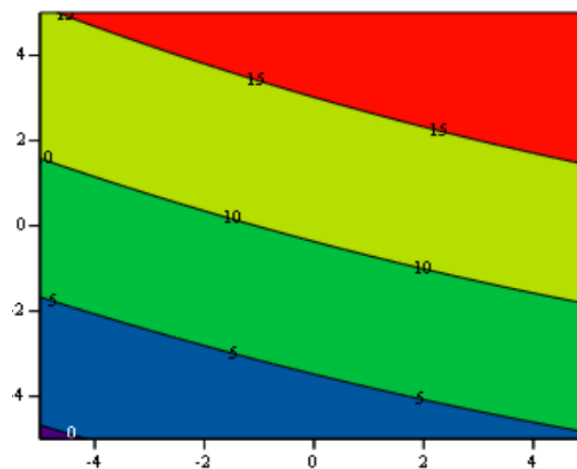
Datos de Resistencia Flexión (Co, kg/cm²) como función del porcentaje de agregado fino substituido por residuos de ladrillo de arcilla (Pc), y lo días de curado del concreto (D, días):

El modelo para la resistencia de flexión resulta en:

$$y_1(x_{11}, x_{22}) := 10.57 + 0.524x_{11} + 1.53x_{22} - 1.087 \times 10^{-3} \cdot x_{11}x_{22} - 0.013x_{11}^2 - 0.02x_{22}^2$$

figura 6

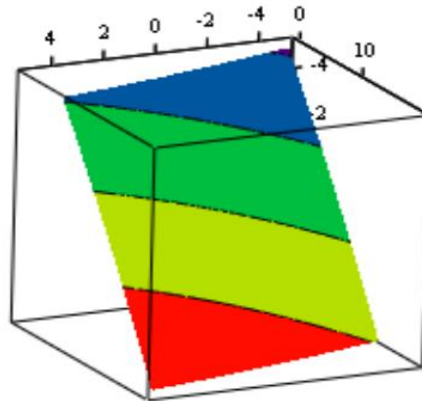
Datos expresados en y1 flexión



Fuente: elaboración propia espectro expresando en mayor FC

figura 7

Datos expresados en y1 flexión



Fuente: Elaboración propia espectro expresando el mayor FC

- 3.354 < 37.39 H1 = la resistencia depende significativamente del porcentaje de ladrillo reciclado
- 3.354 < 4368 H1 = la resistencia depende significativamente de los días de curado
- 2.728 < 6.216 H1 = la interacción de ladrillo reciclado con los días De curado son significativas

Tabla 18

ANOVA para los datos y modelo de la Resistencia a la flexión

	Adición de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F0
días de curado	15.256	2	7.628	37.39
ladrillo reciclado	1782	2	891	4368
interacción	5.07	4	1.268	6.216
SSE	5.496	27	0.204	
SST	1808	35		

Fuente: Creación propia basado en el cuadro anova.

DISEÑO DE PAVIMENTO

El diseño de la estructura del pavimento rígido con ladrillo reciclado se empleó la metodología AASHTO 1993, la distribución está conformada por la subbase, base y losa de concreto o carpeta de rodadura.

Variable de tiempo

De acuerdo al MTC este se clasifica en un a vía Urbana de alto volumen de tráfico 20 Años

Tabla 19

Tipo de tráfico expresado

	Parámetros de EE		Clasificación de tráfico presentados en EE
menor tránsito de 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000	TP1
	De 300001	A 500000	TP2
	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
Camino que tienen un tráfico comprendido entre 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

Fuente: elaboración propia basado en el manual del MTC (2014)

La clasificación de tráfico es de: **TP6**

Tabla 20

Desviación estándar (So)

Parámetros de diseño	Pav. Rígido	Pav. Flexible
V sin falla de tránsito.	0.30	0.40
con falla de tránsito.	0.40	0.50

Fuente: elaboración propia basado en el manual del MTC (2014)

se recomienda usar $S_o=0.35$

Tabla 21

Factor de confiabilidad

EE	Estándares expresados en EE		Grado de confiabilidad
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	90%
TP13	De 20000001	A 25000000	90%
TP14	De 25000001	A 30000000	90%

Fuente: elaboración propia basado en el manual del MTC (2014)

el valor de confiabilidad de R es : 85%

Probabilidad

$$Z_R = -1.0364$$

Tabla 22

Índice de serviciabilidad inicial

EE	Rango en EE		índice de serviciabilidad inicial (P0)
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5

Fuente: elaboración propia basado en el manual del MTC (2014)

El P0 clasificado para esta característica de tráfico es de: **4.3**

Tabla 23*Índice de serviciabilidad final*

EE	Rango en EE		Índice de serviciabilidad final (PF)
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

Fuente: elaboración propia basado en el manual del MTC (2014)

El PF calculado para esta característica de tráfico es expresado en: **2.5**

Sub rasante

Es aquella capa que soporta la estructura del pavimento rígido y que está proyectada hasta una profundidad en la que no afecte la carga de diseño de tránsito calculado. El CBR al 95% es de 10.9 % optando esta cantidad para el diseño del pavimento.

Sub base

Es una capa granular la cual debe cumplir con los parámetros establecidos según el ministerio de transportes y comunicaciones

Tabla 24*Requerimiento del CBR según el rango de tráfico*

Parámetros expresados en EE	Exigencia (CBR MÍN)
<15000000	40.00%
>15000000	60.00%

Fuente: elaboración propia basado en el manual del MTC (2014)

Tabla 25*Módulo de reacción de la subrasante*

Interpretación	COEF.	95% cbr	k	k
combinacion	KC	15%	6.3	63
subrasante	K0	10.9%	5.6	56
Sub-base	K1	40%	12	120

Fuente: elaboración propia basado en el manual del MTC (2014)

Calculando el espesor de (H) de la subbase, esto se procedió al cálculo en la hoja de Excel por la metodología AASHTO

Tabla 26*Cálculo de la altura de la subbase*

ESPES.	Kc (NOM)	KC(CAL)
15	6.3	6.3

Fuente: elaboración propia

Tabla 27*Módulo de rotura del concreto*

Parametros indicados en EE	Capacidad mínima al flexo compresión (MR)	Capacidad mínima a la compresión (fc)
<5000000	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
DE 5000000 A		
15000000	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
>15000000	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los parámetros establecidos da una resistencia de: 280 kg/cm²

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

$$= 5.20 \text{ Mpa}$$

Módulo de elasticidad del concreto

$$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2 = 3974 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000(f_c)^{0.5} = 3593261 = 2477 \text{ Mpa}$$

Módulo de transferencia de carga

Calculado bajo los estándares del MTC se considera $J = 3.2$

Tabla 28

Coefficiente de drenaje (Cd)

C_d	Tiempo para que libere el 50% de H2O	Porcentaje de saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Bueno	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
mediano	1 sem	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
falto	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80

Fuente: Elaboración propia basado en el manual del MTC (2014)

$C_d = 1.00$

Resultado: los cálculos de espesores de la losa por medio de la hoja de Excel dieron como resultados

ESPESOR	G_t	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO	Sol ver
170.00 mm	0.222	6.320	6.325	# Correcto!!

Tabla 29

Parámetros de diseño

Parámetros	
Ejes equivalentes a 80 KN	2,088,279
Desviación normal estándar (ZR)	-1.0364
Error estándar "SO"	0.35
Perdida de serviciabilidad Δ PSI	1.8
Índice de serviciabilidad final (Pt)	2.5
Índice de serviciabilidad final (Po)	4.3
Módulo efectivo de reacción de la subrasante K	204.4 pci
Confiabilidad	85%
Coefficiente de transferencia de carga (J)	3.2
Coefficiente de drenaje (Cd)	1

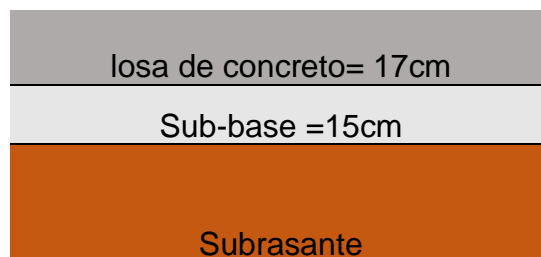
Fuente: elaboración propia

Interpretación

El conjunto de actividades desarrolladas para el diseño de pavimento rígido con ladrillo reciclado están anexadas en el proyecto de investigación. La estructura del pavimento rígido con ladrillo reciclado está compuesta por una subbase de 15cm de espesor y una losa de concreto con ladrillo reciclado de 17 cm de espesor con un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Figura 8

Dimensiones del pavimento incorporando ladrillo reciclado



Fuente: elaboración propia

V. DISCUSSION

En este capítulo del proyecto de investigación se establece las diferencias o semejanzas en las cuales se pueden percibir con los antecedentes descritos en los capítulos anteriores. Para permitiendo así conocer los diferentes puntos de vistas en la que se presenta el estudio de suelos para hallar el CBR al 95 % como también la identificación de suelo o sus rangos y los cálculos del ESALs, así como también conocer el análisis de los datos recopilados por el Mathcad-15™ con los datos ya existentes, la metodología que se implica utilizar un software para hallar un dato en un rango determinado con una base de datos amplio.

El resultado obtenido en el ensayo de suelos obtenidas de las calicatas es de 10.9% del CBR al 95% siendo este el más crítico, para los cuales la clasificación según AASHTO dio como características a una A-1 Y A-4 grava limosa y limo orgánico de baja plasticidad obteniendo la categoría de S1 en una subrasante buena, los cuales tuvieron similitud con Arévalo (2018) quien encontraron que su CBR al 95 % una cantidad de 14.4 % obteniendo la categoría de S1 en una subrasante buena siendo estas no muy diferentes en su capacidad portante con el trabajo de estudio, haciendo alusión a la importancia de la clasificación de los tipos de suelos ya que de esto depende la resistencia de la subrasante. El estudio de suelos del presente trabajo tubo mayor semejanza con Escobar & Huincho (2017) que obtuvieron un 10.3% del CBR también obtenido al 95 % clasificándose así en S1 una subrasante buena. en consecuencia, el producto obtenidos por del estudio y clasificación de suelos por Sinti (2017) fueron diferentes a los estudios descritos con anterioridad, ya que este último presenta un tipo de suelo de baja trabajabilidad con un CBR de 8.4 % clasificándose así en S2 una subrasante regular, así como también los estudios realizados por Ayasta y Arakaki (2018) en el cual se obtuvo los resultado del CBR al 95% una cantidad de 7% clasificándose así en un S2 caracterizada en una subrasante regular, es importante hallar el valor del CBR respetando todos los parámetros estipulados en la investigación de los suelos según norma y los cuidados que estos deben tener al ser obtenidas de las calicatas. Para luego ser derivada a sus diferentes estudios, la clasificación de suelos y encontrando así los datos que se necesitan para poder generar un buen diseño de pavimento rígido que cumpla al largo de su vida el grado de servicio a la cual se está proyectada.

Los resultados en el estudio de tráfico para calcular ESALs fue de 2.0×10^6 proyectados a unos 20 años en las que este cumplirá el nivel de servicio establecido y calculado por el ASSTHO 93, los que fueron Diferentes a los estudios de tráfico realizados por de Ayasta y Arakaki (2018) que contaron con ESALs de 4.1×10^7 proyectados a unos 20 años notándose así de que esta vía contiene mucho mayor volumen de estudio, así como también son diferentes a los estudios realizados por Hanco (2016) que presento una cantidad de 3'461,289.24 referenciados a uno 30 años en las que se presentan un estudio de tráfico con un volumen más grande que del trabajo de estudio y a su vez estudios realizados por Arévalo (2018) quien calculo una cantidad de 427954.5044 en el estudio de tráfico también siendo esta última diferente por casi 2 millones más al estudio de realizado en la avenida quinta avenida contando con un volumen de tráfico de estudio mucho más alto y por ende otro tipo de diseño . Los resultados de este estudio permitieron hallar el número de repeticiones esperadas acumuladas y así poder ser proyectadas a un tiempo de vida, sin embargo los resultados obtenidos por, Vega (2018) no tuvieron similitud ni parecido con ninguno de los autores ya mencionados ya que estos llegaron a obtener un estudio de tráfico mucho mayor de 12856298 proyectados a unos 20 años siendo este último casi el triple del ESALs calculado en el trabajo de investigación, enmarcando la importancia del cálculo del ESALs ya que proporciona la estadística del volumen del tránsito vehicular así como también el cálculo obtenido de esta misma permite hallar su clasificación según el rango para calcular datos para la metodología AASTHO como es el de los índice de serviciabilidad, la confiabilidad estas ya mencionadas según el rango.

En cuanto a los resultados de la resistencia a la compresión obtenidos de la búsqueda de datos y procesados en el Mathcad-15™ con una base patrón de 280 Kg/cm² se obtuvo que los 28 días de curado con un remplazo del 20 % de ladrillo reciclado dio 312.841 kg/cm² siendo este el valor más alto alcanzado a diferencia de Hu, Liqun, & Wang(2015) que a los 28 días de curado con un reemplazo de 25% dio una resistencia de 246 Kg/cm² y Gallón, López, & García (2018) con un reemplazo del 20% a los 28 días dieron una capacidad de 161 Kg/cm² siendo está más bajas que el resultado obtenido del proyecto de investigación, por otra parte Cachim (2009) con un 10% de reemplazo de ladrillo reciclado a los 28 días dio una resistencia de 321,21 Kg/cm² y Perez (2012) con un reemplazo del 20 % a los 28

días de rotura dio un resistencia a la compresión de 335 Kg/cm² siendo estas resultados más altos que los obtenidos en el trabajo de investigación, haciendo énfasis por esto que es importante trabajar cuidadosamente en los laboratorios para obtener resultados confiables, ya que de ello dependen las resistencias del diseño para el pavimento. En cuanto a la resistencia a la flexión se obtuvieron datos con un remplazo del 20 % de ladrillo reciclado a los 28 días de rotura de vigas una resistencia de 42.401 kg/cm² a diferencia de Mohammed, Aziz, Rubayet, & Zia (2016) que con un reemplazo del 0.25 % de ladrillo reciclado a los 28 días se obtuvo una resistencia máxima de 26,51 kg/cm² siendo esta casi la mitad al resultado del proyecto de investigación y por otra parte Cayotopa (2019) obtuvo una resistencia a la flexión máxima de 47Kg/cm² a los 28 días de rotura de vigas ; con este último resultado podemos indicar que la búsqueda de información para fijar la resistencia a la flexión fue consistente. Este resultado se emplea en el método de ASSHTO para obtener el diseño final del pavimento, de allí la importancia de obtener datos que tengan consistencia.

En cuanto el uso de del mathcad-15™ empleado en este trabajo se necesitaron revistas indexadas las cuales tiene un grado de confiabilidad a diferencia de otros trabajos que no cuentan con ello, en este proceso de recopilación de datos se utilizaron 36 autos con resultados diferentes emplea don un parámetro de las mismas y así poder ser ejecutadas para poder obtener los resultados consistente tanto de resistencia a compresión y flexión que se buscan para el diseño de 'pavimento con ladrillo reciclado, a diferencia de Mogollón (2018) quien desarrollo su evaluación de resistencias de su concreto modificado con ladrillo triturados en un laboratorio y obteniendo así sus resultados de resistencia s de compresión y flexión con mayor precisión ya que contaron con certificados de calibración, así como también, Moreto (2018) quien para calcular sus resultados de las resistencias ya mencionadas del concreto modificado con ladrillos de arcilla pasados de cocción utilizaron laboratorios calibrados. Con esto se puede decir que para poder obtener valores precisos se necesitan de laboratorios calibrados, así como también al momento de emplear el análisis factorial se deben contar con una amplia gama de cantidades que estén bajo un rango al momento de ser empleados por mathcad-15™ u otro software.

El resultado del diseño de pavimento rígido con ladrillo reciclado dio como estructura a los espesores en el cual la sub base tiene 15cm y la carpeta de rodadura 17 cm a comparación de Vela & Zegarra (2018) cuyo diseño cuenta con un espesor de la sub base de 15 cm y un losa de concreto de 20 cm contando con este autor que tiene el mismo en cuanto a la sub base pero se diferencian en los espesores de la losa de concreto ,determinando así que los espesores son diferentes para cada diseño dependiendo de diferentes estudios o para los cuales va estar proyectada dicha vía, en otra instancia Ayasta y Arakaki (2018) que obtuvieron como resultados los espesores de su diseño de pavimento rígido a la sub base de 15cm y una carpeta de rodadura de 30 cm contando esta un parecido en la sub base con el trabajo de investigación pero diferente en cuanto el espesor de la losa también cumpliendo otros parámetros para los cuales la vía está siendo proyectada, así como Arévalo (2018) quien tiene como parámetros los espesores de diseño en las sub base de 20 cm y en la carpeta de rodadura de 20 cm , concluyendo así de que nos todos los diseño o las estructuras de los pavimentos será igual ya que cada diseño está siendo considerado con diferentes estudios y parámetros.

VI.CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado se presenta de acuerdo con los objetivos estipulados en todo el proceso de investigación.

1. De acuerdo a la investigación del estudio de suelos, se demostró que es importante para determinar el diseño de Pavimento rígido, ya que al elaborar los ensayos nos brindara la información de california bearing ratio (CBR) del que se obtuvo el 10.9% a una compactación del 95%, permitiendo hallar el módulo reacción de sub rasante (k) y así como también las características de su suelo clasificándose según SUCS Y AASHTO es respectivamente GM A-1 y ML A-4 presentando un suelo grava limosa y limo de baja plasticidad.
2. Del estudio de tráfico se obtuvo el número de ejes equivalentes (ESAL) el cual es de 2.0×10^6 para poder desarrollar la metodología AASHTO. Es importante recalcar que el dato del ESAL representa el número de repeticiones que se acumuladas para el periodo de diseño, el pavimento se clasifica según el ministerio de trasportes y comunicaciones en un tp6.
3. Con respecto a la resistencia de concreto información recopilada de artículos y tesis se propuso un diseño de mezcla basada en una resistencia de 280kg/cm^2 por ello podemos decir lo siguiente: en cuanto a resistencia a la comprensión la información fue procesada en Mathcad-15™ dando como resultado con un reemplazo del 20% de reemplazo de ladrillo reciclado a los 28 días de curado da una resistencia de 312.841 kg/cm^2 siendo esta la resistencia más alta , En cuanto a la resistencia la flexión con un remplazo del 20% de ladrillo reciclado a los 28 días de curado dio como resultado 42.401 kg/cm^2 sienta esta la más alta, de lo cual podemos concluir que la resistencia aumenta con respecto a la resistencia base siendo estas aptas para el diseño de pavimento.
4. el diseño incorporando ladrillo reciclado en el concreto en la av. Quinta avenida es basada en una resistencia a la comprensión de 280kg/cm^2 ; generando una vía de tránsito pesado, la estructura del pavimento está compuesto por la losa de concreto o carpeta de rodadura de un espesor de

17 cm, una subbase de 15 cm, cuales materiales tienen que cumplir con los estándares estipulados por la norma técnica peruana establecida por el ministerio de transportes y comunicaciones.

VII.RECOMENDACIONES

1. en cuanto al estudio de suelo se recomienda hacer una investigación con mucho cuidado para poder hallar el CBR ya que este dato proporcionara la disminución o aumento de la capa de rodadura o losa de concreto.
2. para determinar con mayor precisión el ESALs se debe considerar de forma independiente la carga de vehículos ligeros.
3. en este proyecto de investigación se tomaron 3 criterios de agregados con 10%, 20%, y 30 % se recomienda utilizar porcentajes en 40% y 50 % para ver el comportamiento de la resistencia con reemplazo de agregado fino de ladrillo reciclado.
4. para poder determinar un rango establecido en el mathcad-15™ se deben establecer parámetros basados en autores que tengan un amuestra base patrón igual.
5. se recomienda utilizar una gran cantidad de muestras para poder trabajar mathcad-15™y así tener mayor precisión y menos errores.
6. Se recomienda la reutilización de otros materiales que han sido desechados como el plástico, escoria de acero que puedan ser incorporados al concreto para que pueda mejorar su la resistencia.

REFERENCIAS

Trabajos citados(s.f.).

Pérez Rojas, Á. V. (2012). Use of Crushed Recycled Brick Coarse as Aggregate in the Use of Crushed Recycled Brick Coarse as Aggregate in the Elaboration of Concrete Elaboration of Concrete. *Ingenium*, 116-125.

Aguilar López, L., López Huerta, K., & Jacobo Bustamante, M. (2015). Carreteras.

Allente Ponce, S. p., & Arriaga Gonzales, P. (2013). *Polietileno de alta y baja densidad*. Chile.

Apebo, N. S., Iorwua, M. B., & Agunwamba, J. C. (2016). Comparative analysis of the compressive strength of concrete with gravel and crushed over burnt bricks as coarse aggregates. *Nigerian Journal of Technology*, 32(1), 7-12.

Bektas, F., Wang, K., & Ceylan, H. (2017). Effects of crushed clay brick aggregate on mortar durability. *Construction and Building Materials*, 23(2009), 1909–1914.

Borja silvestre, J. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.

Cachim, P. B. (2007). Propiedades mecánicas del hormigón agregado de ladrillo. *Construcción y materiales de construcción*, 23(2009), 1292-1297.

Cachim, P. B. (2009). Mechanical properties of brick aggregate concrete. *Construction and*, 23(3), 1292-1297.

Carrillo Moreno, Y. O., & Lopez Manrique, C. A. (2016). Diseño de concreto estructural ligero adicionando desperdicios de las ladrilleras del distrito de Santa-2016. Nuevo Chimbote, Peru.

MTC (2013). Manual de carreteras. *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento*. Peru.

Debieb, F. A., & Kenai, S. B. (2017). The use of coarse and fine crushed bricks as aggregate in concrete. *Construction and Building Materials*, 22(2008), 886–893.

Del Castillo, H. (2005). *La Ingeniería de los Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles, Aeropistas*. Mexico: Limusa.

Fernando Silva, Y., Gordillo B, M., & Delvasto B, S. (2019). Valorization and optimization of residue of masonry for the production of self-compacting concrete. *DYNA*, 86(208), 307-315.

Herber Abdiel, R. M. (mayo de 2018). Uso de ladrillo de arcilla con exceso de cocción como agregado grueso en concretos hidráulicos. Piura, Peru.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico.

- Hu, L., Hao, J., & Wang, L. (2015). Laboratory evaluation of cement treated aggregate containing crushed clay brick. *Journal of Traffic and Transportation Engineering(English Edition)*, 1(5), 371-382.
- INDECOPI. (2001). NTP 400.012 . *AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado*. peru.
- Kalak, F. S. (2009). Use of crushed bricks as coarse aggregate in concrete. *Tikrit Journal of*, 16(3), 64-69.
- Ksenija, a., Dragan, B., Dragan, N., Ljiljana, L., & Zoran , R. (2015). FROST RESISTANCE OF CONCRETE WITH CRUSHED BRICK AS AGGREGATE . *Architecture and Civil Engineering* , 8(2), 155 - 162 .
- Lopez Enriquez, W. E. (abril de 2016). *Diseño de concreto refractario utilizando residuos de ladrilleras de barro cocido*. Guatemala.
- Masias Mogollon, K. A. (abril de 2018). Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. Piura, peru.
- Menéndez Acurio , R. (2016). *Ingeniería de pavimentos*. Lima: ICG.
- Miao, Y., Yu , W., Hou, Y., Liu, C., & Wang, L. (2018). Influences of Clay Brick Particles on the Performance of Cement Stabilized Recycled Aggregate as Pavement Base. *Sustainability*, 20(3505), 107-120.
- Moreno Anselmi, L. A., Ospina Garcia, M. A., & Rodriguez Polo, K. A. (2019). Propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados reciclados extraídos de escombros de mampuestos de arcilla cocida. *Espacios*, 12.
- Muñoz Marcias, J. A., Vera Coox, F. M., Briones Ponce, A. N., Ruiz Parraga, W. E., & Guerrero Alcivar , M. S. (2019). Determinación de la resistencia a la compresión de bloques, utilizando para su construcción, unamezcla de cemento, arena y triturados de ladrillos artesanales. *Ariemat*, 19-25.
- Perez Rojas , A. (2016). Use of Crushed Recycled Brick Coarse as Aggregate in the Use of Crushed Recycled Brick Coarse as Aggregate in the Elaboration of Concrete. 10.
- Reyes Lizcano, F. A. (2012). *Diseño Racional de Pavimentos*. Bogota: Digiprint Editores EU.
- Reyes, C., & Sanchez. (2015). *Metodología y diseño de la investigación científica*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Rojas A, V. P. (2012). Uso de triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 13(26), 116-125.
- Ruiz Parraga, W. E., Chica Parraga, M. A., Vega Salazar, M. J., & Howland Albear, J. J. (2017). Reutilizando la arcilla de coco (ladrillo) como material de construcción. *Thomson Reuters*, 92-98.

SCT. (2004). *CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES*.

Tarek Uddin, M., Hasan Mahmood, A., Ibna Kamal, R., Yashin, S. M., & Ahmed Zihan, Z. U. (2016). Effects of maximum size of brick aggregate on properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 134(2017), 713–726.

Vega, I. (2015). Effect of fine ceramic recycled aggregate(RA) and mixed fine RA on hardened properties of concrete. *Magazine of concrete research*, 67(12), 645-655.

Vilca Silca, K. G. (2017). Influencia del porcentaje de ladrillo reciclado como agregado fino sobre asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión de un concreto elaborado con cemento tipo MS. Trujillo , Peru.

ANEXOS

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE S	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medidas
Independiente Diseño de Pavimento rígido con partículas de ladrillo	Carreteras Sección Suelos y Pavimentos MTC, (2013) señalo "Los Pavimentos son llamados "rígidos" debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye, cuando se habla de su construcción se refiere a la losa de concreto a pesar de que también se debe considerar la subrasante y en algunos casos una sub base".(p.261).	Calla (2015) señalo "El espesor de pavimento dependerá del estudio de suelo por lo que ésta debe cumplir con la resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, el diseño un pavimento rígido es esencialmente el ajuste de la carga de diseño como por rueda que se realiza en el estudio de tráfico"(p.23)	Estudio de Suelo	CBR	porcentaje
				coeficiente de drenaje	porcentaje
			Estudio de Tráfico vehicular	IMDa	Unidades
				ESALs	Unidad
			Sustitución de ladrillos reciclado	10%, 20% y 30%	Porcentaje
				Resistencia a la comprensión	kg/cm2
Resistencia ala flexión					
Dependiente Estructura de pavimento rígido	(Becerras Salas, 2012) indico "la estructura del pavimento rígido está conformado por la subrasante, la sub base y la losa del concreto "(p.33)	Ministerio de Economía (2015) indico "El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos, mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general, está conformada por capa de rodadura, subbase y subrasante (p.15).	componentes del Pavimento	Carpeta de Rodadura	cm
				Sub base	cm
				Subrasante	cm

conteo de vehículos

HORA	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	C. RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	251	253	351	353		
8:00 - 9:00	55	12	13	7	9	11	9	9	10	5	3	2	1	1	1	1	149
9:00 - 10:00	35	14	10	10	7	8	7	8	9	4	4	1	2	2	1	1	123
10:00 - 11:00	43	8	11	9	10	12	7	13	9	5	5	3	1	1	1	1	139
11:00 - 12:00	38	11	12	9	9	11	5	9	6	4	3	2	2	0	1	1	123
12:00 - 1:00	34	13	11	8	8	9	8	14	9	6	5	3	1	1	1	1	132
1:00 - 2:00	26	9	10	12	10	7	8	11	7	5	4	2	1	2	1	1	116
2:00 - 3:00	45	15	9	9	11	13	7	9	10	4	3	3	0	1	1	1	141
3:00 - 4:00	30	12	13	11	13	12	9	12	8	5	3	2	2	1	1	1	134
4:00 - 5:00	29	17	14	11	9	10	6	10	9	6	3	3	1	1	1	1	131
5:00 - 6:00	44	15	10	9	12	9	7	9	8	5	4	2	2	2	1	1	140
TOTAL	379	126	113	95	98	102	73	104	85	49	37	23	13	12	10	10	1328
IMD	54	18	16	14	14	15	10	15	12	7	5	3	2	2	1	1	190
z	28.54%	9.49%	8.51%	7.15%	7.38%	7.68%	5.50%	7.83%	6.40%	3.69%	2.79%	1.73%	0.98%	0.90%	0.75%	0.75%	100%

resultados del promedio de conteo de los 7 días

CONTEO VEHICULAR												
TIPO	VEHÍCULO		CONTEO							TOTAL	IMDs	%
	COD	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VEHICULO	VHL1_	IDA	33	38	30	24	23	29	15	192	55	50.66%
		VUE.	20	28	32	20	30	27	30	187		49.34%
STATION WAGON	VHL1_	IDA	9	7	9	11	7	10	12	65	18	51.59%
		VUE.	4	7	13	10	4	8	15	61		48.41%
PICK UP	VHL1_	IDA	3	8	10	11	8	8	9	57	17	50.44%
		VUE.	10	7	4	8	9	8	10	56		49.56%
PANEL	VHL1_	IDA	8	8	9	7	6	7	4	49	14	51.58%
		VUE.	7	6	8	7	9	8	1	46		48.42%
CAMIONETA RURAL	VHL1_	IDA	9	7	5	8	12	4	5	50	14	51.02%
		VUE.	8	1	4	9	7	8	11	48		48.98%
MICROBUS	VHL2_	IDA	8	12	4	9	7	8	4	52	15	50.98%
		VUE.	1	9	4	7	8	12	9	50		49.02%
BUS 2E	B2_	IDA	4	3	6	2	4	9	8	36	11	49.32%
		VUE.	7	2	7	3	6	5	7	37		50.68%
BUS 3E	B3_	IDA	7	9	5	7	8	11	9	56	15	53.85%
		VUE.	9	5	4	8	9	6	7	48		46.15%
CAMIION DE 2E	_C2	IDA	8	7	4	4	2	6	9	40	13	47.06%
		VUE.	2	8	9	8	7	3	8	45		52.94%
CAMIION DE 3E	_C3	IDA	2	5	3	4	2	4	3	23	7	46.94%
		VUE.	3	5	4	2	3	3	6	26		53.06%
CAMIION DE 4E	_C4	IDA	2	3	1	4	5	3	2	20	6	54.05%
		VUE.	1	6	1	2	1	5	1	17		45.95%
SEMITRAILER 2S1	T2S1	IDA	2	2	3	3	2	1	2	15	4	65.22%
		VUE.		1	1	2	1	2	1	8		34.78%
SEMITRAILER 2S3	T2S3	IDA	1	1		1	1	1	2	7	2	53.85%
		VUE.	1	1	1	1	1	1		6		46.15%
SEMITRAILER 3S1	T3S1	IDA	1	1	1	1		1	1	6	2	50.00%
		VUE.	1	1		1	1	1	1	6		50.00%
SEMITRAILER 3S3	T3S3	IDA		1	1	1	1			4	2	40.00%
		VUE.	1	1	1	1	1	1		6		60.00%
TRAILER 2T2	_C2R2	IDA	1			1	1		1	4	2	44.44%
		VUE.		1	1	1	1		1	5		55.56%

Panel fotografico del conteo vehicular



Estudio de suelos



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: BRYSON HILLS PERU S.A.

DIRECCION : Av. Tomas Marsano Nro. 2813 (Piso 8)- Surco

FECHA DE ENSAYO: 25 de octubre 2018

PROYECTO : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA
PROLONGACIÓN AV. QUINTA AVENIDA, CENTRO POBLADO MENOR
HUACHIPA, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA LIMA - LIMA

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (ASTM D 422, MTC E 107)

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION : Calicata ubicada en KM 0-040 LADO IZQUIERDO

MUESTRA : C-1, M-1

Via : Av. Quinta

PRESENTACION : Bolsa de Polietileno

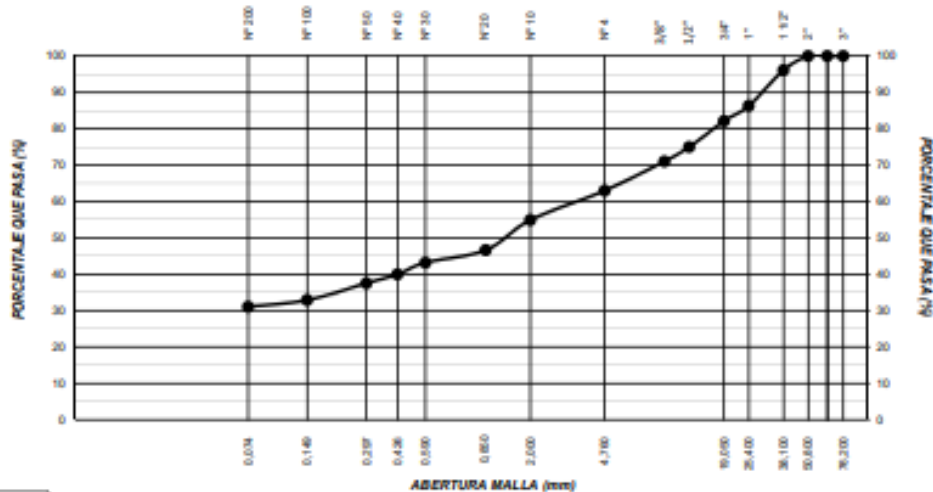
CANTIDAD : 60 kg aprox.

PROFUNDIDAD : 1.70 m

ANALISIS GRANULOMETRICO					
MALLAS		PESO	PESO	RETENIDO	PASANTE
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	392.3	3.9	3.9	96.1
1"	25.400	994.0	9.8	13.7	86.3
3/4"	19.050	419.6	4.2	17.9	82.1
1/2"	12.700	725.0	7.2	25.0	75.0
3/8"	9.525	398.4	3.9	29.0	71.0
N° 4	4.750	810.0	8.0	37.0	63.0
N° 10	2.000	71.4	0.7	45.1	54.9
N° 20	0.850	72.7	0.7	53.4	46.6
N° 30	0.600	30.4	0.3	56.8	43.2
N° 40	0.425	28.4	0.3	60.0	40.0
N° 50	0.297	21.3	0.2	62.5	37.5
N° 100	0.149	41.0	0.4	67.1	32.9
N° 200	0.075	16.0	0.1	68.9	31.1
FONDO	-0.075	273.4	2.7	100.0	0.0

CARACTERISTICAS GENERALES		
Norma ASTM D 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)		
Grava (%) :		37.0
Arena (%) :		32.0
Fino (%) :		31.1
Norma ASTM D 4318 (Límites de Consistencia)		
Límite líquido (LL) (%) :		24.1
Límite plástico (LP) (%) :		NP
Índice de Plasticidad (IP) (%) :		NP
Norma ASTM D 2216:		
Contenido de Humedad (%) :		6.6
Norma ASTM D 2487 (Clasificación SUCS) :		
		GM
Norma ASTM D 3282 (Clasificación Astho) :		
		A-2-4 (0)
OBSERVACIONES:		
-Muestra identificada por el solicitante		

CURVA GRANULOMÉTRICA



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: BRYSON HILLS PERU S.A.
DIRECCION : Av. Tomas Marsano Nro. 2813 (Piso 8)- Surco **FECHA DE ENSAYO:** 25 de octubre 2018
PROYECTO : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA
 PROLONGACIÓN AV. QUINTA AVENIDA, CENTRO POBLADO MENOR
 HUACHIPA, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA LIMA - LIMA

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (ASTM D 422, MTC E 107)

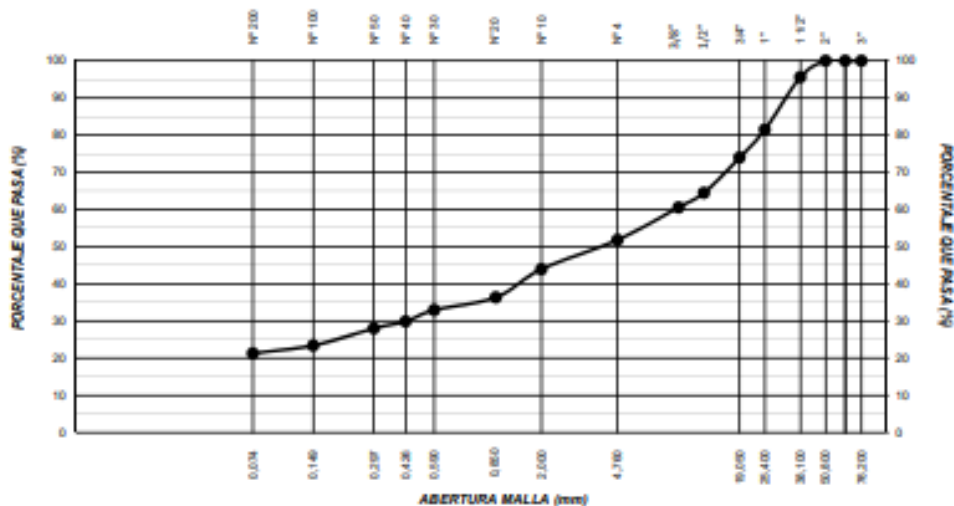
DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION : Calicata ubicada en KM 0+500 LADO DERECHO **PRESENTACION :** Bolsa de Polietileno
MUESTRA : C-3, M-1 **CANTIDAD :** 60 kg aprox.
Via Av. Quinta **PROFUNDIDAD :** 0.00 - 2.00 m

ANALISIS GRANULOMETRICO					
MALLAS		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	478.8	4.4	4.4	95.6
1"	25.400	1549.1	14.2	18.6	81.5
3/4"	19.050	819.9	7.5	26.1	74.0
1/2"	12.700	1039.6	9.5	35.6	64.4
3/8"	9.525	422.0	3.9	39.4	60.6
N° 4	4.750	958.7	8.8	48.2	51.8
N° 10	2.000	90.9	7.9	56.1	44.0
N° 20	1.190	87.9	7.6	63.7	36.4
N° 30	0.590	39.4	3.4	67.1	32.9
N° 40	0.426	35.1	3.0	70.1	29.9
N° 50	0.297	22.0	1.9	72.0	28.0
N° 100	0.149	53.1	4.6	76.6	23.4
N° 200	0.075	24.4	2.1	78.7	21.3
FONDO	-0.075	246.3	21.3	100.0	0.0

CARACTERISTICAS GENERALES	
Norma ASTM D 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	48.2
Arena (%) :	30.5
Fino (%) :	21.3
Norma ASTM D 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	19.9
Límite plástico (LP) (%) :	NP
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP
Norma ASTM D 2216:	
Contenido de Humedad (%) :	8.1
Norma ASTM D 2487 (Clasificación SUCS) :	
	GM
Norma ASTM D 3282 (Clasificación Aastho) :	
	A-1-b (0)
OBSERVACIONES:	
-Muestra identificada por el solicitante	
-Calicata realizada por el solicitante	

CURVA GRANULOMÉTRICA



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: BRYSON HILLS PERU S.A.
 DIRECCION : Av. Tomas Marsano Nro. 2813 (Piso 8)- Surco
 PROYECTO : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA
 PROLONGACIÓN AV. QUINTA AVENIDA, CENTRO POBLADO MENOR
 HUACHIPA, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA LIMA - LIMA

FECHA DE ENSAYO: 25 de octubre 2018

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (ASTM D 422, MTC E 107)

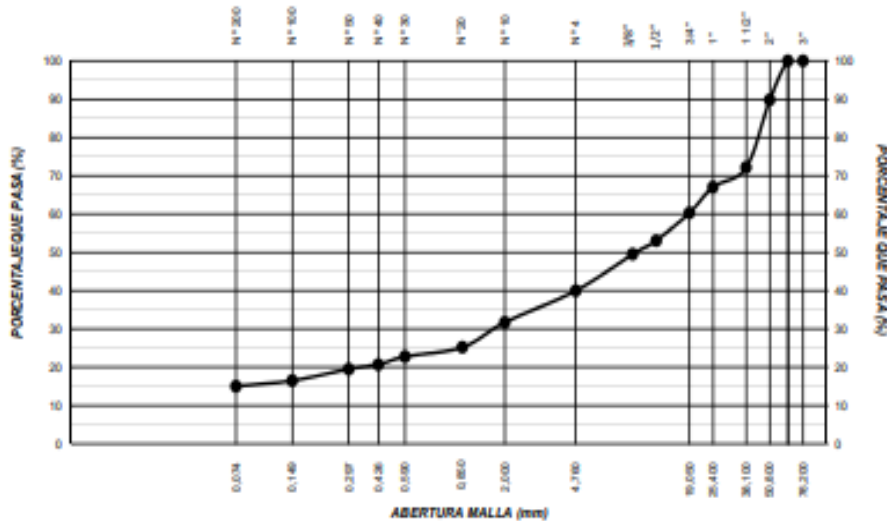
DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION : Calicata ubicada en KM 1-000 LADO IZQUIERDO
 MUESTRA : C-5, M-1
 Via : Av. Quinta

PRESENTACION : Bolsa de Polietileno
 CANTIDAD : 60 kg aprox.
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.00 m

ANALISIS GRANULOMETRICO						CARACTERISTICAS GENERALES	
MALLAS		PESO	PESO	RETENIDO	PASANTE		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	(%)		
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	Norma ASTM D 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	Grava (%) : 60.0	
2"	50.800	1110.8	10.2	10.2	89.8	Arena (%) : 24.9	
1 1/2"	38.100	1934.0	17.7	27.9	72.1	Fino (%) : 15.0	
1"	25.400	561.5	5.1	33.0	67.0	Norma ASTM D 4318 (Límites de Consistencia)	
3/4"	19.050	733.9	6.7	39.7	60.3	Límite líquido (LL) (%) : 20.0	
1/2"	12.700	789.6	7.2	46.9	53.1	Límite Plástico (LP) (%) : NP	
3/8"	9.525	391.6	3.6	50.5	49.5	Índice de Plasticidad (IP) (%) : NP	
N° 4	4.750	1042.9	9.5	60.0	40.0	Norma ASTM D 2216:	
N° 10	2.000	123.8	8.3	68.3	31.7	Contenido de Humedad (%) : 7.4	
N° 20	1.190	97.6	6.5	74.8	25.2	Norma ASTM D 2487 (Clasificación SUCS) : GM	
N° 30	0.590	36.8	2.5	77.3	22.7	Norma ASTM D 3282 (Clasificación Aastho) : A-1-a (0)	
N° 40	0.426	31.0	2.1	79.3	20.7	OBSERVACIONES:	
N° 50	0.297	17.8	1.2	80.5	19.5	-Muestra identificada por el solicitante	
N° 100	0.149	45.3	3.0	83.5	16.5	-Calicata realizada por el solicitante	
N° 200	0.075	21.6	1.4	85.0	15.0		
FONDO	-0.075	225.0	15.0	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: BRYSON HILLS PERU S.A.
 DIRECCION : Av. Tomas Marsano No. 2813 (Piso 8)- Surco
 FECHA DE ENSAYO: 25 de octubre 2018
 PROYECTO : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA
 PROLONGACIÓN AV. QUINTA AVENIDA, CENTRO POBLADO MENOR
 HUACHIPA, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA LIMA - LIMA

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (ASTM D 422, MTC E 107)

DATOS DE LA MUESTRA

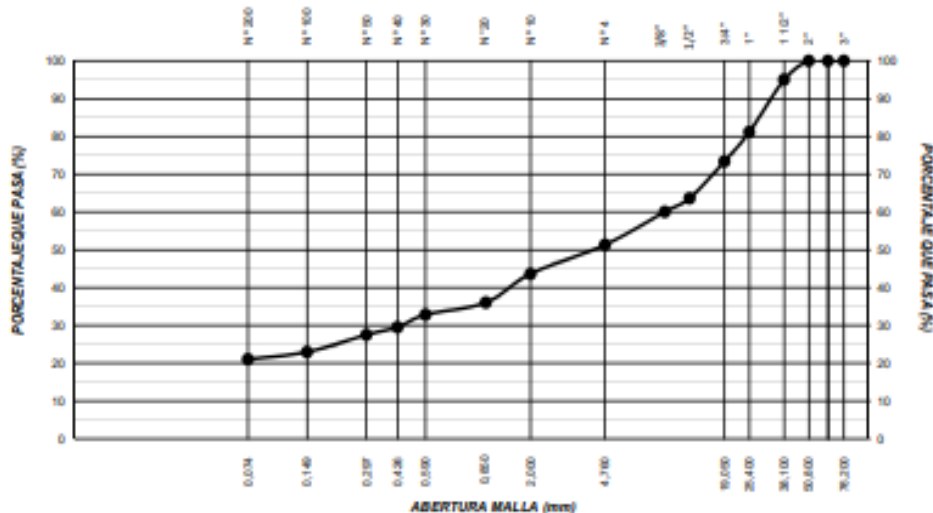
DESCRIPCION : Calicata ubicada en KM 1+250 LADO IZQUIERDO
 MUESTRA : C-6, M-1
 Via : Av. Quinta

PRESENTACION : Bolsa de Polietileno
 CANTIDAD : 60 kg aprox.
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.30 m

ANALISIS GRANULOMETRICO					
MALLAS		PESO	PESO	RETENIDO	PASANTE
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	547.7	5.0	5.0	95.0
1"	25.400	1513.0	13.8	18.9	81.2
3/4"	19.050	847.2	7.8	26.6	73.4
1/2"	12.700	1065.9	9.8	36.4	63.7
3/8"	9.525	393.6	3.6	40.0	60.1
N° 4	4.750	954.4	8.7	48.7	51.3
N° 10	2.000	89.6	7.7	56.4	43.6
N° 20	1.190	88.6	7.6	64.0	36.1
N° 30	0.590	37.9	3.2	67.2	32.8
N° 40	0.426	38.5	3.3	70.5	29.5
N° 50	0.297	23.4	2.0	72.5	27.5
N° 100	0.149	53.2	4.6	77.1	22.9
N° 200	0.075	22.2	1.9	79.0	21.0
FONDO	-0.075	245.5	21.0	100.0	0.0

CARACTERISTICAS GENERALES	
Norma ASTM D 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	48.7
Arena (%) :	30.3
Fino (%) :	21.0
Norma ASTM D 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	18.7
Límite Plástico (LP) (%) :	NP
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP
Norma ASTM D 2216:	
Contenido de Humedad (%) :	7.3
Norma ASTM D 2487 (Clasificación SUCS) :	
	GM
Norma ASTM D 3282 (Clasificación Astho) :	
	A-1-b (0)
OBSERVACIONES:	
-Muestra identificada por el solicitante	
-Calicata realizada por el solicitante	

CURVA GRANULOMÉTRICA



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: BRYSON HILLS PERU S.A.
 DIRECCION : Av. Tomas Marsano Nro. 2813 (Piso 8)- Surco
 PROYECTO : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA
 PROLONGACIÓN AV. QUINTA AVENIDA, CENTRO POBLADO MENOR
 HUACHIPA, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA LIMA - LIMA

FECHA DE ENSAYO: 25 de octubre 2018

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (ASTM D 422, MTC E 107)

DATOS DE LA MUESTRA

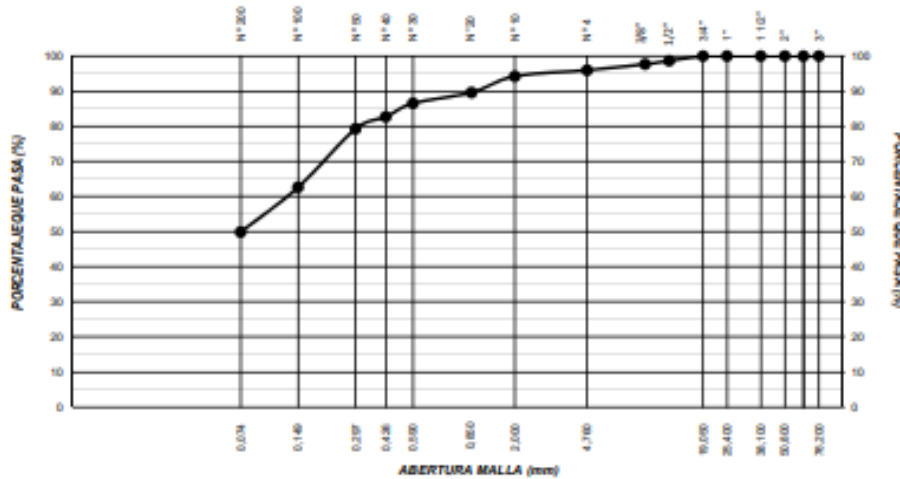
DESCRIPCION : Calicata ubicada en KM 1-250 LADO IZQUIERDO
 MUESTRA : C-6, M-2
 Via : Av. Quinta

PRESENTACION : Bolsa de Polietileno
 CANTIDAD : 60 kg aprox.
 PROFUNDIDA : 1.30 - 2.20 m

ANALISIS GRANULOMETRICO					
MALLAS		PESO	PESO	RETENIDO	PASANTE
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETENIDO (gr)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	140.1	1.3	1.3	98.7
3/8"	9.525	100.9	1.0	2.3	97.7
N° 4	4.750	182.5	1.7	4.0	96.0
N° 10	2.000	11.2	1.7	5.7	94.3
N° 20	1.190	29.9	4.6	10.3	89.7
N° 30	0.590	20.4	3.1	13.5	86.5
N° 40	0.426	25.0	3.9	17.3	82.7
N° 50	0.297	21.8	3.4	20.7	79.3
N° 100	0.149	108.3	16.7	37.4	62.6
N° 200	0.075	82.8	12.8	50.1	49.9
FONDO	-0.075	323.7	49.9	100.0	0.0

CARACTERISTICAS GENERALES	
Norma ASTM D 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	4.0
Arena (%) :	46.1
Fino (%) :	49.9
Norma ASTM D 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	22.9
Límite plástico (LP) (%) :	NP
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP
Norma ASTM D 2216:	
Contenido de Humedad (%) :	12.7
Norma ASTM D 2487 (Clasificación SUCS) :	
	ML
Norma ASTM D 3282 (Clasificación Aastho) :	
	A-4 (3)
OBSERVACIONES:	
-Muestra Identificada por el solicitante	
-Calicata realizada por el solicitante	

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (ASTM D 1883 / AASHTO T-190 / MTC E 132)



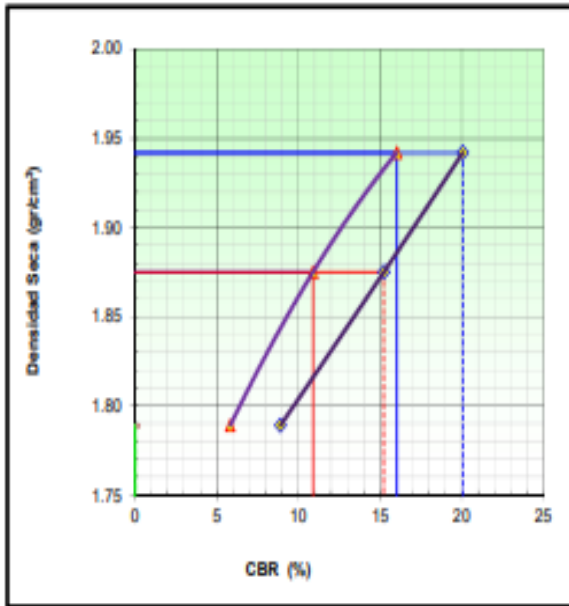
DATOS DEL PROYECTO

OBRAS: CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA PROLONGACIÓN AV. QUINTA AVENIDA, CENTRO POBLADO MENOR HUACHIPA, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA LIMA - LIMA

SOLICITANTE: BRYSON HILLS PERU S.A. UBICACIÓN: Lurigancho - Lima FECHA: 28/10/2018

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción: Calicata ubicada en KM 1+250 LADO IZQUIERDO Calicata: C - 6, M-2



METODO DE COMPACTACION : AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.945
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.875

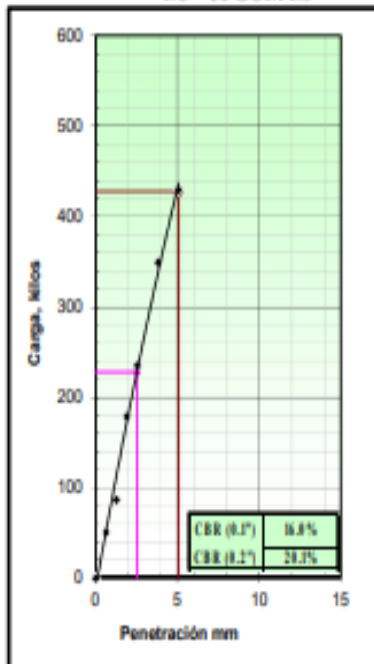
C.B.R. al 100% de M.D.S. (0.1°)	16.0	0.2°	20.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (0.1°)	10.9	0.2°	15.2

RESULTADOS:

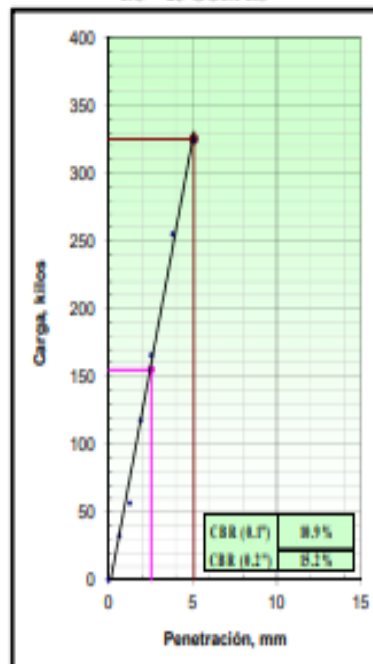
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = **16.0%**
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = **10.9%**

OBSERVACIONES:

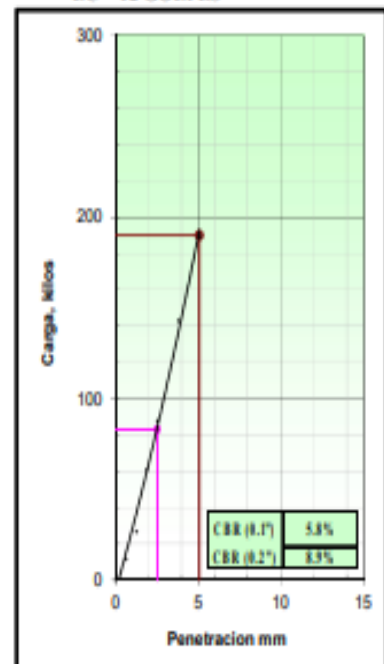
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Resultado mediante el mathcad-15™ respecto a la resistencia de comprensión

		DIAS DE CURADO								
		7			14			28		
PORCENTAJES DE LADRILLO RECICLADO	0.1	266.77	265.82	265.83	294.57	296.78	295.79	317.67	319.01	318.78
		264.94	265.77	1,063.30	293.46	298.34	1,183.15	319.69	318.76	1275.13
	0.2	268.85	265.80	264.79	279.79	278.88	279.82	321.22	323.19	321.71
		264.92	259.59	1,059.16	277.92	282.7	1119.29	322.16	320.25	1286.82
	0.3	266.19	262.17	263.14	287.2	287	286.08	313.49	314.9	315.27
		260.09	264.09	1052.54	286.1	284.01	1144.31	315.46	317.23	1261.08

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON REEMPLAZO DE GRADO FINO DE LADRILLO RECICLADO

$$P_c := (10 \ 20 \ 30 \ 10 \ 20 \ 30 \ 10 \ 20 \ 30)$$

$$D := (7 \ 7 \ 7 \ 14 \ 14 \ 14 \ 28 \ 28 \ 28)$$

$$C_o := (265.83 \ 264.90 \ 263.14 \ 295.79 \ 279.82 \ 286.08 \ 315.78 \ 318.71 \ 312.27)$$

$$x_1 := P_c^T \quad x_2 := D^T \quad y := C_o^T \quad n := 9 \quad i := 0..8$$

$$Y := \begin{bmatrix} \sum_i y_i \\ \sum_i (x_{1i} \cdot y_i) \\ \sum_i (x_{2i} \cdot y_i) \\ \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot y_i] \\ \sum_i [(x_{2i})^2 \cdot y_i] \\ \sum_i [(x_{1i}) \cdot (x_{2i}) \cdot (y_i)] \end{bmatrix}$$

$$X := \begin{bmatrix} \sum_i x_{1i} & \sum_i x_{2i} & \sum_i (x_{1i})^2 & \sum_i (x_{2i})^2 & \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) \\ \sum_i (x_{1i})^2 & \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i (x_{1i})^3 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] \\ \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i (x_{2i})^2 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i (x_{2i})^3 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] \\ \sum_i (x_{1i})^3 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i (x_{1i})^4 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^3 \cdot x_{2i}] \\ \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i (x_{2i})^3 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i (x_{2i})^4 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^3] \\ \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^3 \cdot x_{2i}] & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^3] & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] \end{bmatrix}$$

$$b := X^{-1} \cdot Y$$

$$b = \begin{pmatrix} 248.871 \\ -1.091 \\ 4.404 \\ 0.02 \\ -0.057 \\ 1.49 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

$$y_1(x_{11}, x_{22}) := 248.871 - 1.091 \cdot x_{11} + 4.404 \cdot x_{22} - 1.49 \times 10^{-3} \cdot x_{11} \cdot x_{22} + 0.02 \cdot x_{11}^2 - 0.057 \cdot x_{22}^2$$

$$\frac{d}{dx_{11}} y_1(x_{11}, x_{22}) \rightarrow 0.04 \cdot x_{11} + -0.00149 \cdot x_{22} - 1.091$$

$$\frac{d}{dx_{22}} y_1(x_{11}, x_{22}) \rightarrow -0.00149 \cdot x_{11} + -0.114 \cdot x_{22} + 4.404$$

$$x_{11} := 1 \quad x_{22} := 2$$

Giver

$$0.04x_{11} + -0.00149x_{22} = 1.09$$

$$-0.00149x_{11} + -0.114x_{22} = -4.40$$

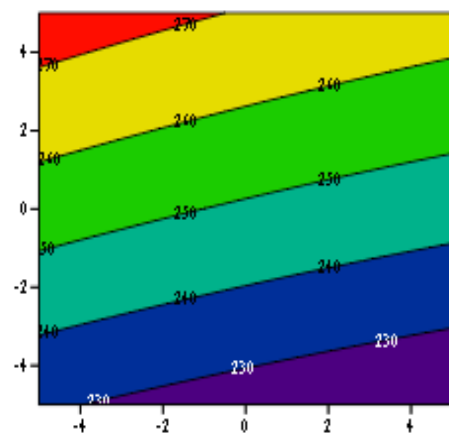
$$\begin{pmatrix} x_{11} \\ x_{22} \end{pmatrix} := \text{Find}(x_{11}, x_{22})$$

$$y_1(17, 64) = 282.867$$

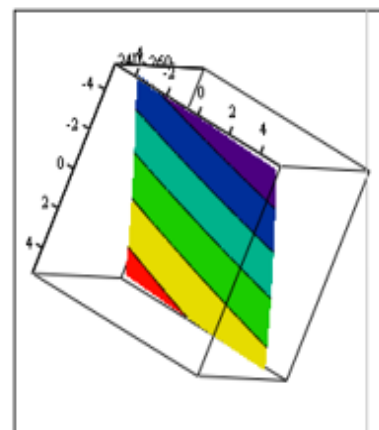
$$y_1(30, 28) = 311.513$$

$$\begin{pmatrix} x_{11} \\ x_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 28.7 \\ 38.256 \end{pmatrix}$$

$$y_1(20, 28) = 312.841$$



y1



y1

Análisis de varianza

$$DM2 := \begin{pmatrix} 1063.30 & 1183.15 & 1263.13 \\ 1059.16 & 1119.29 & 1274.82 \\ 1052.54 & 1144.31 & 1249.09 \end{pmatrix} \quad DM1 := \begin{pmatrix} 266.77 & 265.82 & 294.57 & 296.78 & 314.87 & 316.81 \\ 264.94 & 265.77 & 293.46 & 298.34 & 313.69 & 317.76 \\ 268.85 & 265.80 & 279.79 & 278.88 & 317.22 & 319.19 \\ 264.92 & 259.59 & 277.92 & 282.7 & 318.16 & 320.25 \\ 266.19 & 262.17 & 287.2 & 287 & 313.4 & 314.2 \\ 260.09 & 264.09 & 286.1 & 284.01 & 311.26 & 310.23 \end{pmatrix}$$

Sumas de fila

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{0,j} = 3.5095 \qquad \sum_{j=0}^2 DM2_{1,j} = 3.453 \times 10^3$$

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{2,j} = 3.446 \times 10^3$$

Suma de columnas

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{i,0} = 3.175 \times 10^3 \qquad \sum_{i=0}^2 DM2_{i,1} = 3.447 \times 10^3$$

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{i,2} = 3.787 \times 10^3$$

$$DM12 := \sum_{j=0}^5 \sum_{i=0}^5 (DM1_{i,j})^2 \qquad DM12 = 3.026 \times 10^6$$

$$DM11 := \sum_{j=0}^5 \sum_{i=0}^5 (DM1_{i,j}) \qquad DM11 = 1.041 \times 10^4$$

$$DM11 := \sum_{j=0}^5 \sum_{i=0}^5 (DM1_{i,j}) \qquad DM11 = 1.041 \times 10^4$$

$$SST := DM12 - \frac{DM11^2}{36} \qquad SST = 1.641 \times 10^4$$

Efectos de día de curado

$$SS_{\text{días}} := \frac{1}{3 \cdot 4} \left[(3.50958 \times 10^3)^2 + (3.453 \times 10^3)^2 + (3.446 \times 10^3)^2 \right] - \frac{(DM11)^2}{36} \quad SS_{\text{días}} = 81.141$$

Efectos de porcentaje de ladrillo reciclado

$$SS_{\text{ladrillo}} := \frac{1}{3 \cdot 4} \left[(3.175 \times 10^3)^2 + (3.447 \times 10^3)^2 + (3.787 \times 10^3)^2 \right] - \frac{DM11^2}{36} \quad SS_{\text{ladrillo}} = 1.579 \times 10^4$$

Efecto combinado de días y ladrillo

$$SS_{\text{sinterac}} := \frac{1}{4} \cdot (DM22) - \frac{DM11^2}{36} - SS_{\text{días}} - SS_{\text{ladrillo}} \quad SS_{\text{sinterac}} = 415.919$$

SSE = 125.748

Efecto combinado de días y ladrillo

$$SS_{\text{sinterac}} := \frac{1}{4} \cdot (DM22) - \frac{DM11^2}{36} - SS_{\text{días}} - SS_{\text{ladrillo}} \quad SS_{\text{sinterac}} = 415.919$$

SSE = 125.748

Cuadro anova

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de Cuadrados	F0
Días de curado	81.141	2	$\frac{81.141}{2} = 40.571$	$\frac{40.571}{4.657} = 8.712$
Ladrillo reciclado	1.579×10^4	2	$\frac{1.579 \times 10^4}{2} = 7.895 \times 10^3$	$\frac{7.895 \times 10^3}{4.657} = 1.695 \times 10^3$
Interaction	415.919	4	$\frac{415.919}{4} = 103.98$	$\frac{23.835}{4.657} = 5.118$
SSE	125.748	27	$\frac{125.748}{27} = 4.657$	

Resistencia a flexión del concreto con reemplazo de grado fino de ladrillo reciclado

$$P_c := (10 \ 20 \ 30 \ 10 \ 20 \ 30 \ 10 \ 20 \ 30)$$

$$D := (7 \ 7 \ 7 \ 14 \ 14 \ 14 \ 28 \ 28 \ 28)$$

$$C_o := (24.31 \ 24.89 \ 24.23 \ 31.67 \ 33.73 \ 31.02 \ 41.67 \ 42.32 \ 41.05)$$

$$x_1 := P_c^T \quad x_2 := D^T \quad y := C_o^T \quad n := 9 \quad i := 0..8$$

$$\begin{matrix}
 n & \sum_i x_{1i} & \sum_i x_{2i} & \sum_i (x_{1i})^2 & \sum_i (x_{2i})^2 & \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) \\
 \sum_i x_{1i} & \sum_i (x_{1i})^2 & \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i (x_{1i})^3 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] \\
 \sum_i x_{2i} & \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i (x_{2i})^2 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i (x_{2i})^3 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] \\
 \sum_i (x_{1i})^2 & \sum_i (x_{1i})^3 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i (x_{1i})^4 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^3 \cdot x_{2i}] \\
 \sum_i (x_{2i})^2 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i (x_{2i})^3 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i (x_{2i})^4 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^3] \\
 \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^3 \cdot x_{2i}] & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^3] & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2]
 \end{matrix}
 \quad Y := \begin{matrix}
 \sum_i y_i \\
 \sum_i (x_{1i} \cdot y_i) \\
 \sum_i (x_{2i} \cdot y_i) \\
 \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot y_i] \\
 \sum_i [(x_{2i})^2 \cdot y_i] \\
 \sum_i [(x_{1i}) \cdot (x_{2i}) \cdot y_i]
 \end{matrix}$$

$$b = \begin{pmatrix}
 10.574 \\
 0.524 \\
 1.53 \\
 -0.013 \\
 -0.02 \\
 -1.087 \times 10^{-3}
 \end{pmatrix}$$

$$b := X^{-1} \cdot Y$$

$$y_1(x_{11}, x_{22}) := 10.57 + 0.524 \cdot x_{11} + 1.53 \cdot x_{22} - 1.087 \times 10^{-3} \cdot x_{11} \cdot x_{22} - 0.013 \cdot x_{11}^2 - 0.02 \cdot x_{22}^2$$

$$\frac{d}{dx_{11}} y_1(x_{11}, x_{22}) \rightarrow -0.026 \cdot x_{11} + -0.001087 \cdot x_{22} + 0.524$$

$$\frac{d}{dx_{22}} y_1(x_{11}, x_{22}) \rightarrow -0.001087 \cdot x_{11} + -0.04 \cdot x_{22} + 1.53$$

$$x_{11} := 1 \quad x_{22} := 2$$

Given

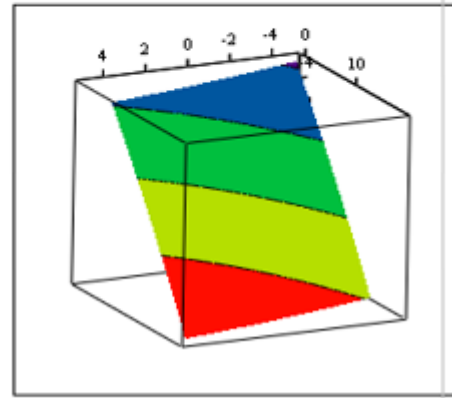
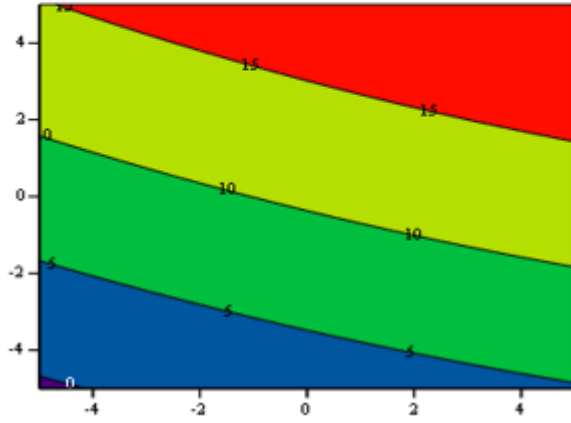
$$-0.026 \cdot x_{11} + -0.001087$$

$$-0.001087 \cdot x_{11} + -0.04 \cdot x_{22} = -1.53$$

$$\begin{pmatrix} x_{11} \\ x_{22} \end{pmatrix} := \text{Find}(x_{11}, x_{22}) \begin{pmatrix} x_{11} \\ x_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18.576 \\ 37.745 \end{pmatrix}$$

$$y_1(17, 64) = 30.538$$

$$y_1(30, 28) = 40.837 \quad y_1(20, 28) = 42.401$$



Analisi de varianza

$$DM1 := \begin{pmatrix} 24.98 & 24.67 & 31.56 & 32 & 40.87 & 41.78 \\ 23.56 & 24.01 & 31.45 & 31.67 & 42.34 & 41.67 \\ 24.88 & 24.93 & 33.66 & 33.02 & 42.12 & 42.32 \\ 24.77 & 24.99 & 33.87 & 34.37 & 41.95 & 42.87 \\ 24.67 & 24.33 & 31.32 & 31.12 & 40.56 & 41.32 \\ 23.45 & 24.45 & 30.87 & 30.76 & 40.86 & 41.44 \end{pmatrix}$$

$$DM2 := \begin{pmatrix} 97.22 & 126.68 & 166.66 \\ 99.57 & 134.92 & 169.26 \\ 96.90 & 124.07 & 164.18 \end{pmatrix}$$

Suma de Filas

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{0,j} = 390.56$$

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{1,j} = 403.75$$

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{2,j} = 385.15$$

Suma de columnas

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{i,0} = 293.69$$

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{i,1} = 385.67$$

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{i,2} = 500.1$$

$$DM12 := \sum_{j=0}^5 \sum_{i=0}^5 (DM1_{i,j})^2$$

$$DM12 = 4.045 \times 10^4$$

$$DM11 := \sum_{j=0}^5 \sum_{i=0}^5 (DM1_{i,j})$$

$$DM11 = 1.179 \times 10^3$$

$$DM22 := \sum_{j=0}^2 \sum_{i=0}^2 (DM2_{i,j})^2$$

$$DM22 = 1.618 \times 10^5$$

$$SST := DM12 - \frac{DM11^2}{36}$$

$$SST = 1.808 \times 10^3$$

Efecto de días de curado

$$SS_{\text{días}} := \frac{1}{3.4} \cdot [(390.56)^2 + (403.75)^2 + (385.15)^2] - \frac{(DM11)^2}{36}$$

$$SS_{\text{interac}} = 5.07$$

$$SSE := SST - SS_{\text{días}} - SS_{\text{ladrillo}} - SS_{\text{interac}}$$

$$SSE = 5.496$$

Efecto combinado de días y ladrillo reciclado

$$SS_{\text{interac}} := \frac{1}{4} \cdot (DM22) - \frac{DM11^2}{36} - SS_{\text{días}} - SS_{\text{ladrillo}}$$

$$SS_{\text{interac}} = 5.07$$

$$SSE = 5.496$$

$$SSE := SST - SS_{\text{días}} - SS_{\text{ladrillo}} - SS_{\text{interac}}$$

Cuadro anova

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de Cuadrados	F0
Días de curado	15.256	2	$\frac{15.256}{2} = 7.628$	$\frac{7.628}{0.204} = 37.392$
Ladrillo reciclado	1.782×10^3	2	$\frac{1.782 \times 10^3}{2} = 891$	$\frac{891}{0.204} = 4.368 \times 10^3$
Interaction	5.07	4	$\frac{5.07}{4} = 1.268$	$\frac{1.268}{0.204} = 6.216$
SSE	5.496	27	$\frac{5.496}{27} = 0.204$	
SST	1.808×10^3	35		

$F < qF$ Acepto nula

$F > qF$ Aceptó alterna

qF

F

$$qF(0.05, 2, 27) = 0.051$$

$$37.392$$

Ladrillo reciclado es significativo

$$qF(0.05, 2, 27) = 0.051$$

$$4.368 \times 10^3$$

Días de curado es significativa

$$qF(0.05, 4, 27) = 0.174$$

$$0.587$$

Interacción es significativa

H0 = la resistencia no depende significativamente del porcentaje de ladrillo reciclado

X1

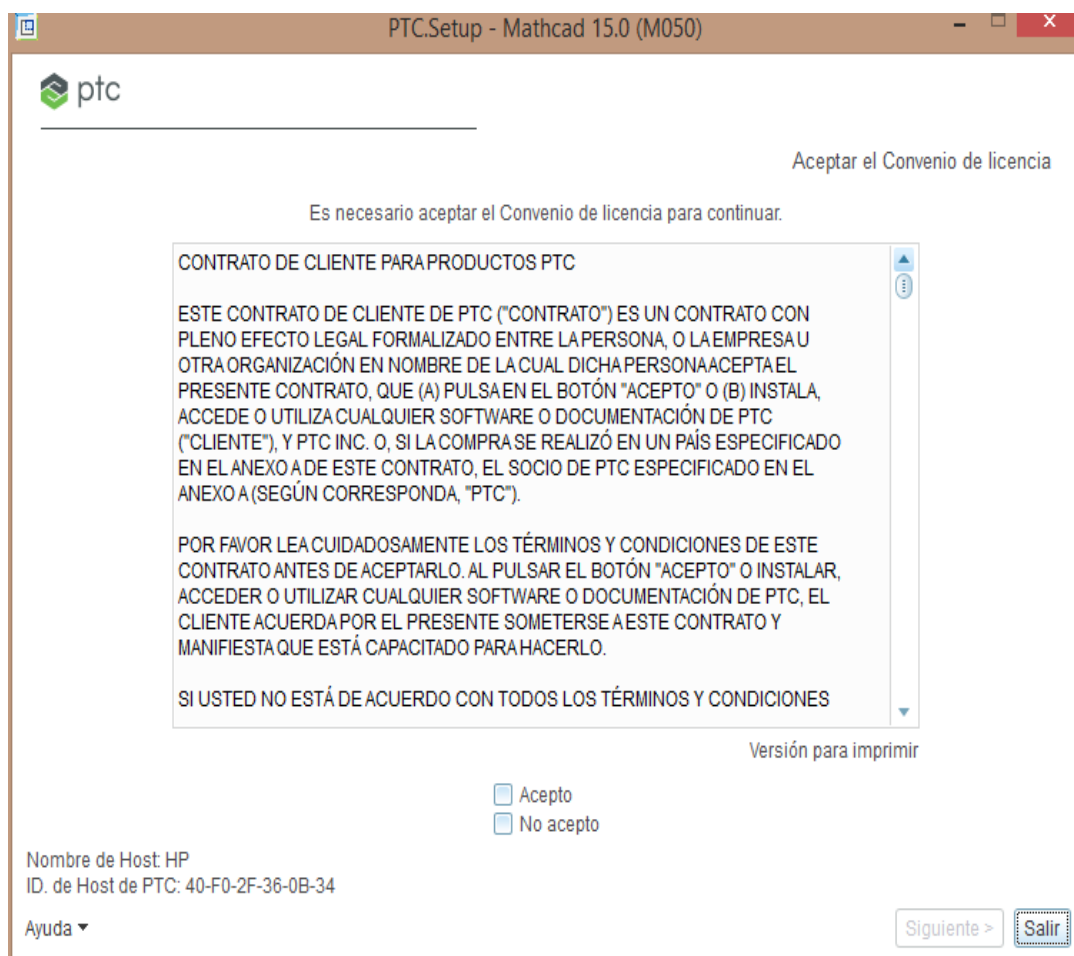
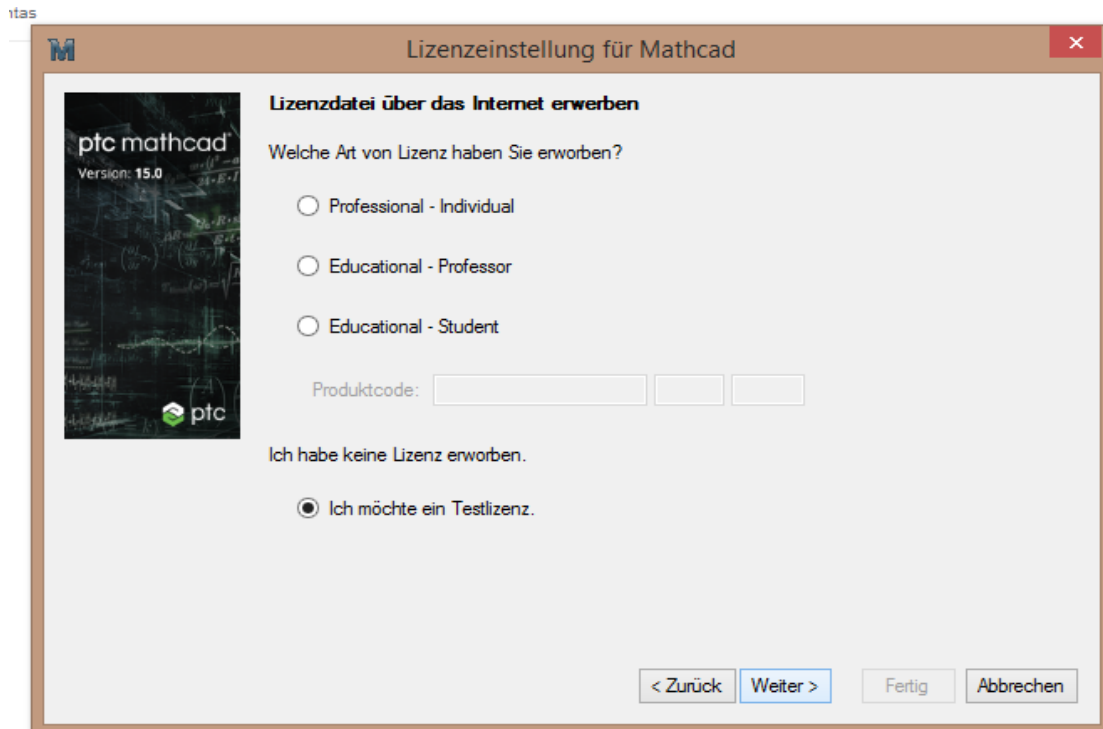
H1 = la resistencia depende significativamente del porcentaje de ladrillo reciclado

X2 H0 = la interacción de ladrillo reciclado con los días de curado no es significativas

H1 = la interacción de ladrillo reciclado con los días de curado es significativas

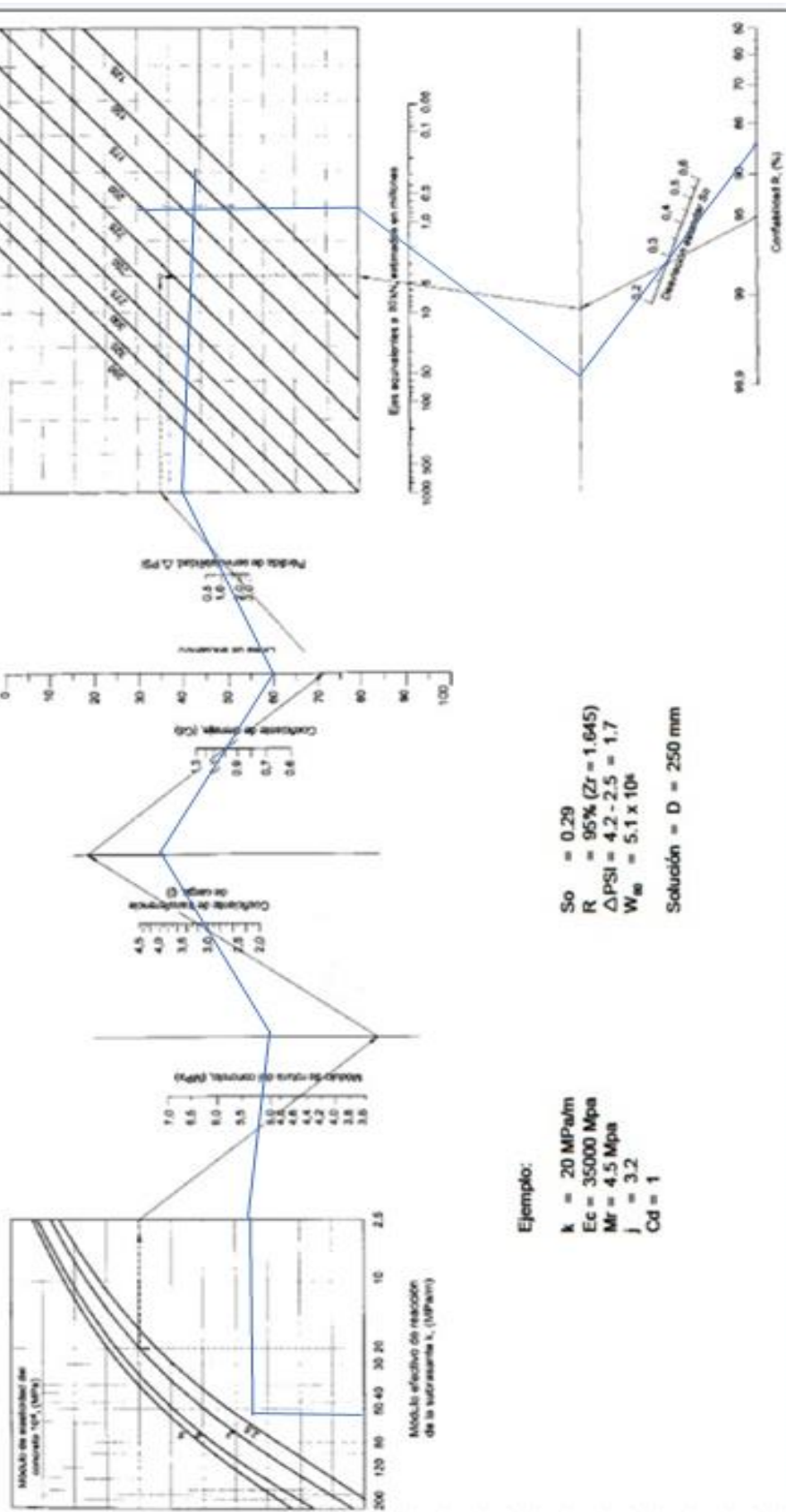
H0 = la resistencia no depende significativamente de los días de curado

Certificados de los programas utilizados



Ábacos del diseño

Figura 7-28
Nomograma AASHTO



Plano de planta

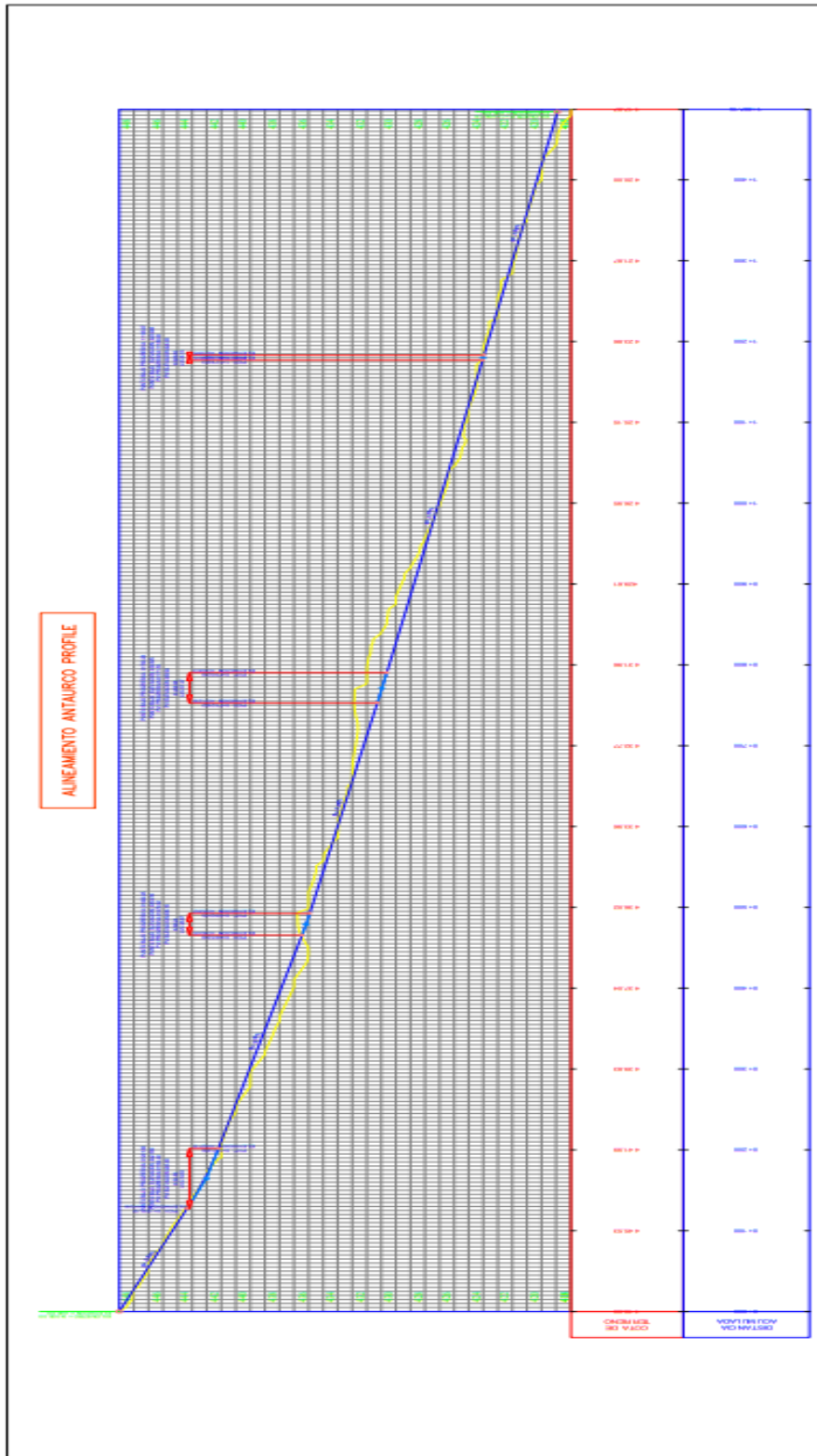
PLANTA
E:1:1000




PROYECTO: PLANO DE PLANTA DE LA AV. QUINTA AVENIDA SUSTITUYENDO LADRILLO RECICLADO AL CONCRETO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO	PLANO: PIU - T-001	INTEGRANTE: ANTONIO CUSCHE GONZALEZ	TIPO DE PLANO: PLANTAPERFIL	N° PLANO: 01
	PROYECTO: PROYECTO V/21	ZONA: 18 SUR	ESCALA: 1/1000	FECHA: AGOSTO
UNIVERSIDAD César Vallejo		DATUM: WGS84	UTM	

Plano de perfil

PERFIL LONGITUDINAL
E:1:1000



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	PROYECTO: PLANO DE PERFIL DE LA AV. QUINTA AVENIDA SUSTITUYENDO LADRILLO RECICLADO AL CONCRETO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO				PLANO: PIU - T-001	INTEGRANTE: ANTAURCO OSORIO GINA KAREN	TIPO DE PLANO: PLANTAPERFIL ESCALA: 1/1000	N° PLANO: 02
	PROYECION: DATUM: WGS84		E.P.M: UTM	ZONA: 18 SUR	FECHA: AGOSTO			