



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes al
concreto en la calle Huamachuco distrito Lambayeque 2020**

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

AUTORA:

Sánchez Santacruz, Mirtha Eliana (ORCID: 0000-0003-3212-6997)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Agradezco en primer lugar al todo poderoso nuestro creador Dios por bendecirme con una maravillosa familia, que son mi motivación.

Para mi papá César Sánchez y mi madre Liliana Santa Cruz, que gracias a sus enseñanzas y amor estoy logrando hoy mis objetivos.

A mis abuelos Martha Burga, María Piedra Lució Santa Cruz, Lucio Olano, por todo su apoyo, enseñanzas a ser constante, perseverante y seguir luchando en mi vida.

A mi familia, mi hogar, mi esposo Ing. Rafael Leyva Vargas, por todo su amor, empuje para lograr esta meta y a mi pedacito de cielo, mi hijo Rafael Gabriel Leyva Sánchez, que con una sola sonrisa suya alegra mi vida y mi corazón, porque hay pequeño que esta es mi, fortaleza y mi motivación de seguir superándome.

A mis hermanas Cecilia, Vanessa, Martha y María por ser la energía en mi vida.

Mirtha E. Sánchez Santacruz.

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo por permitirnos formarnos como ingenieros civiles.

Al docente Dr. Alejandro Suarez Alvites, Mg. Jorge Escalante Contreras, Mg. Hernán Leiva Garcilazo, Mg. Luis Segura Terrones, Mg. Edgar Tello por el apoyo, aportaciones y sus conocimientos brindados para mi formación profesional y durante el desarrollo de la tesis.

A mis amigos Eduardo, Edgar, Henry, por la oportunidad de lograr un objetivo juntos en toda la duración de la carrera profesional.

A mis tíos Miguel, Rosa, Raquel, Erika, Alcira por su apoyo brindado, con todos sus valiosos consejos.

Mirtha E. Sánchez Santacruz.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. MÉTODO	20
3.1 Tipo y diseño de investigación	21
3.2 Variables y operacionalización	21
3.3 Población, muestra y muestreo	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5 Procedimientos	23
3.6 Método de análisis de datos	24
3.7 Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	42
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Requerimiento Químicos de las cenizas volantes.....	21
Tabla 2: Clasificación de los suelos de los materiales.....	35
Tabla 3: Valor de CBR al 95%.....	36
Tabla 4: Conteo Vehicular diario.....	36
Tabla 5: Análisis de varianza ANOVA.....	38

Índice de figuras

Figura 1. Corte transversal de pavimento rígido	20
Figura 2. Componentes del concreto.....	23
Figura 3. Componentes de la infraestructura vial.....	29
Figura 4: Resultados de los datos de diferentes mediciones.....	41

Resumen

El presente trabajo demuestra la viabilidad técnica y económica de un diseño de pavimento rígido modificando el concreto por la sustitución parcial del cemento por las cenizas volantes. El diseño del pavimento está alineado con las recomendaciones del Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del 2013 y la Norma AASHTO 1993. El pavimento se propone instalarse sobre un suelo Tipo A-2-4(0)-AASHTO (SP-SM-SUCS), ofreciendo un servicio por el periodo de 20 años. El CBR estimado para este tipo de suelo fue 7.8% al 95% de su MDS. El equivalent single axle load (ESAL) obtenido fue 4.9M; con esta información se obtuvo la resistencia de la losa de concreto convencional equivalente a 290kg/cm^2 . El espesor de la losa resulto en 18cm, mientras que la sub-rasante tiene un espesor estimado de 15cm. Se propone adicionalmente duplicar la capacidad de drenaje usando medios mecánicos. En este proyecto se propone modificar el concreto sustituyendo parcialmente el cemento, según múltiples informaciones recopiladas y organizadas para simular un diseño experimental factorial; y sustituyendo el 30% del cemento y con 59 días de fraguado el concreto alcanza una resistencia a la compresión de 290kg/cm^2 ; este resultado es consistente con los requerimientos de diseño de este pavimento. Los datos permitieron obtener un modelo matemático para predecir el comportamiento de la resistencia a la compresión como función del porcentaje de sustitución y los días de fraguado, el modelo fue validado estadísticamente usando la distribución de Fisher. Los estudios de suelo, los planos de planta, transversales, el historial de precipitación pluvial, la población vehicular y el diseño de mezcla complementan el desarrollo del proyecto. Los resultados de este proyecto tienen un enorme impacto tecnológico en el área de diseño de infraestructura vial, ya que los procedimientos de cálculo pueden utilizarse como modelo para proyectos de redes viales expuestas a continuas precipitaciones pluviales, utilizando concreto modificado con cenizas provenientes de centrales térmicas.

Palabras clave: Pavimento Rígido, Cenizas Volantes, AASHTO 1993, MTC, Precipitación Pluvial.

Abstract

The present work demonstrates the technical and economic feasibility of a rigid pavement design modifying the concrete by partially substituting the cement for fly ash. The design of the pavement is aligned with the recommendations of the Highway Manual of the Ministry of Transportation and Communications of 2013 and the AASHTO Standard 1993. The pavement is proposed to be installed on a Type A-2-4 (0) -AASHTO (SP-SM -SUCS), offering a service for a period of 20 years. The estimated CBR for this type of soil was 7.8% to 95% of its MDS. The equivalent single axle load (ESAL) obtained was 4.9M; With this information, the resistance of the conventional concrete slab equivalent to 290kg / cm² was obtained. The thickness of the slab was 18cm, while the sub-grade has an estimated thickness of 15cm. It is further proposed to double the drainage capacity using mechanical means. In this project it is proposed to modify the concrete by partially substituting the cement, according to multiple information collected and organized to simulate a factorial experimental design; and replacing 30% of the cement and with 59 days of setting, the concrete reaches a compressive strength of 290kg / cm²; this result is consistent with the design requirements of this pavement. The data allowed to obtain a mathematical model to predict the behavior of the resistance to compression as a function of the percentage of substitution and the days of setting, the model was statistically validated using the Fisher distribution. Soil studies, floor plans, cross-sections, rainfall history, vehicle population, and mix design complement the development of the project. The results of this project have an enormous technological impact in the area of road infrastructure design, since the calculation procedures can be used as a model for road network projects exposed to continuous rainfall, using modified concrete with ashes from thermal power plants.

Keywords: Rigid Pavement, Fly Ash, AASHTO 1993, MTC, Rainfall.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del periodo los caminos y carreteras han sido lo más importante para el traslado de las personas, siendo las carreteras el medio de comunicación importante de las ciudades, comunidades, pueblos para la unificación y globalización de hoy en día entre países de todo el mundo; volviéndose un medio fundamental para la evolución de los países. Rico A. y Del Castillo H. (2005)

Actualmente una infraestructura vial es imprescindible para el desarrollo del mundo, esta se compone por pavimentos, puentes y túneles, es necesario para el desarrollo económico de cada país, año tras año la ejecución de estas se vienen innovando debido a los nuevos modelos de construcción y materiales que se adaptan a cada una de sus necesidades. H. Solminihac, T. Echaveguren y A. Chamorro. (2018)

El transporte por carretera se considera un factor vital en el crecimiento económico de China; muchas carreteras de alto grado se han construido en China durante las últimas décadas, donde las tecnologías aplicadas al pavimento se han ido renovando con los años, utilizando el sistema operativo de gestión de pavimentos y examinar su idoneidad para su uso en el diseño y construcción de pavimentos más económicos y duraderos. S. Sultan y Z. Guo (2016)

En Brasil, existen las carreteras urbanas donde es necesario definir alternativas para la construcción de pavimentos que tengan viabilidad técnica y económica, una vez hecha la ejecución de los pavimentos estos entran en seguimiento durante un tiempo específico para ver si cumplieron las condiciones de diseño a las que fue sometido. M. Marquez y N. Da Cunha (2015)

El crecimiento de las carreteras en el plazo de su vida obedece a la elaboración del exacto diseño de estructura de su pavimento, contemplando los esenciales factores, como el tráfico, del suelo sus características, de la subrasante, su clima de la zona. J. Castillo (2018)

Siendo el valor primordial de la evolución del país contar con vías de comunicación donde se accedan a una circulación sin riesgo, es necesario evitar la presencia de las imperfecciones en los pavimentos. Como es conocido esto se manifiesta en problemas crecimiento de las imperfecciones, retrasos en el tráfico,

deterioro de los vehículos, entre otros. Ello expresa una disminución del servicio de la vía siendo perjudicando al desarrollo y evolución de las regiones que se comunican.

En Colombia, las investigaciones de ensayos como la resistencia a la comprensión del concreto adicionando cenizas volantes en porcentajes al 10% pueden obtener mejores valores de otras variaciones entre 303 kg /cm², 344 kg/cm² y 356 kg/cm² a 14, 28 y 56 días de curado según refieren Santaella y Salamanca (2004).

En el libro Materiales de Construcción Vol. 17 n° 128 (1967), nos menciona que las cenizas volantes son un material de color gris (polvo fino), y son subproductos de las actividades de Centrales Térmicas, debido a la quema del carbón. Son partículas finas, pequeñas y microporosas, sus tamaños varían entre 1 y 80 micrometros con una composición del 85% de silicie, alumina. Óxido de hierro, cal y magnesia, aportando una baja proporción de óxido de sodio, potasio y SO₃. (p.24). Asimismo, el manual en su (p.33) menciona que recién en ese año (1967) en Estados Unidos se inició el uso del hormigón con cenizas volantes-cal como la base de pavimentos semiflexibles de carreteras, autopista, pistas de aterrizaje y aparcamientos.

Un pavimento tiene que ser diseñado para que las cargas impuestas del tránsito no originen deformaciones continuas. Para los pavimentos rígidos las deformaciones se forman en todas las capas.

Para centros poblados fuera de las ciudades del Perú se hallan pavimentos de pésima calidad para sus carreteras, teniendo muchas dificultades los pobladores que habitan en dichos centros poblados, contando con el adecuado pavimento se permite a la población cultivar la mejor calidad de vida. En la actualidad las condiciones del pavimento de la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp del distrito de Lambayeque se encuentra en una condición mala, siendo este tramo una vía importante para los ciudadanos de la zona para la comunicación entre sus caminos.

Para la presente investigación se propone utilizar las cenizas volantes de la Termo Eléctrica de Ilo, para el diseño del pavimento rígido destinado para los servicios en la Calle Huamachuco en el distrito de Lambayeque. Los análisis de las características del suelo tanto físicas como mecánicas complementan el diseño del pavimento.

JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

Justificación Teórica

De acuerdo con Jafet P. (2018) las cenizas volantes al ser agregadas al concreto obtienen una resistencia superior a la edad de 28 días de curado, obteniendo como porcentajes parciales de ceniza volante 5% y 10% del peso del cemento. Recomienda que deban validarse resultados de nuevas experimentaciones para confirmar que la resistencia del concreto no se afecte por la adición de cenizas livianas en la mezcla.

Justificación Social

De acuerdo con Rafieizonooz, M., Mirza, J., Salim, M. R., Hussin, M. W., & Khankhaje, E. (2016) explica que las mezclas experimentales de concreto se pueden usar en varias estructuras (fundaciones, sub-bases, pavimentos, etc.) que minimizarán en gran medida el costo, la energía y los problemas ambientales. En este caso el uso de la ceniza volante ayudaría al control de emisión de partículas al medio ambiente y el bajo costo de concreto permitiría el acceso no solo pavimentos de vías sino también al acceso de viviendas de costos razonables..

Formulación del Problema

Problema General

¿Cuál es el diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes en el concreto para la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp, Lambayeque 2020?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cuál es el estudio de suelo para el diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes en la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp, Lambayeque 2020?
- **PE2:** ¿Cuál es el estudio de tráfico vehicular en el diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes en la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp, Lambayeque 2020?
- **PE3:** ¿Cuál es la característica del concreto modificado para el pavimento rígido?

Objetivo

Objetivo General

Analizar el diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes en el concreto en la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp, Lambayeque 2020.

Teniendo como objetivos específicos los siguientes:

- **OE1:** Determinar las características del estudio de suelos para el Diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes en el concreto en la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp, Lambayeque 2020.
- **OE2:** Determinar el estudio de tráfico para el diseño del pavimento rígido incorporando cenizas volantes en la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp, Lambayeque 2020.
- **OE3:** Determinar las propiedades del concreto modificado para el pavimento rígido.

II. MARCO TEÓRICO

Se recopiló antecedentes de investigaciones realizadas en diferentes partes del Perú y países del mundo, donde emplearon las cenizas volantes como agregado para el concreto en el pavimento rígido teniendo como conclusión que aumenta en algunos porcentajes su resistencia mecánica para el pavimento.

Antecedentes

Para Díaz, P. (2020, p. 8) nos explica que las cenizas volantes son resultados de los procesos de combustión de diferentes plantas y empresas como las termoeléctricas siendo este un subproducto por la quema de carbón empleado a manera de combustible en la realización de energía eléctrica. El autor analizó su resistencia a compresión en proporciones de 10%, 20%, 30% donde la resistencia a la compresión fue de 264 kg/cm², 305 kg/cm² y 360 kg/cm² respectivamente llegando a la conclusión de tener alternativas de aprovechamiento interesantes en el uso del material cenizas volantes como aporte para la construcción.

Según Rantung, D.; Supit, S.; Nicolás, S. (2019, p.185) nos menciona que considerando las propiedades de edades tempranas y posteriores de los efectos de agregar cenizas volantes en la resistencia de la compresión del concreto son eficientes a los 28 días debido a la composición química de las cenizas los efectos de agregar cenizas volantes sobre la resistencia a la compresión son más eficientes en 28 días llegando a un 295 kg/cm² en comparación con 7 días debido a la composición química de las cenizas.

La investigación realizada por Cano E. (2017, p. XXI) donde infiere que el objetivo de su investigación fue evaluar física y químicamente la ceniza volantes para ser utilizada como adición de la mezcla del concreto. El investigador utilizó la sustitución del 5% al 30% en proporciones del cemento Portland, concluyendo que es factible sustituir el 10% de ceniza volante en el cemento obteniendo una resistencia de 285 kg/cm² donde es la deseada a los 28 días de curado.

Para Witzke, B.; Correia, S. y Medeiros, R. (2019) nos explica que es posible obtener concreto con cenizas volantes con alta resistencia a la compresión y mínima pérdida de desgaste abrasivo. Por lo tanto, el uso de

cenizas volantes en el concreto puede ser una alternativa para el reemplazo parcial del cemento Portland, siendo materia de investigación sus propiedades.

La investigación realizada por Ramírez A. y Pórtela J. (2018, p.94) nos refiere que al realizar la mezcla de cenizas volantes al concreto estamos contribuyendo al descrecimiento del daño ambiental que se produce en la elaboración del concreto ya que se aplicaría menor cemento a la mezcla lo cual significaría el descrecimiento de las emisiones de gases en el proceso de la elaboración.

Según Lustosa, P. y Magalhes, M. (2019, p.1) nos menciona que la industria del cemento es actualmente una de las industrias más contaminantes, contribuyendo de manera negativa y significativa a la emisión de gases tóxicos a la atmósfera. Por lo tanto, existe una necesidad general de reducir la dependencia y el uso de cemento para mitigar sus efectos sobre el medio ambiente. Concluyendo que sus resultados experimentales indicaron un crecimiento para la resistencia a la compresión de 290 kg/cm y 310 kg/cm² respectivamente a los de 28 días de curado para 10% y 20% de cenizas volantes.

Para José Huaquisto S. y Belizario Quispe (2018, p.225) donde explican que para la dosificación en la construcción de todo tipo de infraestructura civil se requiere la utilización de diferentes aditivos obteniendo un concreto de mejor calidad, es donde surge la incorporación de ceniza volante en porcentajes de 2.5%, 5%, 10% y 15% como aditivo en la dosificación del concreto. Concluyendo que en el rango del 3% al 6% las cenizas volantes mejoran la resistencia mecánica del concreto, obteniendo valores de resistencia a la compresión de 223, 231, 200 kg/cm² a los 28 días de curado.

Según Jafet P. (2018, p.225) hizo referencia que en la central termoeléctrica Ilo el cual esta genera el residuo de ceniza volante tipo F, que es un material contaminante, empleado para fabricación de agregados de obras civiles, incorporando un porcentaje de 2.5%, 5%, 10% y 15%, y donde la resistencia a la compresión fueron de 210 kg/cm², 225 kg/cm², 260 kg/cm² y

296 kg/cm² donde el autor llegan a la conclusión que las cenizas volantes debe ser empleada en sustitución al cemento debido a que aumenta la resistencia del pavimento.

Para Milla J. (2018, p. 80) hizo referencia que después de realizar sus ensayos de prueba químicas los elementos de las cenizas volantes no repercuten en el cemento siendo esta de gran valor para la incorporación al cemento.

De acuerdo con Mariluz, M. y Ulloa, J. (2018, p.15) nos menciona que el Perú cuenta con una industria inmobiliaria de mayor progresión en Latinoamérica, con una elaboración de 6.86 millones de toneladas de cemento ubicándonos en el puesto 42 de fabricación de cemento, a pesar que en ese año la producción bajo un 5.5% pero la restauración de ciudades por el fenómeno del Niño Costero incrementaría el repunte del consumo del cemento. Los autores llegaron a la conclusión que al añadir 10% de ceniza volante al concreto aumenta sus propiedades en la absorción, resistencia de compresión se eleva hasta un 298 kg/cm², manejabilidad.

Para Contreras, K. y Peña, J. (p.17) nos explica que al involucrar diferentes tipos de mezcla utilizando materiales de una central termoeléctrica se puede promover como adición de un diferente aditivo, el cual tendría un futuro prometedor para la elaboración de mezclas convencionales del concreto, mejorando su resistencia a la compresión y su permeabilidad. Los investigadores utilizaron porcentajes de mezcla entre 1.5% y 6%, concluyendo que al combinar concreto + 6% C.V.C obtuvieron 241 kg/cm² a 28 días en la valorización de su compresión.

Según Patiño C. y Venegas E. (2017, p. 178) hace referencia que el usar las cenizas volantes en reemplazo del cemento permite conservar valores en el rango de diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² para porcentajes de 10%, 20% y 30% con resultados de ensayo a la compresión en valores de 252.43kg/cm², 236.53kg/cm² y 210.27kg/cm² para los 28 días de curado.

TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

Pavimento rígido

Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) indica que los pavimentos de hormigón son conocidos como rígidos. Esto atribuido a que los materiales de la estructura de hormigón adoptan una forma definida, además esta estructura absorbe los esfuerzos derivados por la presencia de las cargas de tráfico, permitiendo el amortiguamiento a los esfuerzos de deformación de las capas inferiores denominados base y subrasante. El esquemático siguiente muestra una sección transversal de un pavimento rígido.

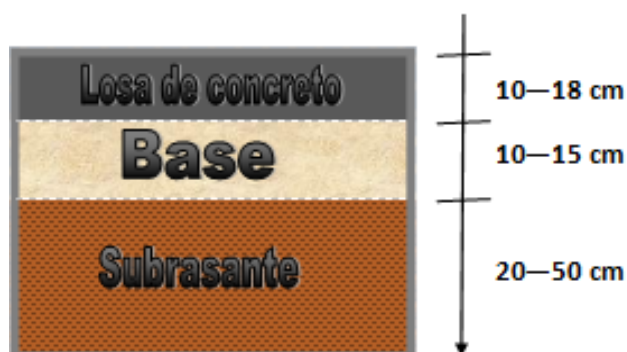


Figura 1: Corte transversal de pavimento rígido

Elaborado con datos de la Universidad Tecnológica Del Rosario, 2015)

Capa de rodadura o Losa de concreto

Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) establece que la porción superior de un pavimento rígido es de hormigón endurecido cuyo objetivo es resistir de forma uniforme las cargas del tráfico.

Base

El Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), indica que la base es la capa inmediatamente inferior a la losa de concreto, esta capa de material adsorbe las cargas no adsorbidas por la losa de concreto y tiene como componentes agentes granulares drenantes (CBR $\geq 80\%$).

Subbase o subrasante

El Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), indica que la subbase o subrasante es el material que se usa como soporte para

la base y a la carpeta. Tiene espesores muchos más amplios considerados a las otras dos capas. Debido a su espesor amplio se puede considerar como una capa que permite el flujo de líquidos y su acumulación temporal. Esta capa de material está constituido por agentes granulares (CBR \geq 40%), que pueden incluir presencia de asfalto, caliza u hormigón.

Según la ASTM C593-95 especifico que las cenizas volantes son como residuos finos dividió gracias a la combustión de carbón en polvo donde es transportado desde la caldera a gas quemado. Las cenizas volantes es uno de los subproductos industriales más abundantes, produciéndose en grandes cantidades como subproductos de la combustión del carbón en centrales eléctricas. Presenta una característica especial que es el de concentrar materias del carbón cuando este escape de las precipitadores de los gases que produce. Presentan unos tamaños correspondientes de 0,074 y 0,005 mm.

Clasificación de Ceniza Volante

El reglamento del ASTM C618, donde explica que las cenizas volantes se dividen en dos tipos, la clase C y F.

Las cenizas de clase F son producidas de la combustión del carbón de antracita o bituminosa donde se considera que solo tiene propiedades puzolanicas.

Tabla 1: Característica de las cenizas volantes tipo F

Fuente: Elaborado con datos del ASTM C 618

Composición Química		F
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₂	Min%	70
SO ₃	Max%	5
Contenido de	Max%	3
Humedad		
Perdida por Ignición	Max%	6

Componentes del concreto

Los componentes del concreto (Sánchez de Guzmán, 2001) para este autor la composición del concreto es la esquematización de las cantidades en volumen,

de las partes de la que se conforma el concreto como son (cemento, agua, agregado grueso y fino).

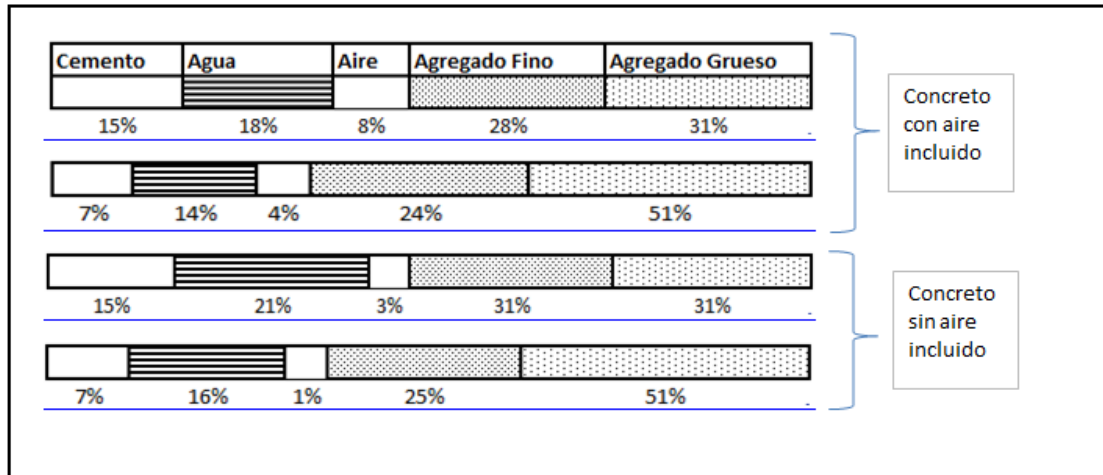


Figura 2: Componentes del concreto para pavimento rígido

Elaborado con los datos del libro Tecnología Del Concreto y Del Mortero 2001, p. 18, Sánchez Guzmán, Diego)

Cemento Portland

Según (Pasquel, 1998) es un aglomerante hidrófilo, que vendría a ser el material que permite unir partículas en varios materiales como el calcinación de rocas calizas, arenisca y arcillas, para luego dar una mezcla conjunta, transformado por polvo fino que en contacto con el agua puede obtener propiedades de adherentes y resistentes (pág. 32-35).

La dosificación

La dosificación es una estrategia eficaz, si se busca obtener los resultados para diseño de pavimento rígido adecuados; esta técnica permite crear una mezcla teniendo como referencia composiciones normalizadas. Por ejemplo según la norma ACI para pavimento rígido la dosificación estándar de 210 kg/cm² incluye la razón cemento/agregado fino/agregado grueso 1/50.

Metodología de Diseño AASHTO 93

Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), los cálculos para el pavimento rígidos deben proyectarse para una vida útil mayor 10 años y en estos cálculos se usa la metodología AASHTO 1993. (p.261).

El método AASTHO 93 incluye el estimado de la carga basado en una población vehicular proyectada a más de 10 años. La ecuación de diseño se muestra en la Ecuación - 1 el parámetro E es el que está relacionado con la población vehicular a través de los que se conoce como ejes equivalentes.

$$\left(\frac{D}{4} \right) \left(\frac{132}{(E - K)} \right) + (4) \quad (1)$$

Criterios para fijar los parámetros de diseño

Periodo de diseño

El Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), recomienda que el tiempo de diseño para pavimento rígido debe ser mayor a 10 años, para este proyecto se consideró 20 años.

Tabla 6: Variables de Vía

Elaborado con los datos Manual de Carreteras 2013

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

El parámetro ESALs

El Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), indica que el método AASHTO 93 estima a través de ejes equivalentes el efecto de la carga del tránsito y posterior a estimar los ejes equivalentes, la vía se clasifica en una categoría recomendada por la tabla 7.

Tabla 7: Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes
Elaboración con los datos del Manual de Carreteras 2013

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
BAJO VOLUMEN DE 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
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO 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

Serviciabilidad

La metodología AASHTO provee dos parámetros: (Pi) el índice de servicio inicial y (Pt) índice de servicio final o Terminal. La diferencia entre ambos parámetros representa la variable (Δ PSI), que debe sustituirse en la Ecuación – 1 para el cálculo ω_{82} conocido como ESALs.

Tabla 8: Índice de Serviabilidad Inicial (Pi) Índice de Serviabilidad Final (Pt)
Elaborado con los datos del Manual de Carreteras 2013

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P0)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	4.1	2.0
TP2	De 300001	A 500000	4.1	2.0
TP3	De 500001	A 750000	4.1	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	4.1	2.0

TP5	De 1000001	A 1500000	4.3	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5	3.0

Confiabilidad “R” y la desviación estándar (So)

El Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), indica que considerando la categoría del tipo de tráfico, se puede determinar el factor de confiabilidad (R), el cual permite incrementar la proporción del tránsito esperado para el periodo del diseño. Su rango típico de incertidumbre se determina en términos de su desviación estándar (S0), de modo que $0.30 < S_0 < 0.40$, sugiriendo utilizar un $S_0 = 0.35$.

Tabla 9: Factor de Confiabilidad

Elaborado con los datos del Manual de Carreteras 2013

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

Tabla 10: Desviación Estándar

Elaborado con los datos del Manual de Carreteras 2013

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

Suelo y efecto de las capas de apoyo (Kc)

La Norma ASTM 1196 establece que el espesor de la subrasante granular (h) adopta el valor de 13 cm, cualquiera que sea la característica del pavimento rígido.

La metodología AASHTO establece la magnitud de CBR para los suelos sobre el cual se desarrolla el pavimento, igual o mayor al de 6% para suelos que no requieren tratamiento de estabilidad. Este porcentaje se utiliza en el nomograma reportado en el anexo ; del nomograma se pueden obtener el coeficiente de reacción de la subrasante (K0) y el coeficiente de reacción de la sub base granular (K1). Estos parámetros se sustituyen en la Ecuación – 2, para obtener el coeficiente de la reacción

$$\left[1 \quad (-) \quad \left(\frac{-1}{-} \right)^{-} \right] \quad (2)$$

Resistencia del Concreto a la Compresión

Es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). El ensayo universalmente conocido para determinar la resistencia a la compresión, es el ensayo sobre probetas cilíndricas elaboradas en moldes especiales que tienen 150 mm de diámetro y 300 mm de altura.

Según Quiroz y Salamanca (2006) es la característica para la mezcla donde determina por medio de ensayos de probetas los soportes de una mezcla a diferentes días de curado. (Pg. 145).

Resistencia del concreto a la flexotracción (MR)

El Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), el MR está normado por ASTM C – 78. El cual recomienda utilizar vigas y evaluar su flexotracción posterior a los 28 días de curado. En esta prueba se aplica dos cargas en las posiciones de un tercio de la longitud, obteniéndose el parámetro M . La correlación dada por la Ecuación – 3 permite obtener el módulo de compresión ($f'c$) del concreto, ecuación recomendada por el ACI 363.

$$a\sqrt{f} \quad (3)$$

Donde a se determina según el análisis de tráfico y adopta valores de entre 1.99 y 3.18

Módulo elástico del concreto

Se le considera según el MTC el parámetro primordialmente importante en las estructuras del concreto para estimar sus dimensiones. Pudiéndose obtener través de la resistencia a compresión o flexotracción. Considerándose como concreto de alto desempeño los que superan su resistencia de 40 Mpa. Para AASHTO'93 podemos estimarlos usando la correlación recomendada por el ACI(p.269), con $f'c$ expresado en psi:

$$(f'c) \quad (4)$$

En el ensayo recomendado por la ASTM C – 469 se calcula el módulo de elasticidad del concreto

Concreto hidráulico

La ingeniera (Dávila, 2019) fundamenta que el pavimento rígido está compuesto por el cemento que nos ofrece componentes y propiedades al concreto hidráulico, por consiguiente, esta los agregados pétreos, que deben tener una buena

granulometría y el agua, como elemento que hidrata a las partículas del cemento y así se desarrolle las propiedades aglutinantes (pág.14). Es por ello de las grandes razones al utilizar el concreto hidráulico en los pavimentos nos ofrecen en los proyectos viales una durabilidad, capacidad de reparto de cargas y calidad para el rodamiento como sustenta la ingeniera (Bautista, 2017)

Según (Valdés, 2017) sostiene que ventajas nos ofrece el concreto en los pavimentos para ellos lo clasifico en los siguientes enunciados:

- **Costo total bajo:** Los costos del mantenimiento del concreto es mucho menor y su vida útil es más larga que el pavimento asfáltico.
- **Ventaja del Costo de operaciones de la carretera:** Al tener la superficie plana el pavimento de concreto alarga la vida útil de los vehículos.
- **Bajo costo en la construcción:** Se han disminuido los costos de la construcción de pavimentos de concreto a la variedad de hormigón premezclado de alto rendimiento y maquinarias especializadas.
- **Vida útil:** extendida Los estudios han demostrado que las carreteras de concreto soportan tres veces su capacidad de carga de diseño al pasar el tiempo.
- **Altas cargas mecánicas:** A las cargas transmitidas por los vehículos pesados, además de ello el concreto gana mayor resistencia con el tiempo.
- **Excelente resistencia a altas temperaturas.**
- **Poca deformación:** El concreto no se deforma ante un arranque de un vehículo pesado.
- **No acumulación de líquido:** Al no deformarse la superficie de concreto ayuda a un buen drenaje para el agua de lluvia, con menos posibilidad de que se produzca en la superficie de un pavimento de concreto el deslizamiento en superficie mojada (fenómeno del acua-planeo)
- **Bajo costo en la capa base:** La construcción del pavimento de concreto no necesita de excavaciones y construcción de capas base

u sub base, mayormente se utiliza la superficie existente debidamente conformada a una capa base con material drenante.

- **Reducción en la inversión para iluminación:** la superficie del pavimento de concreto es tres veces más reflejante que el asfalto.
- **Rápida puesta en obra:** Los endurecimientos rápidos después de contruidos se abren al tráfico en 12 horas.
- **No requerimiento de energía:** No requiere calentar a ningún de los ingredientes para elaborar el concreto.
- **Reparaciones con aditivos:** Se puede emplear una gran cantidad de aditivos que permiten efectuar todo tipo de trabajos con gran rapidez y eficiencia.
- **Rugosidad:** Se pueden hacer tan seguras durante la construcción o una vez que el pavimento está en servicio.

Componentes de la infraestructura vial

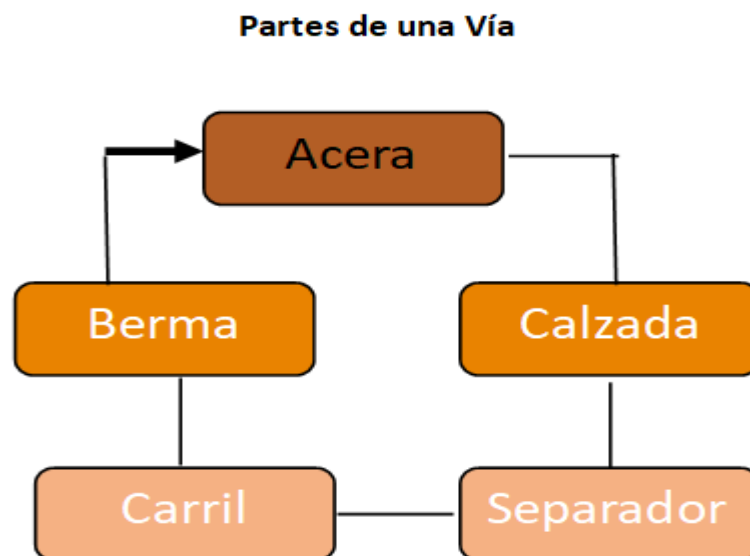


Figura 3: Elaborado en base Componentes de la infraestructura vial, Pasquel (1988)

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

Es la metodología de investigación que se empleara por cuanto enfoque cuantitativo haciendo uso de la recolección de datos para obtener hipótesis con medición numérica y analizar estadísticamente, estableciendo pautas de comportamiento y probación de teorías.

El presente trabajo de investigación consideramos un estudio descriptivo, para analizar diferentes teorías del pavimento con la finalidad de encontrar el adecuado diseño.

Hernández, Fernández y Baptista (2014, Pág. 152), mencionan que la investigación no experimental hace uso de variables las cuales no se manipulan por que el suceso ya ha sucedido. Las variables son elaboradas sin ningún tipo de intervención la cual dañe directa o indirectamente, la manera de observar en su área natural.

Por lo que nuestro título de proyecto de investigación nos encontramos investigando un carácter no experimental, interpretando los estudios previos, utilizando el carácter de diseño transeccional recopilando las muestras de campo y analizando las propiedades físicas de los componentes del pavimento.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Diseño de Pavimento.

Variable Dependiente: Estructura de Pavimento Rígido

Matriz de Operacionalización de Variables

Título: Diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes al concreto en la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp, Lambayeque 2020.

La variable independiente en este proyecto de investigación es: Diseño de Pavimento con cenizas volantes.

Por otra parte, **la variable dependiente es:** Estructura del Pavimento Rígido.

Ambas variables esta reportadas en la tabla de Operacionalizacion de variables Anexo-1.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) la “población está constituida por el conjunto de todos los pavimentos rígidos”.

$$\frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2} \tag{5}$$

Dónde:

$$e = 0.005$$

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$Z = 95\% \text{ confianza } (1.96)$$

Muestra: Según Zambrano (2016) se tomara como muestra para estudió la calle Huamachuco entre Malecón Ureta – Ovalo Naylamp.

$$\frac{N \cdot n_0}{(n + 1)} \tag{6}$$

Dónde:

$$n_0 = 384$$

$$N = 1200 \text{ kilómetros de pavimento}$$

Muestreo: el muestreo es no aleatorio, elegido por conveniencia.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para nuestra técnica utilizaremos sondeo, observación, estudio geológico, estudio de conteo. Con los instrumentos de contacto personal – escrita, observación del comportamiento y recolección de datos, toma de muestra. Usando fuentes de información con las inspecciones de campo, vía, habitantes.

Para iniciar con nuestro análisis de diseño de pavimentos empezaremos por utilizar el estudio mecánico de nuestro suelo, según las normas del MTC el cual nos habla de las características que tiene que cumplir nuestra vía a pavimentar, realizando la fabricación de calicatas en un determinado km.

Posterior a ello realizaremos en un Excel nuestro estudio de conteo vehicular, elaborándolo según los parámetros del MTC, con el cual obtendremos nuestro factor de distribución, cálculos de ejes equivalentes, y nuestro esal.

Como parte de instrumento utilizaremos los manuales, protocolos establecidos por el MTC y normas de vías urbanas.

Validez y Confiabilidad

Para la validez y confiabilidad se utilizaron instrumentos elaborados por el MTC basado en normas nacionales de procedimiento para cálculo de pavimentos rígido.

3.5 Procedimientos

Para el desarrollo del procedimiento de la investigación se hará uso de la recolección de datos mediante, revistas, libros, artículos, tesis y normas establecidas por los organismos pertinentes. Con la finalidad de analizar los resultados para un diseño de pavimento rígido tradicional con un nuevo pavimento incorporado con cenizas volantes.

El primer paso para el diseño de un pavimento rígido, es la adquisición de datos como es el aforo vehicular correspondiente a la vía que estudiaremos, procediendo a realizar el conteo vehicular diario por 7 días, hallando el IMD, IMA, posterior a ello haremos la elección de los vehículos que transitan y calcular sus

ejes equivalentes, determinando el factor de distribución direccional y su carril, interpretaremos que según nuestra carretera cual es la cantidad de vehículos que transitan analizando su número de calzada, de sentidos, número de carriles por sentido, el factor ponderado ($f_d \times f_c$). Su tasa de crecimiento, su proyección de años a estudiar, la estimación de periodo de diseño nos ayudara a obtener el dato de nuestro esal.

3.6 Método de análisis de datos

Empezaremos por analizar el tráfico vehicular, realizando una cuantificación vehicular que tendrá una duración de siete días y con los datos obtenidos verificaremos en el capítulo del Manual de Carreteras Suelos, Geología y Pavimentos y la CE 0.10 Vías urbanas, para después valorar el respectivo tránsito.

Asimismo para el Análisis Cuantitativo: utilizaremos el análisis de Estudio de mecánica de suelos, la obtención de datos la recopilaremos en el software Civil 3d. Para el estudio realizaremos el manejo de los software de Auto CAD 2015, Auto CAD Civil 3d. Los procedimientos están validados por expertos del MTC que indican que es mandatorio utilizar sus formatos para el diseño de pavimento flexible.

3.7 Aspectos éticos

Para el proyecto el respaldo de nuestros aspectos éticos, lo verificaremos en el consentimiento informado, que nos aclara y expresa la forma del muestreo del estudio, dándonos resultados que deseamos conseguir.

Siendo de vital importancia la originalidad, la cual empieza en nuestras investigaciones bibliográficas las cuales debes estar dentro de las normativas nacionales e internacionales, consiguiendo los resultados favorables al momento de pasar el TURNITIN, para alcanzar la credibilidad y confiabilidad de nuestra investigación.

IV. RESULTADOS

En el presente capítulo reflejaremos los resultados que obtuvimos del análisis de nuestros objetivos específicos plasmados en la investigación.

Para determinar las características del estudio de suelos para el diseño de pavimento rígido incorporando cenizas volantes se tomara referencia del estudio de suelos del expediente **cuyo expediente técnico tiene Código SNIP: 192552, y Código del Proyecto: 2148325.**

1. ESTUDIO DE SUELOS

Se determina según las siguientes muestras detalladas en nuestra tabla:

Tabla 11: Clasificación de los suelos de los materiales.

Muestra	Contenido	Clasificación
M-1 de 0.00 m- 0.35m	Arena 62.40% Grava 37.60%	AASHTO: A-2-7(1) SUCS: SM
M-2 de 0.35 m - 1.10m	Arena: 94.5% Grava: 5.5%	AASHTO: A-2-4(0) SUCS: SP- SM
M-3 de 1.10 m- 1.50 m	Arena: 99.9% Grava: 0.1%	AASHTO: A-7-5(20) SUCS: MH
M-1 de 0.00 m- 0.40m	Arena 86.00% Grava 14.0%	AASHTO: A-2-4(0) SUCS: SM
M-2 de 0.40 m - 1.10m	Arena: 96.6% Grava: 1.4%	AASHTO: A-2-4(0) SUCS: SP- SM
M-3 de 1.10 m - 1.50m	Arena : 81.7% Grava: 18.3%	AASHTO : A-2-4(0) SUCS: SM
M-1 de 0.10 m- 0.40m	Arena 75.8% Grava 24.2%	AASHTO: A-2-4(0) SUCS: SM-SC
M-2 de 0.40 m - 1.10	Arena: 56.9% Grava: 43.1	AASHTO: A-3 (0) SUCS: SP
M-3 de 1.10 m - 1.50m	Arena: 94.0% Grava: 6.0%	AASHTO: A-4(0) SUCS: SM

En base a la información obtenida durante los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de los suelos de los materiales (sistema SUCS y AASHTO) para luego correlacionarlos de acuerdo a las características

litológicas similares lo cual consigna en las Columnas estratigráficas, denotándose que los suelos son de características finas (SM, SP) en mayor porcentaje.

2. CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO

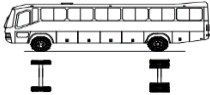


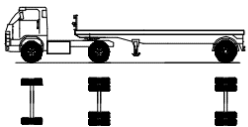

Para tal efecto es necesario definir el CBR AL 95% de su MDS.

Tabla 12: Valor de CBR al 95%

MUESTRA - CALICATA	VALOR CBR 95%
M-2 C-3	7.8%

Para el resultado de nuestro valor de tráfico se utilizó el programa Excel. El cual nos determinó la siguiente tabla y valores.

Tabla 13: Conteo Vehicular diario.

CONTEO VEHICULAR												
VEHÍCULO		CONTEO								TO-TAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
B2_		IDA	4	5	2	3	4	2	3	265	73	51.96
			5	5	3	7	7	5	3			%
		VUE	2	6	4	2	3	1	2	245		48.04
			4	7	6	6	9	8	5			%
_C2		IDA	1	3	2	2	2	3	1	183	50	53.04
			8	8	5	9	1	4	8			%
		VUE	2	1	3	3	1	2	1	162		46.96
			8	7	1	3	6	6	1			%
_C3		IDA	3	4	3	1	3	2	2	209	59	51.35
			0	6	4	9	4	5	1			%
		VUE	2	7	2	2	1	2	1	198		48.65
			5	2	1	7	6	0	7			%
T2S1		IDA	1	1	2	2	1	1	2	10	3	47.62
			1	2	1	1	2	2	2			%
		VUE	1	2	1	1	2	2	2	11		52.38
			1	2	1	1	2	2	2			%
_C2R		IDA	1	2	2	3	2	1	1	12	4	42.86

2		VUE																%
			1	2	3	2	3	2	3	16								
		.																%

Procediendo a obtener con estos valores nuestros ejes equivalentes. Los cuales nos dieron como resultado el valor de **ESAL = 4964795**, considerándose según la categoría de tráfico un TP7 reportado en el anexo 3.

Para determinar las características mecánicas del concreto haremos uso de los resultados de los ensayos realizados por diversos investigadores (Anexo 4), se elaboró una base de datos con ayuda del programa Excel, para ser estudiados los datos fueron ordenados adecuadamente para procesarse con el software MATHCAD 15.

Los días de curado y el porcentaje de adición de cenizas volantes se consideraron como variables independientes y la resistencia a la compresión del concreto ($f'c$) como la variable dependiente. La exploración de datos fue planificada para tres niveles de cada variable independiente 10%, 20% y 30% y 14, 28 y 56 días de curado. Según el análisis de varianza (ANOVA reportado en Anexo 5) los efectos del porcentaje de cenizas volantes en el concreto no afectan la resistencia del concreto. No obstante, los días de curado si afecta a la resistencia del concreto. También el efecto combinado de ambas variables no afecta a la resistencia del concreto. Este análisis estadístico demuestra que para el intervalo de 10 a 30% de masa de cenizas no provocan efecto en la resistencia final del concreto, tampoco el efecto combinado de ambos factores. Ver resultados del ANOVA de segundo orden en el Anexo 6. Con esta justificación se hizo una reevaluación de los datos considerando solamente los días de curado (D), obteniéndose el modelo de segundo orden y su grafica correspondiente como sigue:

(X_1) 057(X_1)

(7)

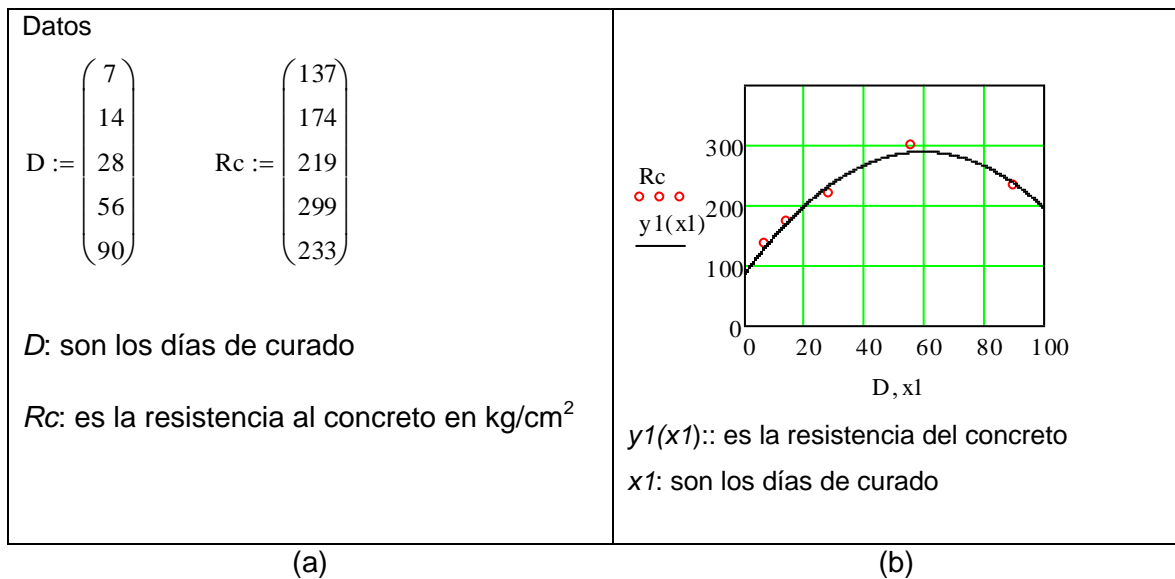


Figura 4: Datos de diferentes días de curado y sus correspondientes resistencias al concreto (a); Modelo y datos graficados (b), la línea continua es el modelo representado por la Ecuación - 7.

La hipótesis nula establecida es H_0 : La resistencia del concreto no depende de los días de curado, mientras que la alternativa H_1 : La resistencia depende de los días de curado.

Tabla 14: Análisis de varianza ANOVA para el modelo de segundo orden:

FUENTE DE ERROR	MAGNITUD	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE ERRORES	FACTOR F0
SSreg	1.489×10^4	$m - 1 = 2$	$\frac{SS_{reg}}{m - 1} = 7.445 \times 10^3$	$\frac{7.445 \times 10^3}{118.665} = 62.74$
SSe	237.33	$4 - 2 = 2$	$\frac{SSe}{4 - 2} = 118.665$	
SST	1.513×10^4	$n - 1 = 4$		

Coefficiente de correlación: $SS_{reg}/SST = 14890/15130 = 0.98$

Según los resultados de la Tabla 14, $F_0 = 62.74$, mientras que el valor crítico de F obtenido de tablas es $F(0.95, 2, 2) = 19$; como $F_0 > F$ se rechazó la hipótesis nula H_0 , y se aceptó la hipótesis alternativa H_1 . Esto indica que la resistencia al concreto, para el rango de concentraciones de cenizas volantes entre 10 y 30%,

depende de los días de curado. En otras palabras los coeficientes del modelo de segundo orden son $\neq 0$, la H_0 fue rechazada con el 95% de confianza.

En la Tabla 14, m indica el número de parámetros obtenidos para la regresión de segundo orden y son tres; además se observa el parámetro n , que indica el número total de datos obtenidos de la literatura y son cinco datos, tal como se muestra en la Figura 4 (a).

Para obtener la máxima resistencia a la compresión del concreto, se derivó la función de segundo orden, Ecuacion-7, respecto a los días de curado, e igualando a cero se determinó que 59 días son los requeridos para obtener la resistencia de 290 kg/cm^2 , lo cual satisface los requerimientos de diseño del pavimento rígido.

Considerando que la ceniza volante sustituye al cemento, y considerando que en la primera fase de análisis de ANOVA indico que hasta 30% de cenizas volantes en el concreto no afecta a su resistencia a la compresión; entonces se puede utilizar en el pavimento rígido un concreto que incluya hasta 30% de cenizas reduciendo la cantidad de cemento y reduciendo el costo en los materiales (costo de mezcla con cenizas volantes **S/292.8 x m3 de concreto**, costo de material sin cenizas volantes S/304.6 x m3 de concreto), detallado en nuestro Anexo 8: Diseño de Mezcla.

Diseño De Pavimento Rígido

La obtención del cálculo de los espesores se realizó mediante algoritmos en Excel.

CALCULO DE VARIABLES DE TIEMPO

Pavimentada de bajo volumen de tráfico = **20 Años**

Tabla 15: Parámetros de valores para diseño

PARAMETRO	VALOR
Tipo De Tráfico Expresado en EE	TP7
Desviación estándar combinada (So)	0.35
Confiability (R%)	85%
Probabilidad (ZR)	-1.0364

Indice De Serviabilidad Inicial (Po)	4.3
Indice De Serviabilidad Final (Pt)	2.5

CÁLCULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE

Tabla 16: Resultado de espesor H de la sub base.

H	KC (Nominal)	KC (Calculado)
15 cm	5.6 kg/cm ³	5.6 kg/cm ³

CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO (Mr)

Tabla 17: Valores de Resistencia mínima a la Comprensión

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOCOMPRESIÓN (MR)	RESISTENCIA MÍN. EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f'c)
<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

59(280)

CÁLCULO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD EL CONCRETO (Ec)

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

CÁLCULO DE MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Tabla 18: Valores de J según tipo de berma

TIPO DE BERMA	MODULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANUAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES

	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8
--	-----	---------	-----	-----

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE DRENAJE (C_d)

Tabla 19: Valores de coeficiente de drenaje

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

CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

Tabla 20: Espesores de losa

ESPESOR	G_t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO LADO	Solver
188.00 mm	-0.222	6.696	6.724	1.61

Correcto!!

CÁLCULO DE LAS BARRAS DE AMARRE

Tabla 21: Valores de barra de amarre

ESPESOR DE LOSA (mm)	TAMAÑO DE VARILLA		SEPARACIÓN (cm)
	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	
De 150	1.27	66	76
De 160	1.27	69	76

De 170	1.27	70	76
De 180	1.27	71	76
De 190	1.27	74	76
De 200	1.27	76	76
De 210	1.27	78	76
De 220	1.27	79	76
De 230	1.59	76	91
De 240	1.59	79	91
De 250	1.59	81	91
De 260	1.59	82	91
De 270	1.59	84	91
De 280	1.59	86	91
De 290	1.59	89	91
De 300	1.59	91	91

CÁLCULO DE LONGITUD MAXIMA

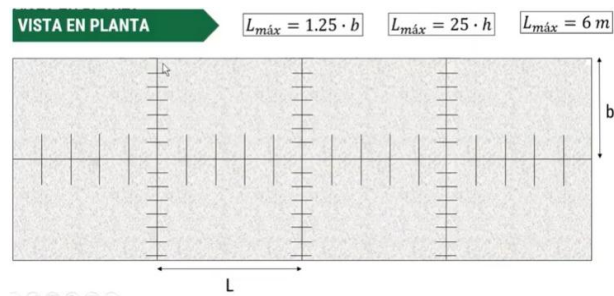


Figura 6: Valores de longitud

Tabla 22: Calculo de Longitud Máxima

Lmáx	4.125
Lmáx	500
Lmáx	6

V. DISCUSIÓN

Considerando los resultados procesados con el programa de MathCad 15™ se llegó a obtener los siguientes resultados, se procedió a tomar los días de curado, porcentaje de adición de cenizas volantes 10%, 20% y 30% y 14, 28 y 56 días de curado. Según el análisis de varianza para evaluar los efectos del porcentaje de cenizas volantes en el concreto, los días de curado y el efecto simultaneo de ambos factores en la resistencia del concreto, se demuestra estadísticamente que para el intervalo de 10 a 30% de masa de cenizas no provocan efecto en la resistencia final del concreto, así como también el efecto combinado de ambos factores, llegando a la resistencia de 290% el cual se obtuvo mediante 56 días de curado respectivamente.

En los resultados obtenidos de las características del suelo de las calicatas para este proyecto es de 7.8% del CBR al 95% teniendo como resultado según la clasificación de suelos AASHTO las características de un suelo SM – SP, siendo el porcentaje del CBR el valor importante para los parámetros a estipularse en el estudio de suelos según norma y así generar el diseño de un adecuado pavimento rígido, en el estudio de suelos presentado por Gonzales F. (2018) presenta ensayos de suelos con tipo (GM) en los cuales su porcentaje de CBR al 95% es de un 33.10% de lo cual para norma es considerado no apto, al contrario de cuando realiza el ensayo con la mezcla incorporando cenizas volantes el cual obtiene un incremento de 63.8% diferente al de nuestro proyecto, obteniendo una categoría superior a la de la presente investigación que la mezcla tiende a mejorar su resistencia con un incremento del 31.10% hasta un 64.20% de CBR así como también los estudios realizados por Ariza C., Rojas C. y Romero Y. (2016) nos manifiesta que al obtener sus resultados con la incorporación de cenizas volantes aumenta a un 15.3% del CBR al 95% de su suelo natural al 6.8% del CBR AL 95% en un suelo tipo limo.

Los resultados de la investigación realizada fueron que, el estudio de tránsito es indispensable, calculando el ESAL, el cual nos va a permitir incrementar o disminuir el espesor de losa obteniendo un resultado de 4964795

de un tipo tp6 según la metodología AASHTO 93 en el Manual de carreteras suelos geología geotecnia y pavimentos 2013.

Para Díaz, P. (2020, p. 8) donde en su proyecto de investigación de cenizas volantes incorporando al concreto para un pavimento rígido llega a la conclusión de sus resultados encontrados por el laboratorio especificando que al incorporar 10%, 20% y 30% llega a una resistencia de 264 kg/cm², 305kg/cm² y 360kg/cm² donde este muestra un ascenso en la resistencia al igual que en los resultados encontrados en el trabajo de investigación donde estos resultados se asemejan.

Según Rantung, D.; Supit, S.; Nicolás, S. (2019, p.185) en su trabajo de investigación menciona que al incorporar cenizas volantes al concreto y dejando un tiempo de 28 días de curado llega a un resistencia de compresión optima que es de 295 kg/cm²nos donde no se asemeja a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación debido a que la resistencia de compresión es de 56 días de curado llegando a una resistencia de compresión de 290 kg/cm².

Según Lustosa, P. y Magalhes, M. (2019, p.1) hace mención a sus resultados obtenidos por el laboratorio que la incorporación de cenizas volantes de un 10%, 20% al concreto llega a una resistencia a la compresión de 290 kg/cm² y 310 kg/cm² a los 28 días de curado, donde este resultado no se asemeja a lo obtenido en el trabajo de investigación equivalente a 290 kg/cm² a los 59 días de curado.

Para José Huaquisto S. (2015, p.59) en su trabajo de investigación llega a la conclusión que al añadir 2.5%, 5%, 10% y 15% de cenizas volantes al concreto obtiene valores de 233, 231, 200 kg/cm donde estos resultados son menores a los obtenidos a este proyecto, la recopilación de datos que se elaboró, considero un concreto de normalizado de 290 kg/cm².

Según Jafet P. (2018, p.225) en su proyecto de investigación llega a los resultados de incorporando cenizas un porcentaje de 2.5%, 5%,10% y 15%, y

donde la resistencia a la compresión fueron de 210 kg/cm², 225 kg/cm², 260 kg/cm² y 296 kg/cm² estos resultados son similares a lo obtenido en este proyecto lo cual indica que los resultados de nuestra población de datos resulta consistente.

De acuerdo con Mariluz, M. y Ulloa, J. (2018, p.15) hace mención a que los resultados obtenido por el autor llega a la compresión de 298 kg/cm con incorporación de 10% de cenizas volantes a los 28 días, este resultado confirma que los días de curado determinan la resistencia del concreto mientras que el 10% de cenizas no afecta a la misma.

Para Contreras, K. y Peña, J. (p.17) en su trabajo de investigación revela que los resultados obtenido fueron de 241 kg/cm² en su resistencia a la compresión añadiendo 6% de cenizas volantes con 28 días de curado donde este resultado no se asemeja con lo obtenido en el trabajo de investigación debido a que en el trabajo de investigación llega a la compresión optima de 290 kg/cm² a 56 días de curado. Esto demuestra que bajo el 6% de ceniza volante incorporado al concreto provoca la disminución de la resistencia del concreto.

De acuerdo con Patiño, C. y Vengas, E. (2017, pág. iv) mostro resultados desde 10%, 20% y 30% mostrando mejoras en la mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado, en cuanto a las propiedades de su resistencia donde no se asemeja a los resultados obtenido por el MathCad™ debido a que la resistencia optima es de 290kg/cm² a los 56 días de curado. Son resultados similares que se trabajó indicando la consistencia de resultados obtenidos de nuestra recopilación de la información.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se llegaron al término de la presente investigación fueron:

1. De la base de datos obtenida del estudio de suelos y mediante la clasificación de los suelos de los materiales (sistema SUCS y AASHTO), se obtuvo que el material del terreno de fundación del área proyectada es en mayor porcentaje arenoso SP – SM Y SP. El cual tiene un CBR = 7.8% a una compactación del 95% de su MDS.
2. Del estudio del tráfico se obtuvo que el número de ejes equivalentes (ESALs) fue de 4964795 para nuestro pavimento rígido. Es importante plasmar que el resultado de nuestro ESAL fue utilizado para el diseño con la metodología AASHTO 93. Esa población de vehículos es estratégica para el diseño del pavimento.
3. De nuestra base de datos y la utilización la estadística de Fisser mediante el programa Mathcad 15™ nos permitió confirmar que la resistencia del concreto depende solamente de los días de curado cuando se sustituyen el cemento hasta un 30% con cenizas volantes.
4. El modelo polinomial de segundo grado permite predecir el número de días para alcanzar la máxima resistencia ($f'c$); es el cual resulto en 290 kg/cm² para 28 días de curado.

VII. RECOMENDACIONES

Para la presente investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

1. Para el objetivo N°1, se recomienda trabajar con un tipo de suelo diferente al de las características finas (SM, SP), teniendo diferentes porcentajes (%) de CBR distinto al del presente proyecto.
2. Para el objetivo N°2, se recomienda tomar un número mayor de avenidas, para poder diseñar con un mayor promedio de vehículos por día y mayor número de años para el periodo de diseño.
3. Para el objetivo N°3, se recomienda realizar evaluaciones en laboratorio, para la verificación de datos.
4. Para el objetivo general, se recomienda utilizar otros programas estadísticos, siendo estos de fuente confiable, además de los ensayos de laboratorio que nos podrían acertar más oportunamente en los resultados.
5. Se recomienda evaluar la conductibilidad térmica del concreto, para que sea utilizado en zonas de niveles de temperatura bajas, para ser usado en la fabricación de viviendas.
6. Es recomendable hacer estudios de concreto modificado con cenizas volantes para aplicaciones en concreto resistente a radicación.

REFERENCIAS

Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, P.(2010). Metodología de la Investigación. Mexico D.F, pp. 736.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). AASHTO GUIDE for Design of Pavement Structures. Washington D.C, pp. 624.

Huaquisto Cáceres, Samuel, & Belizario Quispe, Germán. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Revista de Investigaciones Altoandinas, 20(2), 225-234. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>

Reglamento Nacional de Edificaciones (2009). Norma C 0.10 PAVIMENTOS URBANOS.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013). Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2015. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

Ramirez, A. y Portela, J. (2018) Comportamiento de la resistencia a la comprensión de muestras de concreto adicionadas con cenizas volantes con porcentajes inferiores al 10%. Atribucion – NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5).

Díaz, P. (2020) Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto.

Huasquisto, S. (2015) Efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto en condiciones de clima natural.

Mariluz, M. y Ulloa, J. (2018) Uso de las cenizas volantes de carbón excedentes de la central Termoelectrica Ilo21 – Moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: Resistencia a la comprensión, absorción, manejabilidad y temperatura.

Pérez, J. (2018) Influencia de la ceniza volantes “fly ash” como sustituto parcial del cemento portland IP en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Juliaca – Perú.

Sánchez, F. (2015) Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto de edades de 3, 7, 14 y 28 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días. Trujillo – Perú.

Milla, J. (2018) Resistencia de un concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ con cemento sustituido en 20% y 25% por cenizas volantes. Chimbote – Perú.

Yapuchura, R. (2019) Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna.

Quiroz y Salamanca (2006), en su libro básico de tecnologías de concreto, nos define la resistencia a la compresión del concreto.

https://issuu.com/fank2/docs/libro_b__sico_sobre_tecnolog__a_del

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP), las normas de la American Society for Testing and Materials – ASTM y las normas de la American Welding Society – AWS citadas se consideran parte de esta Norma.

Duran, A. y Rivera, J. (2007) Concreto para uso estructural, económico, durable y sustentable con alto contenido de ceniza volanta. Ciencia FIC, 39-52.

Patiño, C. y Venegas, E. (2017) Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto elaborado con cenizas volante en porcentajes de 10%, 20% y 30% en sustitución parcial del cemento. Cusco – Perú.

Contreras, K. y Peña, J. (2017) Analisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón a la mezcla. Trujillo – Perú.

Artículo 29 – Ministerio de Fomento. (2011) Aditivos. Comisión Permanente del hormigón del Reino de España.

<http://www.fomento.es/MFOM.CP.Web/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BN0535>.

Adocem - Epsa Labco, Guía para el diseño de vías de alto volumen – Pavimentos Rígidos.

Lopez, A. (1967) en su libro La utilización de las cenizas volantes según el reciente simposio de Pittsburgh. Materiales de Construcción Vol. 17, n° 128 Octubre, Noviembre, Diciembre de 1967.

Instituto Bolivariano del Cemento y Hormigón (2012) Manual de construcción de pavimentos rígidos Tomo 2 Normas para pavimentos rígidos.

Lustosa, P. y Magalhaes, M. (2019) Influence of fly ash on the compressive strength and young's modulus of concrete. Belfast – UK.

Roa, O. (2016) Las mezclas de concreto hidráulico con aditivos inclusores de aire cenizas volantes. Bogotá. D.C.

Dosificación de mezcla según ACI

<https://www.youtube.com/watch?v=7-K-77jXNu4&feature=youtu.be>

https://www.youtube.com/watch?v=1UpeQ6_iVCY

Detalle de fenómenos climáticos en la zona de Lambayeque

<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=lambayeque&p=mapa-climatico-del-peru>

<https://es.weatherspark.com/m/19287/4/Tiempo-promedio-en-abril-enLambayeque-Per%C3%BA>

<http://www.corpac.gob.pe/app/Meteorologia/TRClimatologicas/Tablas.html>

<http://www.munilambayeque.gob.pe/documentos/plaraa-2016.pdf>

https://www.mesadeconcertacion.org.pe/sites/default/files/archivos/2015/documentos/11/14_pdrc_lambayeque_2011_2021.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable Independiente					
Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Diseño de Pavimento con cenizas volantes	<p>Pavimento rígido consiste básicamente en una losa de Concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. Para una mejor clasificación de variables de diseño para pavimento rígido tenemos: variables de diseño, criterio de comportamiento y propiedades de los materiales para el diseño estructural. ASOCEM, (pg. 4)</p>	<p>El diseño del Pavimento Rígido se medirá a través de los criterios del MTC</p>	Características del suelo	CBR	Razón
			<p>Según Contreras y Peña (2017) las cenizas volantes son consideradas desecho industrial, para en la construcción serían una opción en adición del diseño y construcción de la estructura del concreto, obteniendo una resistencia a la comprensión. (p. 12)</p>	Estudio de Tráfico Vehicular	IMDA
		<p>Según Contreras y Peña (2017) las cenizas volantes son consideradas desecho industrial, para en la construcción serían una opción en adición del diseño y construcción de la estructura del concreto, obteniendo una resistencia a la comprensión. (p. 12)</p>		<p>Concreto Modificado</p>	ESAL
			<p>Porcentaje de Cenizas 10% , 20% y 30%</p>		7, 14 y 28 días de curado
Variable Dependiente					
Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Estructura del Pavimento Rígido	<p>Según los lineamientos por el MTC infiere que el pavimento rígido es una estructura conformada por una capa subbase, una capa base, considerando que esta base puede ser estabilizada con</p>	<p>El Manual de carreteras suelos, geología geotecnia y pavimento (Sección Suelos y Pavimentos) considera el número de cargas debe considerarse en la construcción de pavimento rígido. (p. .92)</p>	<p>Características del pavimento con metodología AASTHO 93</p>	<p>Espesor de la losa de concreto</p>	cm
				<p>Espesor de la base granular</p>	
				<p>Espesor de la</p>	

	<p>cemento o cualquier otro aditivo y por último una capa de rodadura de concreto hidráulico, complementario con agregados (p.24).</p>			subrasante granular	
				Coefficiente de capa	Razón
				Módulo resiliente	
				Módulo de Rodadura	
				Confiability	
				Módulo de elasticidad	

Anexo 2: Estudios de Suelos



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C



- Mecánica de Suelos
- Asfalto en Caliente
- Cimentaciones

- Viga Benkelman
- Emulsiones Asfálticas
- Laboratorio

- Concreto
- Canteras
- Autopistas

- Roturas de Testigos
- Proyectos de Canteras
- Supervisión de Obras Civiles

Calle. Juan Pablo II N° 682 Urb. Las Brisas - Telf. 074-603356 / 632606 - Cel: 979666618 - RPM # 000366 - Rpc. 965726225
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com / E-mail: servicios_lab@yahoo.es

ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMA AASHTO T-27, ASTM D-422

OBRA	MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA PAVIMENTACION DE LA CALLE HUAMACHUCO ENTRE MALECON URETA Y OVALO NAYLAMP; DISTRITO DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE		
MATERIAL	TERRENO NATURAL	RESP. LAB :	CH.C.V.
UBICACION	CALLE HUAMACHUCO Y BACA MATOS	TEC. LAB. :	F.F.M.
SOLICITANTE	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE	FECHA :	18/08/2012

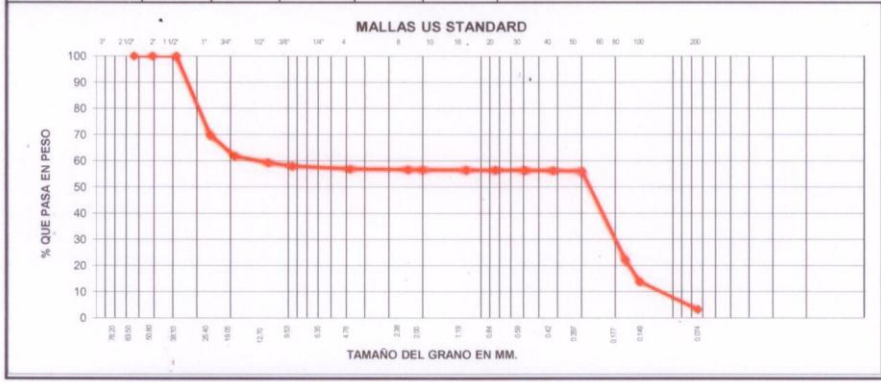
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	03
MUESTRA	M-2

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D 2216/4643)
3"	76.200						Numero de la Tara : S/n
2 1/2"	63.500						Peso de la Tara : 2903.0
2"	50.800						Tara + Suelo Humedo : 2635.0
1 1/2"	38.100						Tara + Suelo Seco : 268.0
1"	25.400	798	30.3	30.3	69.7		Peso del Agua : 2635.0
3/4"	19.050	208	7.9	38.2	61.8		Peso del suelo seco : 2635.0
1/2"	12.700	68	2.6	40.8	59.2		% de humedad : 10.2
3/8"	9.525	34	1.3	42.0	58.0		
1/4"	6.350		0.0	42.0	58.0		DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO
N° 4	4.760	28	1.1	43.1	56.9		Peso Total (gr) : 2635
N° 8	2.380	2.4	0.3	43.4	56.6		Peso Grava (gr) : 1136
N° 10	2.000	0.5	0.1	43.5	56.5		Peso Arena (gr) : 1499
N° 16	1.190	0.7	0.1	43.5	56.5		Fraccion Fino (gr) : 500
N° 20	0.840	0.4	0.0	43.6	56.4		% Grava : 43.1%
N° 30	0.590	0.5	0.1	43.6	56.4		% Arena : 56.9%
N° 40	0.420	0.6	0.1	43.7	56.3		L.L. : 18.3%
N° 50	0.297	1.7	0.2	43.9	56.1		L.P. : NP
N° 60	0.250		0.0	43.9	56.1		
N° 80	0.177	297.2	33.8	77.7	22.3		
N° 100	0.149	74	8.4	86.1	13.9		
N° 200	0.074	93.7	10.7	96.8	3.2		
PAN		28.3	3.2	100.0	0.0		
TOTAL							

CLASIFICACION:

AASHTO : A.3 (0)
SUCS : SP



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Florentino Flores Matos

Florentino Flores Matos
TECNICO DE SUELOS
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Charles Coluncho Vargas

Charles Coluncho Vargas
INGENIERO CIVIL
REG-SEP 102592
ING. RESP. LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C



- Mecánica de Suelos - Viga Benkelman - Concreto - Roturas de Testigos
- Asfalto en Caliente - Emulsiones Asfálticas - Canteras - Proyectos de Canteras
- Cimentaciones - Laboratorio - Autopistas - Supervisión de Obras Civiles



Calle. Juan Pablo II N° 682 Urb. Las Brisas - Telf. 074-603356 / 632606 - Cel: 979666618 - RPM # 000366 - Rpc. 965726225
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com / E-mail: servicios_lab@yahoo.es

LIMITES DE CONSISTENCIA
 METODO AASHTO T-89/90 Y ASTM D-423/424

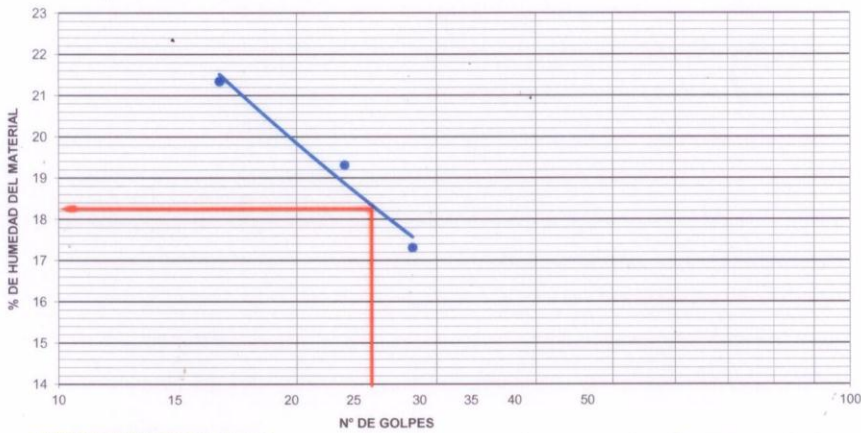
OBRA	MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA PAVIMENTACION DE LA CALLE HUAMACHUCO ENTRE MALECON URETA Y OVALO NAYLAMP, DISTRITO DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE		
MATERIAL	TERRENO NATURAL	RESP. LAB :	CH.C.V.
UBICACIÓN	CALLE HUAMACHUCO Y BACA MATOS	TEC. LAB. :	F.F.M.
SOLICITANTE	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE	FECHA :	19/08/2012

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 03
MUESTRA	: M-2
PROF. (m)	: 0.40 - 1.10 m

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	30	31	32			
Nro. DE CAPSULA	30	31	32			
PESO TARA + SUELO HUMEDO (A)	33.86	33.80	32.87			
PESO TARA + SUELO SECO (B)	30.99	31.17	30.57			
PESO DE LA TARA (C)	17.54	17.55	17.28			
PESO DEL AGUA (A-B)	2.87	2.63	2.30			
PESO SUELO SECO (B-C)	13.45	13.62	13.29			
HUMEDAD [W=(A-B)/(B-C)*100	21.34	19.31	17.31			
Nro. DE GOLPES	16	23	28			

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
18.3 %		



SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Florentino Flores Matos
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SAC.

Charles Coluncho Vozguez
 INGENIERO CIVIL
 RESPONSABLE LABORATORIO



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

- Mecánica de Suelos - Viga Benkelman - Concreto - Roturas de Testigos
- Asfalto en Caliente - Emulsiones Asfálticas - Canteras - Proyectos de Canteras
- Cimentaciones - Laboratorio - Autopistas - Supervisión de Obras Civiles



Calle. Juan Pablo II N° 682 Urb. Las Brisas - Telef. 074-603356 / 632606 - Cel: 979666618 - RPM # 000366 - Rpc. 965726225
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com / E-mail: servicios_lab@yahoo.es

PROCTOR MODIFICADO

METODO AASHTO T-180-D

OBRA	: MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA PAVIMENTACION DE LA CALLE HUAMACHUCO ENTRE MALECON URETA Y OVALO NAYLAMP, DISTRITO DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE		
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	RESP. LAB	: CH.C.V.
UBICACIÓN	: CALLE HUAMACHUCO Y BACA MATOS	TEC. LAB.	: F.F.M.
SOLICITANTE	: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE	FECHA	: 18/08/2012

DATOS DE LA MUESTRA

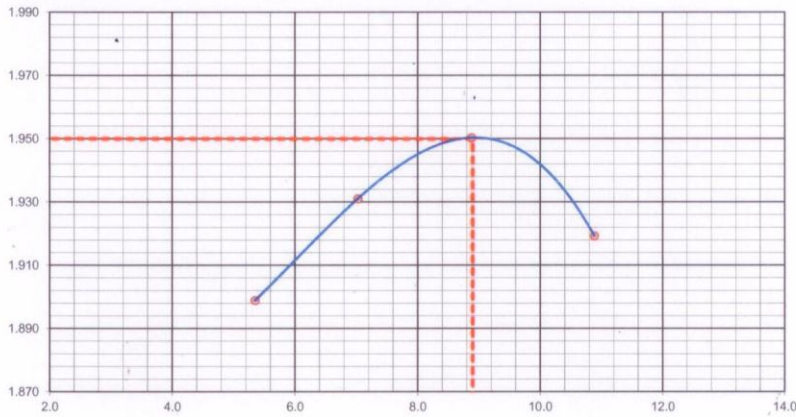
CALICATA	: 03
MUESTRA	: M-2
PROF. (m)	: 0.40 - 1.10 m

METODO DE COMPACTACION : °C VOL. MOLDE 2(cm3)= 2114 PESO MOLDE(gr)= 6396

ENSAYO DE COMPACTACION						
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	10625	10765	10885	10895		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4229	4369	4489	4499		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.000	2.067	2.123	2.128		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.899	1.931	1.950	1.919		

CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO HUMEDO + TARA	315.0	259.0	325.0	377.0		
PESO SUELOS SECO + TARA	299.0	242.0	298.5	340.0		
PESO DE LA TARA	0.0	0.0	0.0	0.0		
PESO DE AGUA	16.0	17.0	26.5	37.0		
PESO DE SUELO SECO	299.0	242.0	298.5	340.0		
CONTENIDO DE AGUA	5.4	7.0	8.9	10.9		

DENSIDAD MAXIMA SECA: 1.950 gr/cc. HUMEDAD OPTIMA: 8.90 %



OBSERVACIONES :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Florentino Flores Matos
 TÉCNICO DE SUELOS
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Charles Coluncho Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIR 102522
 ING. RESPONSABLE LABORATORIO



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

- Mecánica de Suelos
- Asfalto en Caliente
- Cimentaciones
- Viga Benkelman
- Emulsiones Asfálticas
- Laboratorio
- Concreto
- Canteras
- Autopistas
- Roturas de Testigos
- Proyectos de Canteras
- Supervisión de Obras Civiles



Calle. Juan Pablo II N° 652 Urb. Las Brisas - Telef. 074-603356 / 632606 - Cel: 979666618 - RPM # 000366 - Rpc. 965726225
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com / E-mail: servicios_lab@yahoo.es

ENSAYO DE CBR

NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1583

OBRA : MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA PAVIMENTACION DE LA CALLE HUAMACHUCO ENTRE MALECON URETA Y OVALO NAYLAMP, DISTRITO DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL RESP. LAB. : CH.C.V.
 UBICACION : CALLE HUAMACHUCO Y BAÇA MATOS TEC. LAB. : F.F.M.
 SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE FECHA : 21/08/2012

DATOS DE LA MUESTRA

CALIGATA : 03
 MUESTRA : M-2
 PROFUNDIDAD (m) : 0.40 - 1.10 m

COMPACTACION

	29		7		23	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	29		7		23	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11777	11804	10468	10578	10698	10880
Peso de molde (g)	7319	7319	6208	6208	6462	6462
Peso del suelo húmedo (g)	4458	4485	4260	4370	4236	4418
Volumen del molde (cm³)	2107	2107	2096	2096	2159	2159
Densidad húmeda (g/cm³)	2.116	2.129	2.032	2.074	1.962	2.097
Tara (N°)	5	6	8	4	1	3
Peso suelo húmedo + tara (g)	500	500	500	500	500	500
Peso suelo seco + tara (g)	460	451	460	444	460	436
Peso de tara (g)	0	0	0	0	0	0
Peso de agua (g)	40	49	40	56	40	64
Peso de suelo seco (g)	460.0	451.0	460.0	444.0	460.0	436.0
Contenido de humedad (%)	8.70	10.86	8.70	12.61	8.70	14.68
Densidad seca (g/cm³)	1.947	1.920	1.870	1.851	1.805	1.784

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL		DIAL		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%		
18/08/2012	10:20	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
19/08/2012	10:30	24	1.500	1.500	2.100	1.8	2.500	2.500	2.500	2.2
20/08/2012	11:00	48	2.800	2.800	3.200	2.8	3.900	3.900	3.900	3.4
21/08/2012	10:30	72	3.600	3.600	4.300	3.7	4.500	4.500	4.500	3.9

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 29				MOLDE N° 7				MOLDE N° 23			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	30	2		24	1		19	1		19	1		
0.050	80	4		65	3		45	2		45	2		
0.075	106	5		82	4		71	4		71	4		
0.100	70.31	145	7	7.9	11.3	120	6	5.9	8.3	94	5	4.6	6.5
0.150		234	12			190	10			132	7		
0.200	105.46	285	14	13.9	13.2	224	11	12.2	11.6	210	11	10.1	9.6
0.250		364	18			315	16			261	13		
0.300		467	24			398	20			330	17		
0.350		568	29			520	26			440	22		
0.400		850	43			615	31			510	26		

OBSERVACIONES:

SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 Florentino Flores Matos
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Charles Coluncho Vergara
 INGENIERO CIVIL
 IRE RESPONSABLE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C



- Mecánica de Suelos
- Asfalto en Caliente
- Cimentaciones
- Viga Benkelman
- Emulsiones Asfálticas
- Laboratorio
- Concreto
- Canteras
- Autopistas
- Roturas de Testigos
- Proyectos de Canteras
- Supervisión de Obras Civiles



Calle. Juan Pablo II N° 682 Urb. Las Brisas - Telef. 074-603356 / 632606 - Cel: 979666618 - RPM # 000366 - Rpc. 965726225
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com / E-mail: servicios_lab@yahoo.es

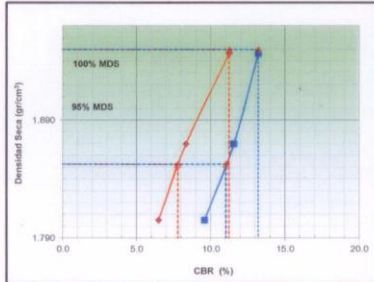
ENSAYO DE CBR

NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1557

OBRA	MEJORAMIENTO Y RENOVACION DE LA PAVIMENTACION DE LA CALLE HUAMACHUCO ENTRE MALECON URETA Y OVALO NAYLAMP, DISTRITO DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE		
MATERIAL	TERRENO NATURAL	RESP. LAB	CH.C.V.
UBICACION	CALLE HUAMACHUCO Y BACA MATOS	TEC. LAB.	FF.M
SOLICITANTE	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE	FECHA	21/08/2012

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 03
 MUESTRA : M-2
 PROFUNDIDAD (m) : 0.40 - 1.10 m



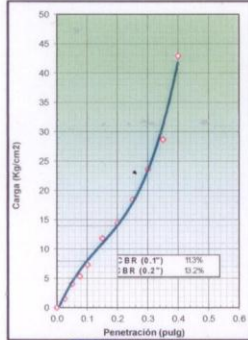
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.950
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.90
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.853

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	11.3	0.2"	13.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	7.8	0.2"	11.1

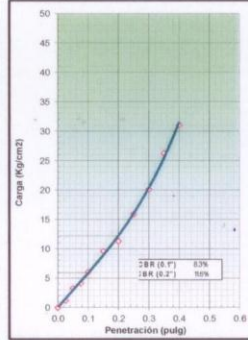
RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 11.3 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.8 (%)

OBSERVACIONES:

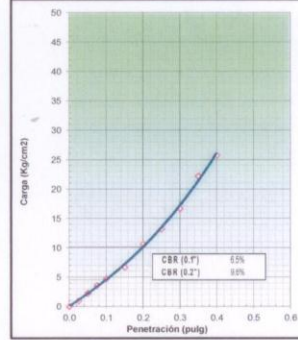
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



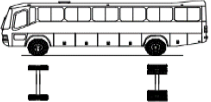



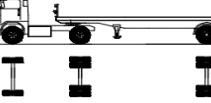
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Florentino Flores Matos
 TECNICO DE SUELOS
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Charles Coluncho Vega
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 LABORATORIO

Anexo 3: Cálculo De Numero De Repeticiones De Eje Equivalente

CÁLCULO DE NÚMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE													
VAHICULO			FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE					F.E.E. TOTAL	FACTOR DIREC. (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	AÑO	(Fca)	ESAL
TIPO	GRÁFICO	IMDs	DELANT.	EJE N° 01	EJE N° 02	EJE N° 03	EJE N° 04						
VHL1_													
B2_		73	0.51241	3.47909				3.9915	51.96%	1	365	23.585	1303337
_C2		50	0.51241	3.47909				3.9915	53.04%	1	365	37.586	1452317
_C3		59	0.51241	3.58895				4.1014	51.35%	1	365	37.586	1704728
T2S1		3	0.51241	3.47909	3.47909			7.4706	52.38%	1	365	37.586	161055
_C2R2		4	0.51241	3.47909	3.47909	3.47909		10.9497	57.14%	1	365	37.586	343358

ESAL = 4.96E+06

Anexo 4: Cuadro de Antecedentes

		DÍAS DE CURADO								
		Mezclas	14			28			56	
PORCENTAJE DE CENIZAS VOLANTES EN EL CEMENTO	10%	104	170	155	227	200	223	262	277	269
		155	192	622	223	241	891	269	269	1078
	20%	129	102	132	300	399	339	320	204	262
		132	166	529	320	339	1357	262	262	1048
	30%	195	115	149	247	306	311	177	279	228
		137	149	595	380	311	1245	228	228	912

$$DM1 := \begin{pmatrix} 104 & 227 & 262 \\ 170 & 200 & 277 \\ 155 & 223 & 269 \\ 192 & 241 & 269 \\ 129 & 300 & 320 \\ 102 & 399 & 204 \\ 132 & 320 & 262 \\ 166 & 339 & 262 \\ 195 & 247 & 177 \\ 115 & 306 & 279 \\ 137 & 380 & 228 \\ 149 & 311 & 228 \end{pmatrix}$$

$$DM2 := \begin{pmatrix} 622 & 891 & 1078 \\ 529 & 1357 & 1048 \\ 595 & 1245 & 912 \end{pmatrix}$$

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{j,0} = 1.746 \times 10^3$$

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{1,j} = 2.934 \times 10^3$$

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{j,1} = 3.493 \times 10^3$$

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{0,i} = 2.591 \times 10^3$$

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{j,2} = 3.038 \times 10^3$$

$$\sum_{j=0}^2 DM2_{2,j} = 2.752 \times 10^3$$

$$DM12 := \sum_{j=0}^2 \sum_{i=0}^{11} (DM1_{i,j})^2 = 2.111 \times 10^6$$

$$DM11 := \sum_{j=0}^2 \sum_{i=0}^{11} (DM1_{i,j}) = 8.276 \times 10^3$$

$$SST := DM12 - \frac{DM11^2}{36} = 2.085 \times 10^5$$

$$DM22 := \sum_{j=0}^2 \sum_{i=0}^2 (DM2_{i,j})^2 = 8.298 \times 10^6$$

$$SS1 := \frac{1}{3 \cdot 4} \cdot (2591^2 + 2934^2 + 2752^2) - \frac{DM11^2}{36} = 5.368 \times 10^3$$

Efecto de la ceniza

$$SS2 := \frac{1}{3 \cdot 4} \cdot (1746^2 + 3493^2 + 3038^2) - \frac{DM11^2}{36} = 1.374 \times 10^5$$

Efecto del tiempo de curado

$$SSINTER := \frac{1}{4} \cdot DM22 - \frac{DM11^2}{36} - SS1 - SS2 = 2.927 \times 10^4$$

Efecto combinado de % ceniza y tiempo de curado

$$SSE := SST - SS1 - SS2 - SSINTER = 3.645 \times 10^4$$

ANOVA (analysis of variance) Usa la distribución probabilística de Fisher (F)

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	FC
%ceniza	5.368×10^3	2	$\frac{5.368 \times 10^3}{2} = 2.684 \times 10^3$	$\frac{2.684 \times 10^3}{1.35 \times 10^3} = 1.988$
Dias de curado	1.374×10^5	2	$\frac{1.374 \times 10^5}{2} = 6.87 \times 10^4$	$\frac{6.87 \times 10^4}{1.35 \times 10^3} = 50.889$
Interaction	2.927×10^4	4	$\frac{2.927 \times 10^4}{4} = 7.317 \times 10^3$	$\frac{7.317 \times 10^3}{1.35 \times 10^3} = 5.42$
SSI	3.645×10^4	27	$\frac{3.645 \times 10^4}{27} = 1.35 \times 10^3$	
SS1	2.085×10^5	35		

Valores críticos de F FC Compara F0 con valor crítico de F

$qF(0.95, 2, 27) = 3.354$	2	$F_0 < F$	Se acepta la hipótesis nula
$qF(0.95, 2, 27) = 3.354$	51	$F_0 > F$	Se rechaza la hipótesis nula
$qF(0.95, 4, 27) = 2.728$	5.4	$F_0 > F$	Se rechaza la hipótesis nula

qF (grado de confianza, grados de libertad numerador, grados de libertad denominador)

$$95 \quad \frac{\text{numerador}}{\text{denominador}}$$

Anexo 5: Análisis De Varianza

Pc := (10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30)

D := (14 14 14 14 28 28 28 28 56 56 56 56 14 14 14 14 28 28 28 28 56 56 56 56 14 14 14 14 28 28 28 28 56 56 56 56)

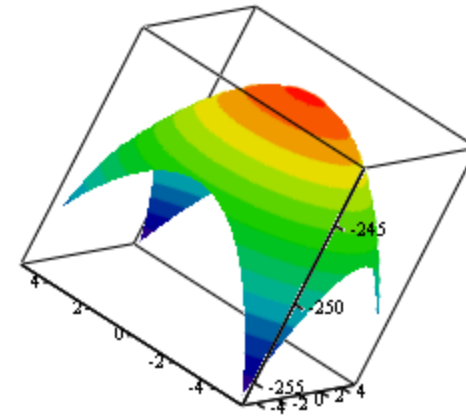
Co := (104 170 155 192 227 200 223 241 262 277 269 269 129 102 132 166 300 399 320 339 320 204 262 262 195 115 137 149 247 306 380 311 177 279 228 228)

$X := \begin{bmatrix} n & \sum_i x_{1i} & \sum_i x_{2i} & \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i (x_{1i})^2 & \sum_i (x_{2i})^2 \\ \sum_i x_{1i} & \sum_i (x_{1i})^2 & \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i (x_{1i})^3 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] \\ \sum_i x_{2i} & \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i (x_{2i})^2 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i (x_{2i})^3 \\ \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i [(x_{1i})^3 \cdot x_{2i}] & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^3] \\ \sum_i (x_{1i})^2 & \sum_i (x_{1i})^3 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_i [(x_{1i})^3 \cdot x_{2i}] & \sum_i (x_{1i})^4 & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] \\ \sum_i (x_{2i})^2 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i (x_{2i})^3 & \sum_i [x_{1i} \cdot (x_{2i})^3] & \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] & \sum_i (x_{2i})^4 \end{bmatrix}$	$Y := \begin{bmatrix} \sum_i y_i \\ \sum_i (x_{1i} \cdot y_i) \\ \sum_i (x_{2i} \cdot y_i) \\ \sum_i (x_{1i} \cdot x_{2i} \cdot y_i) \\ \sum_i [(x_{1i})^2 \cdot y_i] \\ \sum_i [(x_{2i})^2 \cdot y_i] \end{bmatrix} \quad b := X^{-1} \cdot Y \quad b = \begin{pmatrix} -241.778 \\ 11.742 \\ 23.53 \\ -0.069 \\ -0.22 \\ -0.28 \end{pmatrix}$
--	---

x1 := Pc^T
 x2 := D^T
 y := Co^T
 n := 36
 i := 0.. 35

$$y_1(x_1, x_2) := -241.8 + 11.742x_1 + 23.53x_2 - 0.069x_1x_2 - 0.22x_1^2 - 0.28x_2^2$$

$$y_2(x_1, x_2) := -241.8 - 0.069x_1x_2 - 0.22x_1^2 - 0.28x_2^2$$



y2

Anexo 6: Cuadro de Antecedentes para ecuación de segundo orden

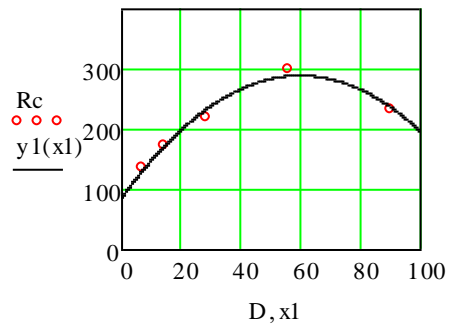
		DÍAS DE CURADO														
		Mezclas	7		14		28		56		90					
PORCENTAJE DE CENIZAS VOLANTES EN EL CEMENTO	2%	147	146	143	180	182	187	223	231	228	302	302	151	231	242	240
		141	139	572	187	199	748	221	235	910			604	241	245	959
	5%	150	107	149	185	155	180	231	233	231	293		73	235	262	257
		152	186	594	181	201	722	236	222	922			293	271	260	1028
	15%	125	92	121	127	159	155	214	195	198			0	204	201	203
		134	132	483	145	188	619	192	191	792			0	202	205	813
		1649	137		2089	174		2624	219		897	299		2800	233	

$$D := \begin{pmatrix} 7 \\ 14 \\ 28 \\ 56 \\ 90 \end{pmatrix} \quad Rc := \begin{pmatrix} 137 \\ 174 \\ 219 \\ 299 \\ 233 \end{pmatrix}$$

$$y1(x1) := 88.044 + 6.781x1 - 0.057x1^2$$

$$x1 := 0, 0.1..100$$

$$\frac{d}{dx1} y1(x1) \rightarrow -0.114x1 + 6.781$$



$$x1 := \frac{6.781}{0.114}$$

$$x1 = 59.482$$

$$y1(59) = 289.706$$

$$n := 5$$

$$x := D \quad y := Rc$$

$$A := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=0}^4 x_i & \sum_{i=0}^4 (x_i)^2 \\ \sum_{i=0}^4 x_i & \sum_{i=0}^4 (x_i)^2 & \sum_{i=0}^4 (x_i)^3 \\ \sum_{i=0}^4 (x_i)^2 & \sum_{i=0}^4 (x_i)^3 & \sum_{i=0}^4 (x_i)^4 \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^4 y_i \\ \sum_{i=0}^4 (x_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^4 [(x_i)^2 \cdot y_i] \end{bmatrix}$$

$$F := A^{-1} \cdot B$$

$$F = 1F$$

FORMULA

RESULTADO

$$Z := A^{-1} \cdot B$$

$$Z = \begin{pmatrix} 88.044 \\ 6.781 \\ -0.057 \end{pmatrix}$$

$$m := 3 \quad \text{PARAMETROS}$$

Modelo

$$y1(x) := 88.044 + 6.781x - 0.057x^2$$

$$x = \begin{pmatrix} 7 \\ 14 \\ 28 \\ 56 \\ 90 \end{pmatrix}$$

$$y_{\text{modelo}} := \begin{pmatrix} 132.718 \\ 171.806 \\ 233.224 \\ 289.028 \\ 236.634 \end{pmatrix}$$

$$y1(x) = \begin{pmatrix} 132.718 \\ 171.806 \\ 233.224 \\ 289.028 \\ 236.634 \end{pmatrix}$$

$$y1(14) = 171.806$$

ANALISIS DE VARIANZA ANOVA

$m := 3$

$$SST := \sum_{i=0}^4 (y_i - \text{mean}(y))^2$$

$SST = 1.513 \times 10^4$

$$SS_{\text{reg}} := \sum_{i=0}^4 (y_{\text{modelo}_i} - \text{mean}(y))^2$$

$SS_{\text{reg}} = 1.489 \times 10^4$

$SS_{\epsilon} := SST - SS_{\text{reg}}$

$SS_{\epsilon} = 237.33$

FUENTE DE ERROR	MAGNITUD	G. LIBERTAD	MEDIA DE ERRORES	FACTOR F0
SSreg	1.489×10^4	$m - 1 = 2$	$\frac{SS_{\text{reg}}}{m - 1} = 7.445 \times 10^3$	$\frac{7.445 \times 10^3}{118.665} = 62.74$
SS ϵ	237.33	$4 - 2 = 2$	$\frac{SS_{\epsilon}}{4 - 2} = 118.665$	
SST	1.513×10^4	$n - 1 = 4$		

VALOR CRITICO F

$qF(0.95, 2, 2) = 19$

F0

62.74

Rechazo H0

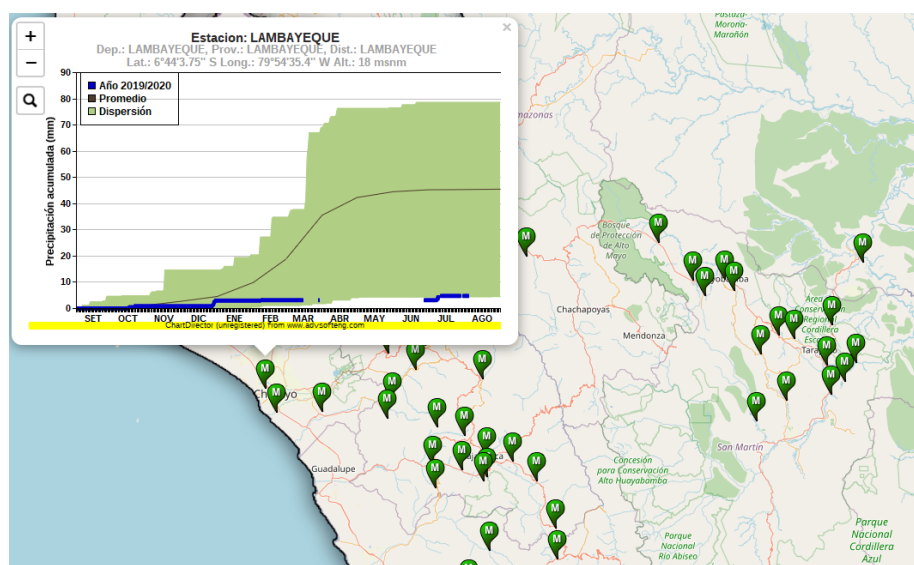
Acepto H1

H1 = Los días de tratamiento del concreto afectan a su resistencia, y el modelo de segundo orden es adecuado para la relación días de curado y resistencia a la compresión.

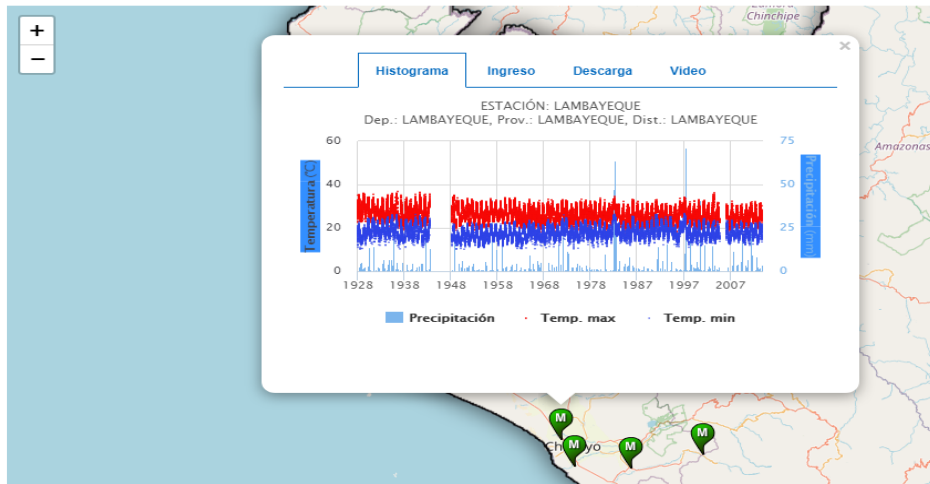
Anexo 7: FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS - LAMBAYEQUE

FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS - LAMBAYEQUE						
AÑO	VIENTOS	NUBES		LLUVIA	TEMPERATURA	
		MINIMA	MAXIMA		MINIMA	MAXIMA
2015	17km/h	21.5%	45%	11mm	14.8°C	32.5°C
2016	16km/h	28%	73.50%	15mm	13°C	30°C
2017	28.4km/h	61%	85%	113mm	14.1°C	35°C
2018	16,4km/h	28%	74%	12mm	15°C	32°C
2019	12,4km/h	29%	72%	13 mm	16°C	33°C

FENÓMENO DEL NIÑO		
AÑO	MAGNITUD	ATSM
82 - 83	Muy severo	>8°C
97 - 98	Muy severo	>8°C
2017	Severo	>6°C



Descarga de datos Meteorológicos a nivel nacional



Clima Semi-Cálido (Desértico-Arido-Sub Tropical)

Precipitación:
Arido

Temperatura:
Semicálido

Humedad:
Húmedo

Temperatura media anual de 18° a 19°C, decreciendo en los niveles más elevados de la región. En todo el litoral costero hay presencia de cielo nublado y escasa o nula precipitación, lo que la tipifica como una zona árida con temperaturas extremas máximas y mínimas. En otoño e invierno amanece nublada o cubierta y hacia el mediodía las nubes rápidamente se disipan permitiendo intenso brillo solar.

Las lluvias son muy escasas en la mayor parte del año excepto en los años en que hay presencia del Fenómeno El Niño ocasionando lluvias de moderada a fuerte intensidad.



	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
2014	20 de marzo 11:57	21 de junio 05:51	22 de setiembre 21:29	21 de diciembre 18:03
2015	20 de marzo 17:45	21 de junio 11:38	23 de setiembre 03:20	21 de diciembre 23:48
2016	19 de marzo 23:30	20 de junio 17:34	22 de setiembre 09:21	21 de diciembre 05:44
2017	20 de marzo 05:28	20 de junio 23:24	22 de setiembre 15:02	21 de diciembre 11:28
2018	20 de marzo 11:15	21 de junio 05:07	22 de setiembre 20:54	21 de diciembre 17:22
2019	20 de marzo 16:58	21 de junio 10:54	23 de setiembre 02:50	21 de diciembre 23:19
2020	19 de marzo 22:49	20 de junio 16:43	22 de setiembre 08:30	21 de diciembre 05:02

Anexo 8: Diseño de Mezcla

Diseño de mezcla

Datos.

Cemento= tipo I

$F_c = 290 \text{ Kg/cm}^2$

slump 5cm 4 Pulg.

Pe agua 1000 kg/m³

Agregados.

Costo dosificación con cenizas volantes

1) Cálculo f'_{cr} (Resistencia promedio requerida)

$F_c = 290 \text{ Kg/cm}^2$

b) Cuando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondiente a obras anteriores.

F'_c	F'_{cr}
Menos de 210	$F'_c + 70$
210 - 350	$F'_c + 84$
>350	$F'_c + 98$

b) Cuando no tenemos:

$F'_{cr} = 290 + 84 = 374 \text{ kg/cm}^2$

2) Contenido de aire.

TABLA 02
CONTENIDO DE AIRE A TRAPADO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

aire = 1 %

3) Contenido de agua.

TABLA 01
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1' a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3' a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6' a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1' a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3' a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6' a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

$a = 181 \text{ Lt. / m}^3$

4) Relación a/c (Por resistencia requerida)

$T'_{cr} = 374 \text{ Kg / cm}^2$

Tabla # 5

350 _____ 0.48

374 _____ X

400 _____ 0.43

$\frac{400 - 374}{400 - 350} = \frac{400 - 350}{400 - 350}$

$0.43 - X = 0.43 - 0.48$

$$X = 0.456 \text{ a/c}$$

5) Contenido de cemento

$$\frac{181}{c} = 0.456$$

c

$$C = 396.93 \text{ Kg.}$$

$$\text{Factor C} = 396.93 / 42.5$$

$$9.34 \text{ bls.}$$

6) Peso de agregados grueso

TABLA 04

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino. (b / b_s)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Peso agregado grueso

$$\text{Ag} = \frac{b}{b_s} \times \text{Peso usc (Unitario seco compactado)}$$

$$\text{Peso ag} = 0.74 \text{ m}^3 \times 1240.98 \text{ Kg.}$$

7) Volúmen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{396.93 \text{ kg.}}{3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.126$$

$$3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000$$

$$\text{Agua} = \frac{181 \text{ kg.}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.181 \text{ m}^3$$

$$1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ m}^3$$

$$100$$

Volumen agregado grueso.

$$\frac{1240.98 \text{ kg}}{2610 \text{ kg/m}^3} = 0.475 \text{ m}^3$$

$$2610 \text{ kg/m}^3$$

$$\Sigma = (\text{vol. Cemento} + \text{vol. Agua} + \text{vol. Ag.}) = 0.792 \text{ m}^3$$

8) Volumen agregado fino

$$1 \text{ m}^3 - 0.792 \text{ m}^3 = 0.208 \text{ m}^3$$

Peso agregado fino:

$$0.208 \text{ m}^3 \times 2750 \text{ kg / m}^3 = 572 \text{ kg.}$$

9) Presentación diseño estado seco:

$$\text{Cemento} \quad 396.93 \text{ KG.}$$

$$\text{Ag. fino} \quad 572 \text{ kg.}$$

$$\text{Ag. grueso} \quad 1240.98 \text{ kg.}$$

$$\text{Agua} \quad 181 \text{ Lts.}$$

10) Corrección por humedad

Ag. fino

$$\text{Peso seco} \times \left(\frac{W\%}{100} + 1 \right)$$

$$100$$

$$572 \left(\frac{2.5}{100} + 1 \right) = 586.3 \text{ kg.}$$

100

Agregado grueso

$$1240.98 \times \left(\frac{1.7}{100} \times 1 \right) = 1262.08 \text{ kg.}$$

100

11) Aporte de agua a la mezcla.

Agregado fino.

$$Af = \frac{(\% w - \% \text{ abs.}) \times \text{af.seco}}{100}$$

100

$$Af = \frac{2.5 - 5.7 \times 586.3}{100} = -18.76$$

100

Agregado grueso.

$$Ag = \frac{(\% w - \% \text{ abs.}) \times \text{ag. Seco}}{100}$$

100

$$Ag = \frac{(1.7 - 2.5) \times 1262.077}{100} = -13.651 \text{ Lts.}$$

100

$$\text{Suma} = -32.41 \text{ Lts.}$$

12) Agua efectiva.

$$\text{Agua} = 181 \text{ Lts.} - (-32.41 \text{ Lts.})$$

$$= 213.41 \text{ Lts.}$$

13) Proporcionamiento del diseño.

Cemento	Agregado Afino	Agregado grueso	Agua
396.93 kg	586.3 kg	1262.08 kg	213.41 Lts

Relación

Cemento	Agregado Afino	Agregado grueso	Agua
1	1.48	3.18	22.85 Lts

Costos

$$\text{Cemento sol tipo 1} = 25.00 \text{ soles} \times 9.34 \text{ bols} = 233.5$$

$$\text{Agregado fino} = 23.25 \text{ soles}$$

$$\text{Agregado grueso} = 47.33 \text{ soles}$$

$$\text{Agua} = 0.00235 \text{ soles por litro} \times 213.41 = 0.52 \text{ soles}$$

$$\text{Total} = S/304.6 \times \text{m}^3 \text{ de concreto}$$

Costo dosificación con cenizas volantes

a) nueva Relación a/c (Por resistencia requerida)

$$Fw = 30.00\%$$

$$\frac{a}{a}$$

$$C + Id$$

Fw = Contenido de ladrillo (%en peso del cemento)

$$= 0.56$$

b) análisis de diseño

1. factor cemento = $\frac{213.41}{0.59}$

$$0.59$$

Fact. Cemento = 361.71 en bolsa seria:
8.51 bls/m³

2. Contenido de agregado grueso

Peso del agregado grueso seco =

Peso agregado grueso

$$Ag = \frac{p}{b} \times \text{Peso usc (Unitario seco bo compactado)}$$

$$\text{Peso ag} = 0.74 \text{ m}^3 \times 1240.98 \text{ Kg.}$$

7) Volumen absoluto del cemento y cenizas volantes

Peso del cemento:

$$C = 361.71 \times 70\% = 253.2 \text{ kg/cm}^3$$

Peso de la CV:

$$CV = 361.71 \times 30\% = 108.5 \text{ kg/cm}^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{253.2 \text{ kg/cm}^3}{3.15} = 0.080 \text{ m}^3$$

$$3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000$$

$$CV = \frac{108.5 \text{ kg/cm}^3}{2.5} = 0.0434 \text{ m}^3$$

$$2.5 \text{ gr/cm}^3 \times 1000$$

Volumen absoluto del agua

$$\text{Agua} = \frac{181 \text{ kg.}}{1000} = 0.181 \text{ m}^3$$

$$1000 \text{ kg/m}^2$$

Volumen absoluto del aire

$$\text{Aire} = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ m}^3$$

$$100$$

Volumen agregado grueso.

$$\frac{1240.98 \text{ kg}}{2610} = 0.475 \text{ m}^3$$

$$2610 \text{ kg/m}^3$$

$$\Sigma = (\text{vol. Cemento} + \text{vol. Agua} + \text{vol. Ag})$$

$$= 0.789 \text{ m}^3$$

8) Volumen agregado fino

$$1 \text{ m}^3 - 0.789 \text{ m}^3 = 0.211 \text{ m}^3$$

Peso agregado fino:

$$0.211 \text{ m}^3 \times 2750 \text{ kg / m}^3 = 580.25 \text{ kg.}$$

9) Presentación diseño estado seco:

Cemento _____ 361.71kg/cm³.

100

CV _____ 108.5kg/cm³

Suma = - 47.53 Lts.

Ag. fino _____ 580.25 kg

12) Agua efectiva.

Ag. grueso _____ 1240.98 kg.

Agua = 181 Lts. - (-47.53 Lts.)

Agua _____ 181 Lts.

= 228.53 Lts.

10) Corrección por humedad

Ag. fino

Peso seco x ($\frac{W\%}{100} + 1$)

100

580.25 ($\frac{2.5}{100} + 1$) = 594.76 kg.

100

Agregado grueso

1240.98 x ($\frac{1.7}{100} + 1$) = 1262.077 kg.

100

11) Aporte de agua a la mezcla.

Agregado fino.

Af = $\frac{(\% w - \% abs.) \times af.seco}{100}$

100

Af = $\frac{2.5 - 5.7}{100} \times 594.76 = - 33.87$

100

Agregado grueso.

Ag = $\frac{(\% w - \% abs.) \times ag.seco}{100}$

100

Ag = $\frac{(1.7 - 2.5)}{100} \times 1262.077 = - 13.651$ Lts.

13) Proporcionamiento del diseño.

Cemento	Cenizas Volantes	Agregado Afino	Agregado grueso	Agua
361.71	108.5	580.25	1240.98	228.53 Lts

Relación

Cemento	Cenizas Volantes	Agregado Afino	Agregado grueso	Agua
1	0.23	1.60	3.43	26.85 Lts

**Costo dosificación con cenizas
volantes**

Costos

Cemento sol tipo 1

$$= S/. 25 \times 8.51 \text{ bols} = 212.75$$

Cenizas volantes

$$= S/. 3.5 * 2.55 = 8.93$$

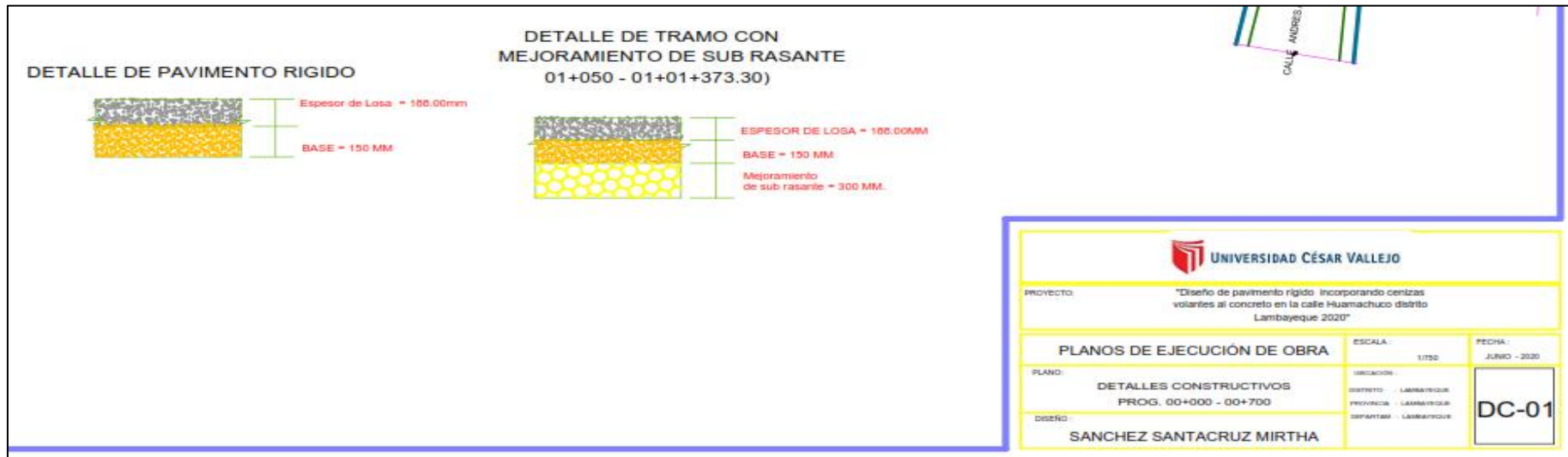
Agregado fino = 23.25 soles

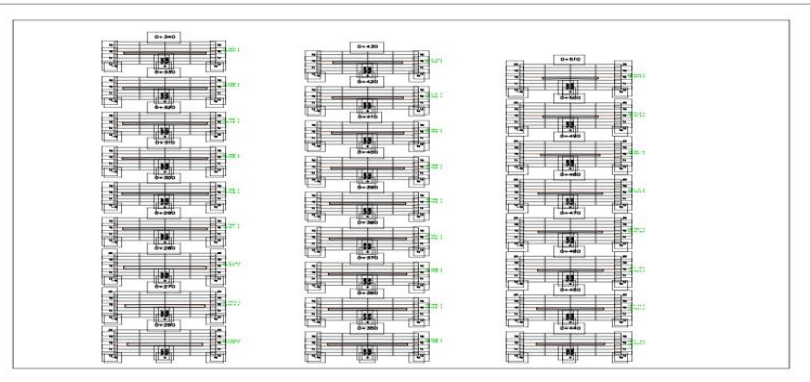
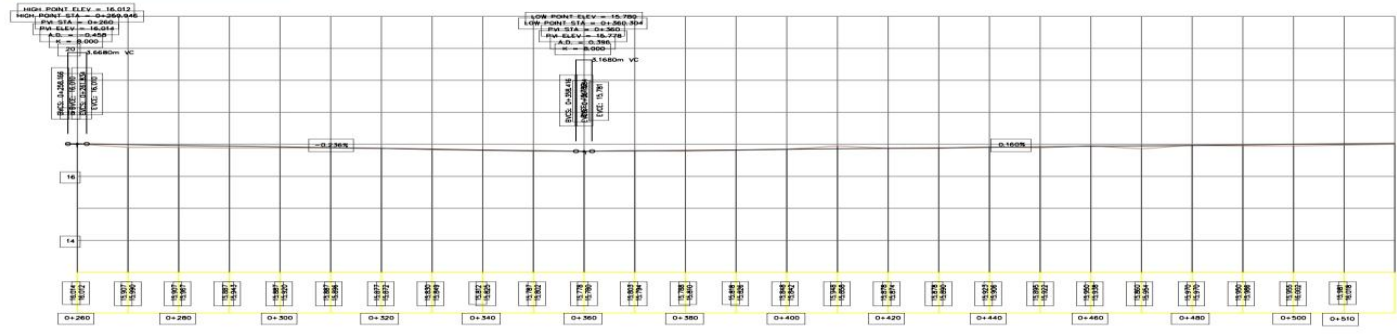
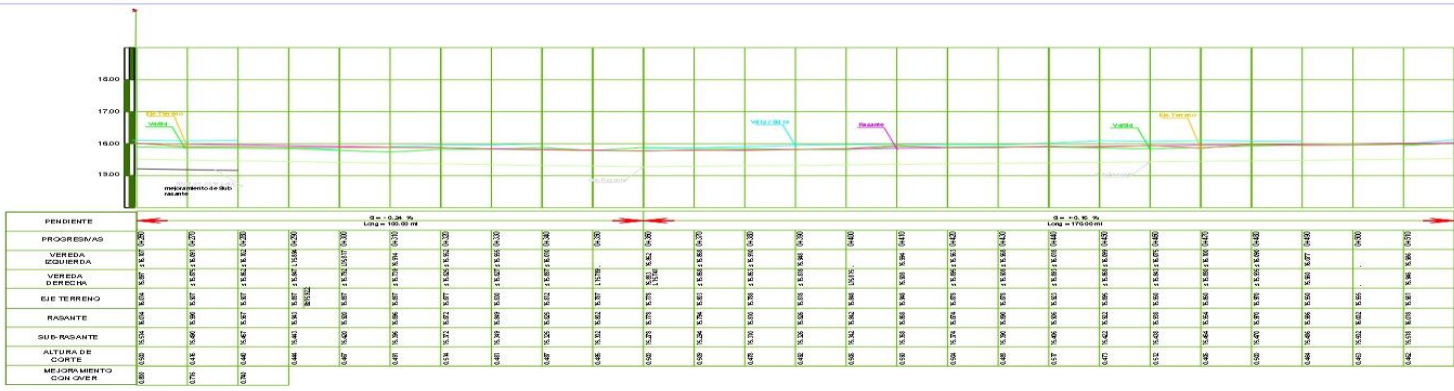
Agregado grueso = 47.33 soles

Agua=0,00235 soles por **litro x 228.53 =**
0.537 soles

Total= S/292.8 x m3 de concreto

Anexo 9: Planos de Planta, Perfiles y Secciones Transversales



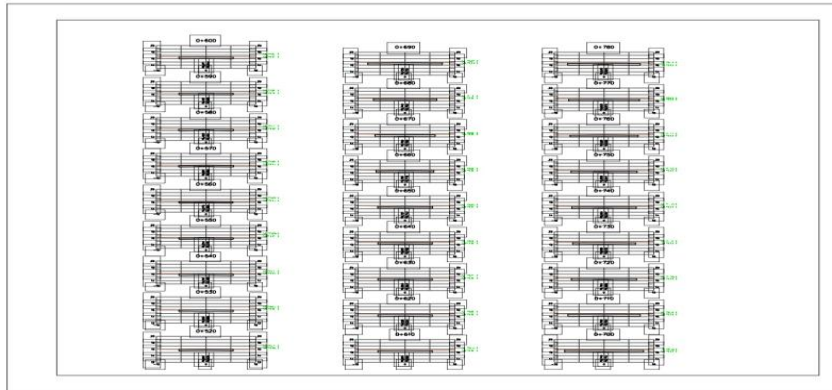
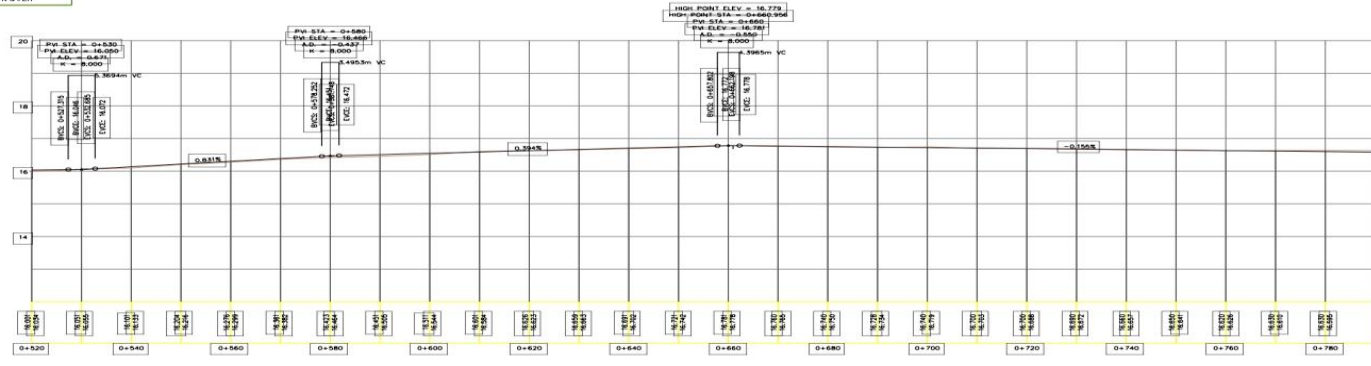
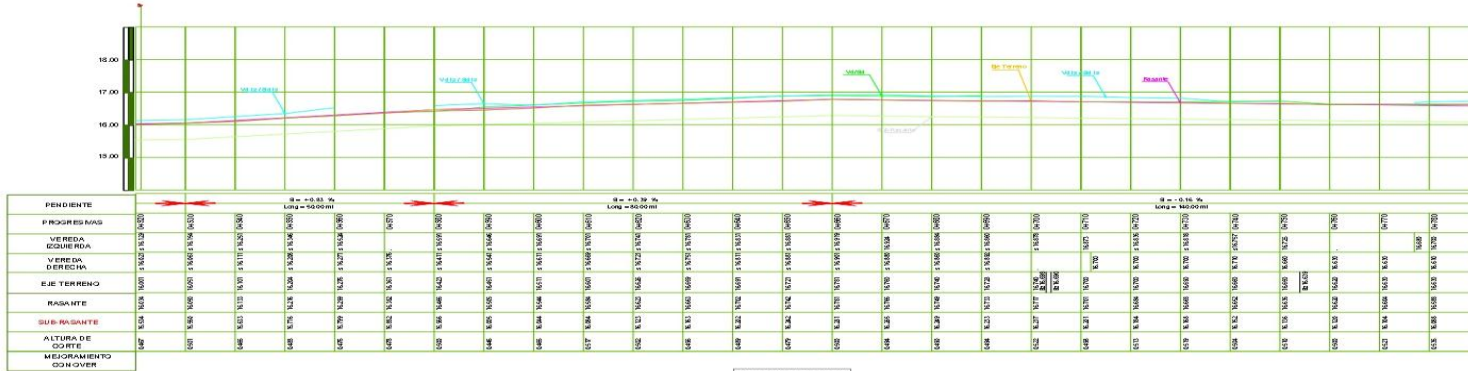


Progressive	Distancia	Áreas		Volumen de Corte m ³
		Corte	Total de Área	
260.000	0.000	12.200	12.200	128.000
270.000	10.000	12.400	12.700	136.000
280.000	20.000	12.600	13.000	144.000
290.000	30.000	12.800	13.300	152.000
300.000	40.000	13.000	13.600	160.000
310.000	50.000	13.200	13.900	168.000
320.000	60.000	13.400	14.200	176.000
330.000	70.000	13.600	14.500	184.000
340.000	80.000	13.800	14.800	192.000
350.000	90.000	14.000	15.100	200.000
360.000	100.000	14.200	15.400	208.000
370.000	110.000	14.400	15.700	216.000
380.000	120.000	14.600	16.000	224.000
390.000	130.000	14.800	16.300	232.000
400.000	140.000	15.000	16.600	240.000
410.000	150.000	15.200	16.900	248.000
420.000	160.000	15.400	17.200	256.000
430.000	170.000	15.600	17.500	264.000
440.000	180.000	15.800	17.800	272.000
450.000	190.000	16.000	18.100	280.000
460.000	200.000	16.200	18.400	288.000
470.000	210.000	16.400	18.700	296.000
480.000	220.000	16.600	19.000	304.000
490.000	230.000	16.800	19.300	312.000
500.000	240.000	17.000	19.600	320.000
510.000	250.000	17.200	19.900	328.000

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

* Diseño de pavimento rígido incorporado con zonas
volantes a concepto en la calle Hiram Baco distrito
Lima, febrero 2022

PROYECTO		ESCALA	
PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRA		1:750	
PERFILES Y SECCIONES TRANSVERSALES		1:5000 (ELEV)	
PROG. 00+260 - 00+510		1:10000 (PLAN)	
SANCHEZ SANTACRUZ MIRTHA		ST-02	



Progresivo	Distancia	Áreas		Volumen de Corte
		Corta	Total de Área	
620.000	10.000	6.713	6.200	60.000
630.000	10.000	6.226	6.226	62.226
640.000	10.000	6.720	6.226	66.226
650.000	10.000	6.963	6.226	68.226
660.000	10.000	6.951	6.226	68.226
670.000	10.000	6.749	6.226	68.226
680.000	10.000	6.943	6.226	68.226
690.000	10.000	6.872	6.226	68.226
700.000	10.000	6.333	6.100	61.000
710.000	10.000	6.200	6.200	62.000
720.000	10.000	6.110	6.100	61.000
730.000	10.000	6.100	6.100	61.000
740.000	10.000	6.200	6.200	62.000
750.000	10.000	6.303	6.200	68.200
760.000	10.000	6.303	6.100	61.000
770.000	10.000	7.310	6.100	61.000
780.000	10.000	6.303	6.100	61.000
790.000	10.000	6.303	6.100	61.000
800.000	10.000	6.303	6.100	61.000
810.000	10.000	7.000	6.200	62.000
820.000	10.000	7.310	6.200	62.000
830.000	10.000	7.200	6.200	62.000
840.000	10.000	7.200	6.200	62.000
850.000	10.000	7.200	6.200	62.000
860.000	10.000	7.200	6.200	62.000
870.000	10.000	6.200	6.200	62.000
880.000	10.000	6.200	6.200	62.000

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

* Diseño de pavimento rígido tipo hormigón cementa
volante al concreto en la calle Huancabuco distrito
Lambayeque 2020 *

PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRA

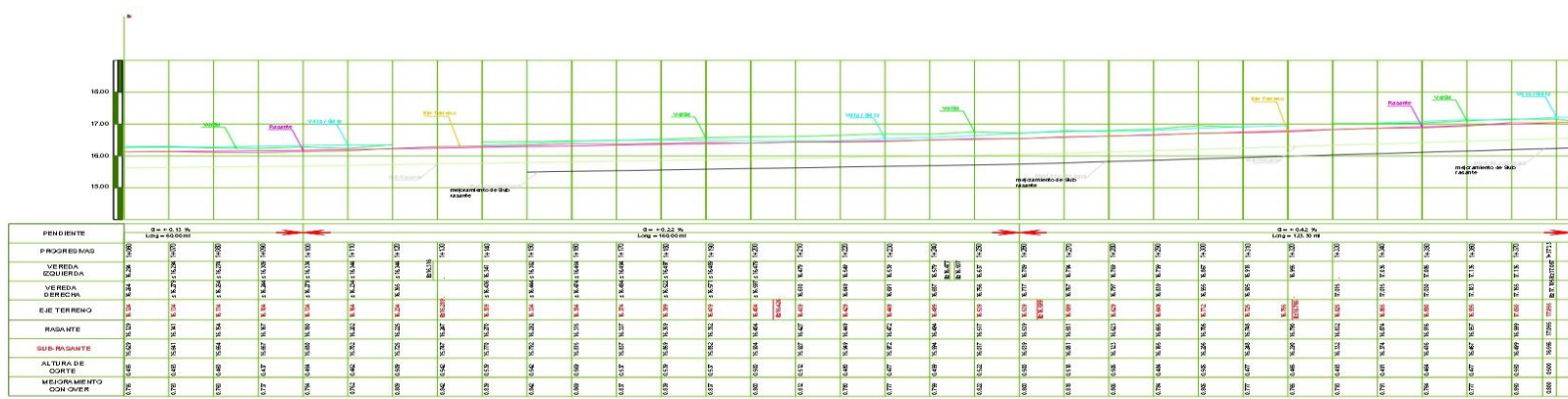
PROYECTO: **PERFILES Y SECCIONES TRANSVERSALES**
PROG. 00+520 - 00+780

ESTADO: **SANCHEZ SANTACRUZ MIRTHA**

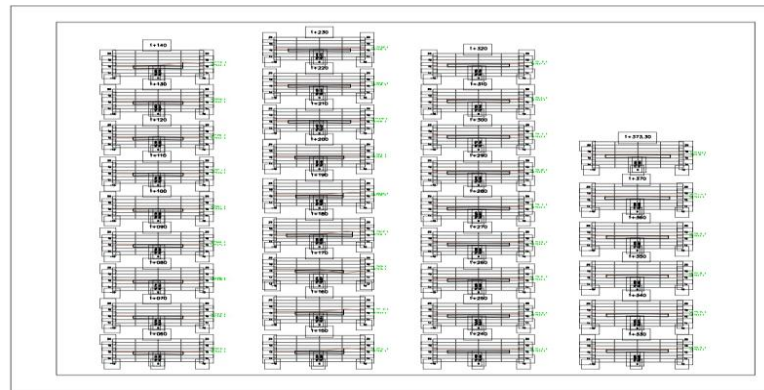
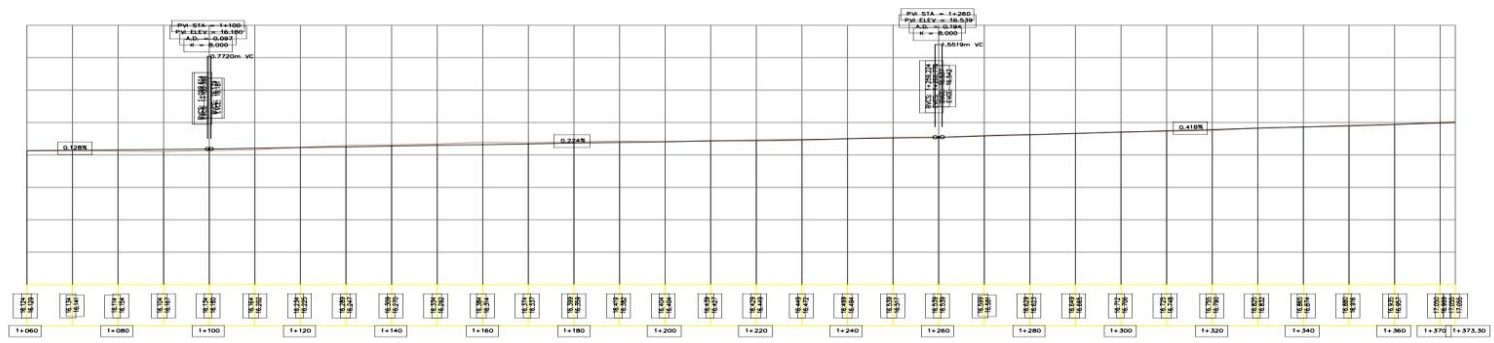
ESCALA: 1/750

FECHA: 2020 - 08 - 08

ST-03



PROGRESO/AD	VEREDA IZQUIERDA	VEREDA DERECHA	EJE TERRENO	RASANTE	SUB-RASANTE	ALTURA DE CORTE	MEJORAMIENTO CON OVER
0+000	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+025	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+050	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+075	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+100	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+125	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+150	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+175	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+200	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+225	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+250	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+275	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+300	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+325	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+350	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
0+375.30	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		



ESTACION	VEREDA IZQUIERDA	VEREDA DERECHA	EJE TERRENO	RASANTE	SUB-RASANTE	ALTURA DE CORTE
1+060	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+080	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+100	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+120	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+140	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+160	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+180	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+200	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+220	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+240	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+260	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+280	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+300	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+320	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+340	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+360	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
1+375.30	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

*Diseño de puentes tipo: arco porando centros
vialitas al concreto en la obra (11 años de diseño)
Lima, mayo del 2022

PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRA

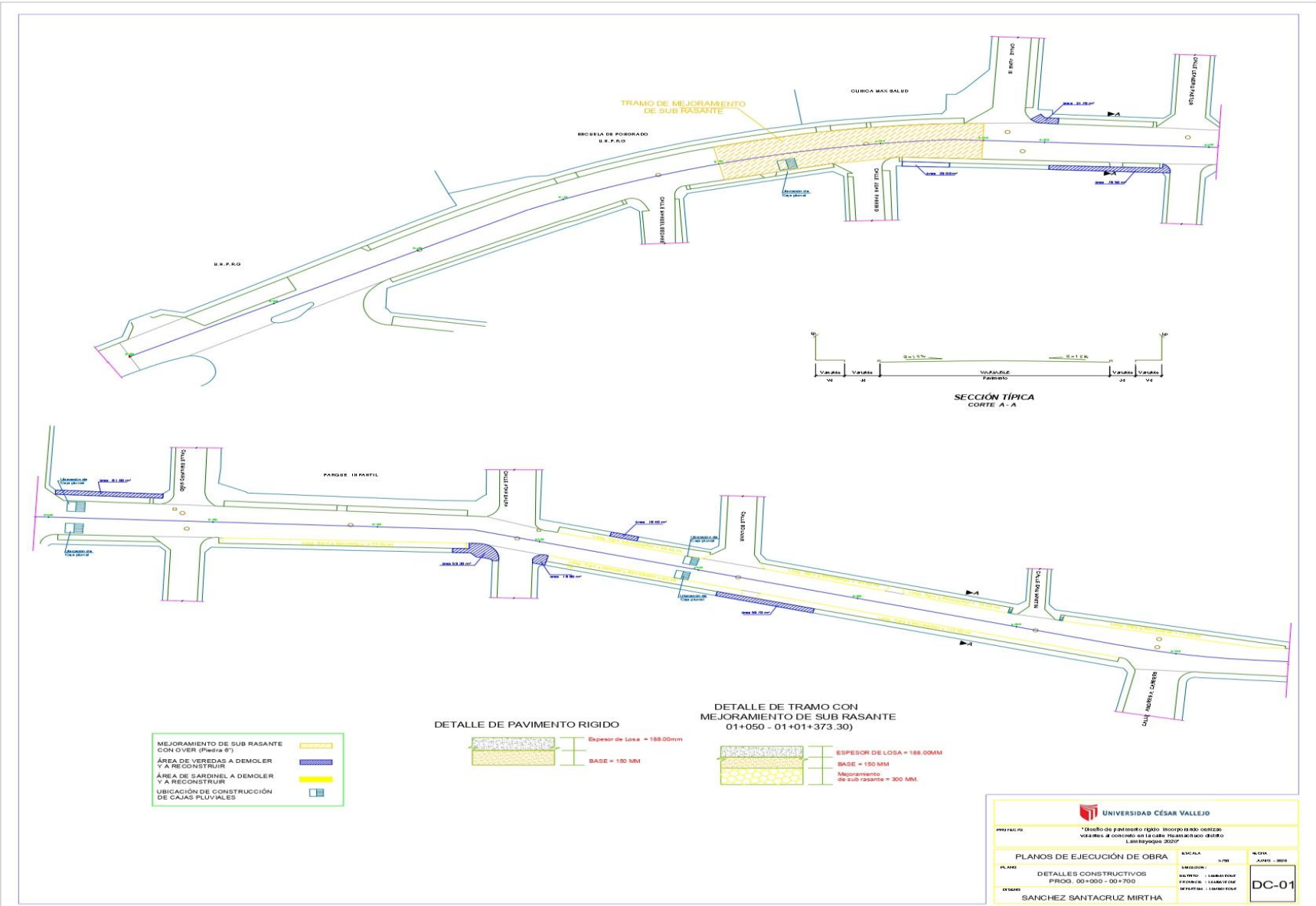
PERFILES Y SECCIONES TRANSVERSALES

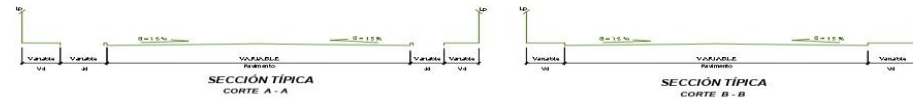
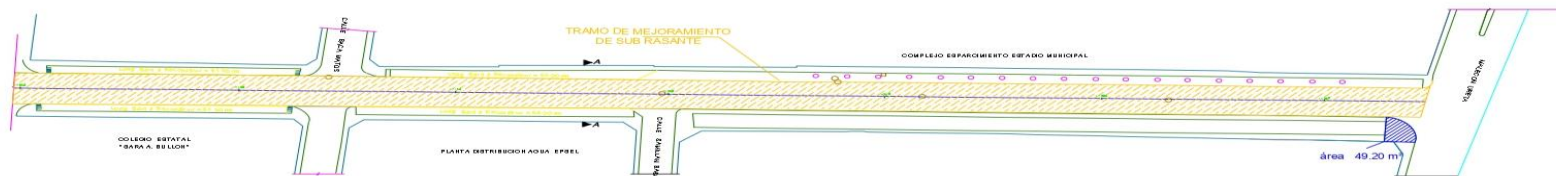
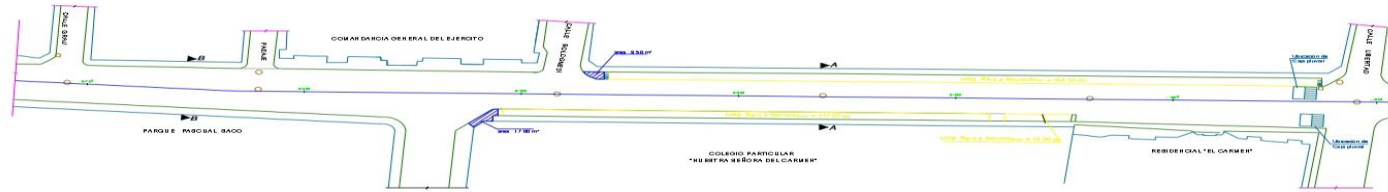
PROG. 01+000 - 01+375.30

DISEÑADA: SANCHEZ SANTACRUZ MIRTHA

ESCALA	NOTA
1:500	APRIL 2022

ST-05





- MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER (Piedra 8")
- ÁREA DE VEREDAS A DEMOLER Y A RECONSTRUIR
- ÁREA DE SARDINEL A DEMOLER Y A RECONSTRUIR
- UBICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE CAJAS PLUVIALES

DETALLE DE PAVIMENTO RIGIDO



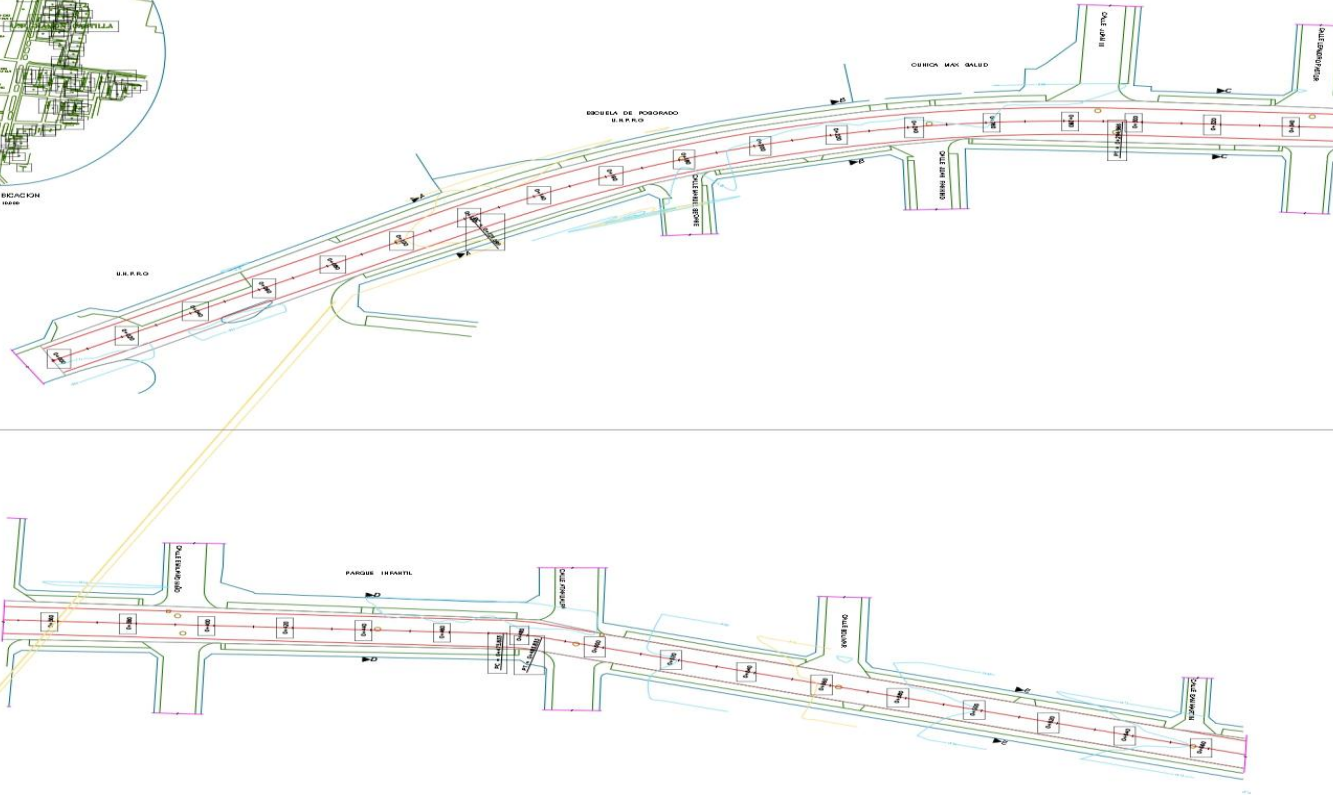
DETALLE DE TRAMO CON MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE 01+050 - 01+01+373.30)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
Diseño de pavimento rígido incorporado en el contrato VALLEJO a cargo del Ing. Oscar Huamani del 2007, Lambayeque 2007	
PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRA	
PLANO	DETALLES CONSTRUCTIVOS
PROG.	00+000 - 00+700
PROYECTO	SANCHEZ SANTACRUZ MIRTHA
ESCALA	1:100
FECHA	2010 - 08
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
DC-02	



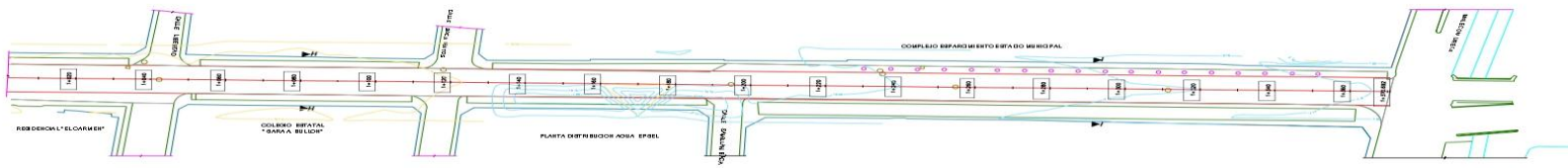
PLANO DE UBICACION
L:W 1:1.1 10000



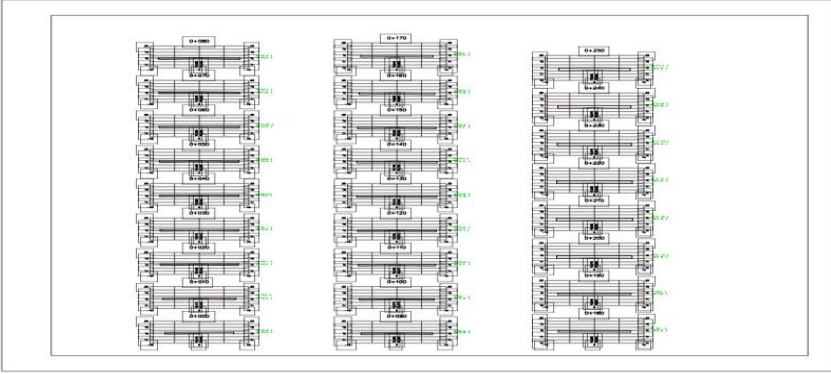
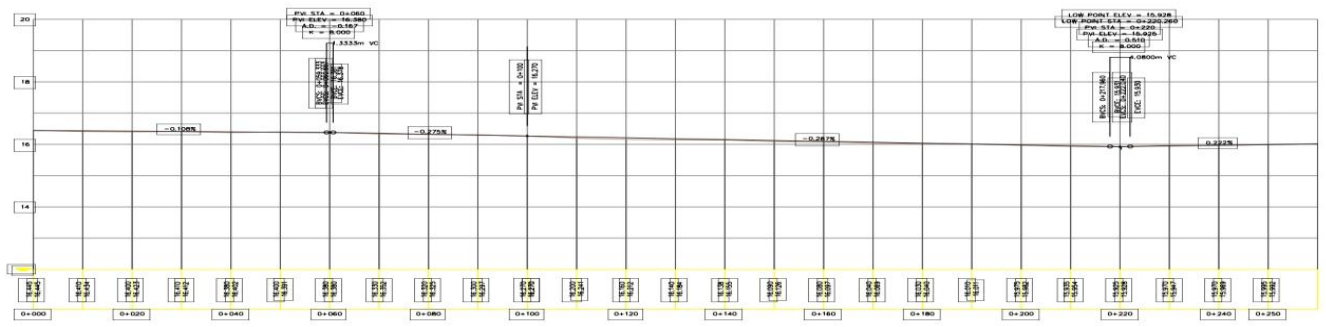
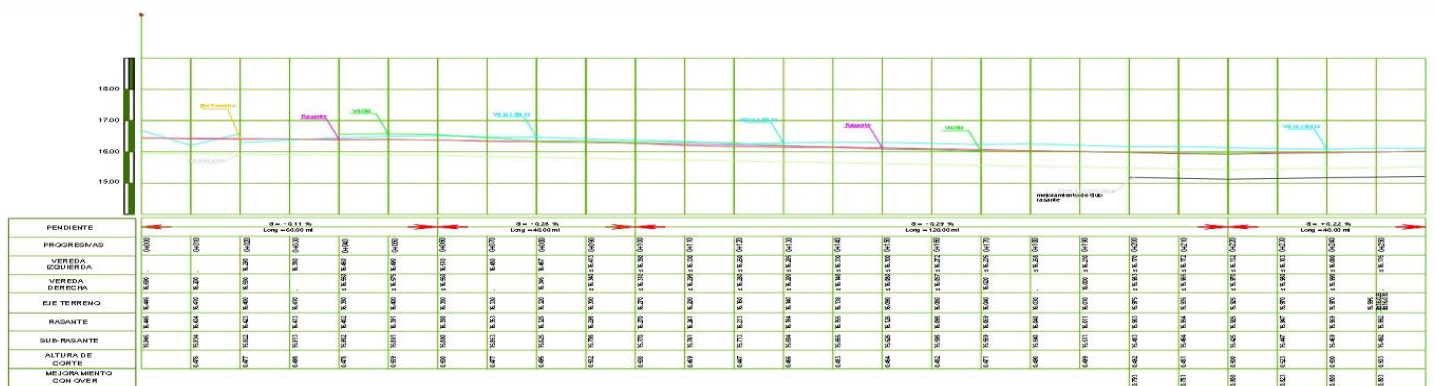
PLANO DE EJECUCIÓN DE OBRA		ESCALA	FECHA
PROYECTO	PLANO PLANTA	1:1000	AJED - 2008
PROYECTO	PROG. 00+000 - 00+070	PROYECTO	PROYECTO
PROYECTO	SANCHEZ SANTACRUZ MIRTHA	PROYECTO	PROYECTO



PLANO DE UBICACION
KMS 14.1 - 14.08



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
<small>*Cada 10 días parciales de trabajo (excepto sábados y domingos) Vigencia: 8:00 am hasta las 12:00 pm, 2:00 pm hasta las 5:00 pm. Lunes a viernes de 20:00</small>			
PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRA			
PROYECTO:	PLAN:	ESCALA:	FECHA:
	PLANO PLANTA	1:200	Abril - 2008
DISEÑO:	PROG. 00+070- 01+37.3.30	REVISIÓN:	
		PROYECTO:	
		REVISOR:	
SANCHEZ SANTACRUZ MIRTHA			P-02



Progresas	Distancia	Área		Volumen de COP
		Corte	Total de Área	
0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
0.020	0.020	0.00	0.00	0.00
0.040	0.040	0.00	0.00	0.00
0.060	0.060	0.00	0.00	0.00
0.080	0.080	0.00	0.00	0.00
0.100	0.100	0.00	0.00	0.00
0.120	0.120	0.00	0.00	0.00
0.140	0.140	0.00	0.00	0.00
0.160	0.160	0.00	0.00	0.00
0.180	0.180	0.00	0.00	0.00
0.200	0.200	0.00	0.00	0.00
0.220	0.220	0.00	0.00	0.00
0.240	0.240	0.00	0.00	0.00
0.250	0.250	0.00	0.00	0.00

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Instituto de Ingeniería y Construcción
 Facultad de Ingeniería y Arquitectura

PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRA

PERFILES Y SECCIONES TRANSVERSALES
 PROY. 00+000 - 00+250

SANCHEZ SANTACRUZ MIRTHA

ST-01

Anexo 9: Panel Fotográfico



Inicio del tramo que se encuentra en proceso de ejecución las obras de saneamiento, consecuentemente la reposición del pavimento, básicamente relleno con arena, lo cual constituye una subrasante acorde al diseño.



Otra vista de un tramo intermedio.