



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de Pavimento Rígido Adicionando Óxido de Grafeno al
Concreto en Calle Santa Rosa Distrito de Ate – Lima- 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Huari Salhua, Julio (ORCID: 0000-0001-9430-2365)

Reyes Navarrete, Henry Fabian (ORCID: 0000-0002-4701-8326)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de investigación en primer lugar a Dio-s por bendecirme con una maravillosa familia, mi esposa y mis hijos que son el motivo para superarme cada día más.

Julio Huari Salhua.

Dedicado Dio-s por darme la vida y el entendimiento de mi camino y a mi familia por su apoyo y comprensión.

Henry Fabian Reyes Navarrete.

Agradecimiento

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

Al docente Dr. Alejandro Suarez Alvites, por el apoyo, aportaciones y sus conocimientos brindados para mi formación profesional y durante el desarrollo de la tesis.

A mis amigos y compañeros Mirtha, Jorge, Alex, por su apoyo durante estos años, a Elsa, Dora, Marcos, Katty y mis padres.

Henry f. Reyes Navarrete.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	vii
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.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimientos.....	22
3.6 Método de análisis de datos.....	22
3.7 Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla 1: Variables de Vía (manual de carreteras)	14
Tabla 2: Índice de Serviabilidad final (Pt).....	15
Tabla 3: Factor de Confiabilidad (R)	16
Tabla 4: Desviación Estándar Normal (Zr).....	16
Tabla 5: Desviación Estándar Combinada (S0).....	16
Tabla 6: Serviabilidad (Δ PSI).....	17
Tabla 7: transferencias de Cargas (J)	18
Tabla 8: Resistencia a la Flexotracción (Mr).....	18
Tabla 9: Datos de Ubicación estudio topográfico.....	25
Tabla 10: Clasificación de Suelos	25
Tabla 11: Cálculo de Módulo de Rotura del Concreto.....	29
Tabla 12: Cálculo de Barra de Amarre.....	31

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Características del Óxido de Grafeno.....	13
Figura 2. Grupos Funcionales Oxigenados - GO.....	14
Figura 3. Resistencia a la Compresión de diferentes porcentajes de GO.....	27
Figura 4: Resistencia a la Flexión de diferentes porcentajes de GO.....	28
Figura 5: Cálculo de Transferencia de Carga.....	29
Figura 6: Espesor de Losa de Concreto	30
Figura 7: Cálculo de Barras de Amarre.....	31
Figura 8: Calculo de Longitud Máxima	31
Figura 9: Suspensión de GO en Agua.....	32
Figura 10: Proceso de dispersión del GO en la mezcla.....	33

Resumen

El presente trabajo de investigación, se tomara una metodología de diseño no-experimental, con un enfoque cuantitativo, el problema principal fue diseñar el pavimento rígido en la calle santa rosa distrito de Ate - Lima, según los estudios de suelos realizados en este lugar dicho suelo se clasifico en ML, también se obtuvo el resultado del CBR con un 10%, y un MDS de 95%-100% , se realizó el estudio de tráfico con una proyección al año 2040, se considera como variable dependiente al análisis del diseño del pavimento rígido el ESAL, se empleó la técnica aashto 93 del manual de carreteras suelos y pavimentos, el diseño de mezcla se rige de acuerdo a la norma internacional ASTM 494, de los datos de artículos de investigación del autor M. DEVASENA (2015), India, se tomó proporciones distintas de resultados en 0.05%, 0.1%,0.2%, determina el aumento de la resistencia a la compresión, también aumenta en la fortaleza de flexión con la adición del oxidó de grafeno al concreto, de acuerdo a la norma del ACI 318-08, realizamos nuestros propios análisis estadísticos, donde se empleó el programa del software MATHCAD 2015, para nuestro desarrollo matemático, de acuerdo a nuestro modelo polinomial de segundo grado nos dio como resultado, de acuerdo con la N.T.P 339.034 de resistencia a la compresión que para una resistencia de compresión de 275 kg/cm², donde las variables independientes de fraguado es de 28 días de curado, y una adición de 0.153% de oxidó de grafeno. Teniendo como variable independiente a la resistencia en compresión, tracción, ductilidad, y densidad. El oxidó de grafeno se puede utilizar en la construcción de edificios convencionales e infraestructuras donde se utilizan productos prefabricados, en construcciones de ambientes marinos, cementado en perforación de pozos y en pavimentación de carreteras rígidas.

Palabra clave: Pavimento rígido, óxido de grafeno, resistencia a la compresión.

Abstract

The present research work will take a non-experimental design methodology, with a quantitative approach, the main problem was to design the rigid pavement in Santa Rosa street, Ate district - Lima, according to the soil studies carried out in this said place The soil was classified in ML, the result of the CBR was also obtained with 10%, and a MDS of 95% -100%, the traffic study was carried out with a projection to the year 2040, it is considered as a dependent variable to the design analysis of the rigid pavement the ESAL, the aashto 93 technique of the manual of roads, soils and pavements, was used, the mixture design is governed according to the international standard ASTM 494, from the data of research articles by the author M. DEVASENA (2015) , India, different proportions of results were taken in 0.05%, 0.1%, 0.2%, determines the increase in compressive strength, also increases in bending strength with the addition of graphene oxide to concrete, according to the ACI 318-08 standard, we carried out our own statistical analyzes, where the MATHCAD 2015 software program was used, for our mathematical development, according to our second degree polynomial model it gave us as a result, according to the NTP 339.034 of compressive strength than for a compressive strength of 275 kg / cm², where the independent setting variables are 28 days of curing, and an addition of 0.153% graphene oxide. Taking as an independent variable the resistance in compression, traction, ductility, and density. Graphene oxide can be used in the construction of conventional buildings and infrastructures where prefabricated products are used, in constructions of marine environments, cemented in well drilling and in paving of rigid roads.

Keyword: Rigid pavement, graphene oxide, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

Walter Zecenarro Mateus (2016), Existe la creciente urgencia de aumentar la calidad del soporte vial en nuestro país actualmente la problemática de las carreteras en el Perú, teniendo un gran desarrollo dentro de las (03) vías que forman el método de autopista del país, el 85% del pavimento se encuentra en pésima circunstancia de sostenimiento, porque suelen verse perjudicado por presencia de las temperaturas variables o de lluvias y la circulación de vehículos, no tienen las características geométricas mínimas de acuerdo a las normas.

Jorge Lazarte Conroy (2016), menciona que una de las vías más importantes del país, la carretera central empezó su construcción en el año 1924 y culminando en 1934. La congestión de la carretera central es uno de los problemas más críticos del transporte, además esta vía se expone eventualmente a riesgos de desastres.

En la actualidad los pavimentos rígidos se construyen con concreto convencional sin ningún tipo de adición que logre mejorar la resistencia esto puede generar con el tiempo que el pavimento pueda presentar fallas como escalonamientos fisuras o deterioro del concreto a edades tempranas, por falta de resistencia al impacto, fatiga y ductilidad que tiene el concreto convencional.

El uso del oxidó de grafeno como componente para el concreto, nos permite aumentar el tiempo de vida del concreto, también reduce el costo en su aplicación, su curado es esencial ya que así se evita la contracción del concreto, y así de esta manera se podría con mayor fortaleza que pueda sostener los pesos ocasionado por la circulación de vehículos.

Los vehículos que transitan sobre los pavimentos, se han convertido en un medio de transporte privado o público, en este proyecto veremos el caso del pavimento rígido con ubicación en el distrito de Ate - Lima, teniendo como antecedentes su clima tiene 2 tipos de clima, estos son clima árido y clima de tundra, su temple promedio anual es 20°, lluvia promedio anual es 268 mm, humedad promedio es del 71% y el indicador de radiación ultravioleta es 5.

Al este de lima específicamente en el distrito de Ate las condiciones climáticas se presenta de la siguiente manera: enero, la precipitación es de 25 días obteniendo un índice de 5.0 cm, febrero la precipitación es de 24 días obteniendo un índice de 5.4 cm, marzo la precipitación es de 27 días obteniendo un índice de 6.0 cm, abril la precipitación es de 16 días obteniendo un total de 2.4 cm, mayo llueve durante 6 días un total de 7.0 cm, junio llueve aproximadamente 1 día un total de 2.0 cm, julio llueve durante 2 días un total de 1mm, agosto llueve durante 1 día un total de 0.2 cm, septiembre la precipitación es de 4 días obteniendo un índice de 0.5 cm, octubre llueve durante 9 días un total de 1.2 cm, noviembre la precipitación es de 10 días obteniendo un índice de 1.5 cm, y diciembre la precipitación es de 20 días obteniendo un total de 3.7 cm.

La escasa investigación del óxido grafeno como aditivo para el concreto, tiene como resultado en su avance científico, la limitación en el empleo de planes experimentales.

Enrique Chao (2016), México “El grafeno, la nueva vitamina del concreto”, buscando nuevos resultados para optimizar los recursos naturales, se propuso analizar tres demostraciones prácticas de las cuales, la primera de ellas consistió en hacer un fuerte presión para la rotura del concreto y se observó una mayor resistencia del concreto al que se le agrego grafeno; la segunda prueba fue la absorción de agua donde se pudo comprobar que el concreto con adición de grafeno era más impermeable y por último la prueba de flexotracción, en la que el concreto que contenía grafeno fue el más resistente, incrementándose su resistencia en un 50%, destacando los factores tan importantes como la dureza de la carbonización, clorhidrato y sulfatos. Además, se logra que la vida útil del concreto aumente de manera notable.

Jackieli Janet Palma (2015) Lima, “Aplicación de la nanotecnología en el diseño de edificaciones futuras sostenibles”, en la actualidad, la población de áreas rurales y urbanas en el año 2050 se estima una cantidad alta de habitantes en el mundo, de la cual 70% vivirá en las ciudades, viendo como objetivo, sobreponer la nanotecnología en la construcción, restablecer el anteproyecto de

una construcción venidero duradero mediante el uso de nanoestructuras, las cualidades más notables de los componentes nanoestructurados destacan sus estupendas cualidades mecánicas.

Ccopa Mamani, Heber (2017) Perú, “Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto”, el objetivo de esta investigación es básicamente los efectos que generan, en las características de la mezcla al ser fraguado adicionando grafeno. Obteniendo resultados favorables en las muestras pudiendo así determinar los beneficios del grafeno en el concreto, logrando elevar la fortaleza en compresión.

Por consiguiente, el siguiente análisis teóricamente beneficioso aportara al conocimiento existente sobre el uso del grafeno, como aditivo para el concreto hidráulico, cuyos resultados podrán analizarse, para ser incorporado como conocimiento a las ciencias, ya que mejorar la calidad del concreto hidráulico.

Justificación tecnológica por que representa un avance de innovación que serán beneficiosas para la sociedad.

Guzmán (2012) “La tecnología nos permite elaborar concretos para diversas aplicaciones como serian ecológicos y de alta resistencia que mitiguen la contaminación”.

La realidad problemática nos lleva a formularnos el problema general para la presente investigación:

¿Cuál es el diseño del pavimento rígido adicionando óxido de grafeno al concreto en calle santa rosa distrito de ate - Lima 2020?

Problemas específicos:

PE1: ¿cuál es la característica del suelo para el diseño del pavimento rígido adicionando óxido de grafeno en el concreto en calle santa rosa distrito de ate – lima 2020?

PE2: ¿cuál es el estudio vehicular para el diseño del pavimento rígido adicionando óxido de grafeno en el concreto en calle santa rosa distrito de ate – lima 2020?

PE3: ¿cuál es la característica del concreto adicionando óxido de grafeno para el diseño del pavimento rígido en calle santa rosa distrito de ate – lima 2020?

El objetivo general fue: Elaborar el diseño del pavimento rígido adicionando óxido grafeno al concreto en calle santa rosa distrito de ate - lima 2020.

. Los objetivos específicos son los siguientes:

- **OE1:** Determinar las características del suelo para el diseño del pavimento rígido adicionando óxido de grafeno al concreto en calle santa rosa distrito de ate – lima 2020.
- **OE2:** Elaborar el análisis vehicular para el anteproyecto de la pavimentación rígida adicionando óxido de grafeno al concreto en calle santa rosa distrito de ate – lima 2020.
- **OE3:** Determinar las características del concreto adicionado con óxido de grafeno para el anteproyecto de la pavimentación rígida en calle santa rosa distrito de ate – lima 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Referencia nacionales e internacionales que dan sustento a nuestra investigación:

Bernaola Chuquillanqui Roberto José (2014), Perú “Evaluación y determinación del índice de condición del pavimento rígido en la Av. Huancavelica, distrito chilca, Huancayo”, el aumento de la población origina el aumento de autovía, que ocasiona la paralización del tráfico, avería de las vías, se evaluó la calidad del pavimento rígido, el sistema que se usó para la distribución de cargas, estudio por cansancio, estudio de erosión, operación del grosor, AASHTO, submúltiplo de diseño, variables de diseño, obteniendo los resultados de un suelo con CBR= 5%, según el desgaste del pavimento la armadura analizada con PCI final de 55, teniendo ya abundante porcentaje un 75% de vida útil de la fundación, se debe verificar la gradación de los áridos a emplearse y controlar la resistencia requerida para obtener los resultados del proyecto satisfactoriamente.

Ayacta (2018) el cual obtuvo el CBR al 95% de su MDS tuvo el valor de 14.4 %, su capacidad portante del suelo, obteniendo excelentes características, esta referencia tiene similitud al de la presente investigación, permitiéndonos así de esta manera poder determinar el índice que es de vital importancia que tienen los tipos de suelo, para así con estos resultados plantear el proyecto de la pavimentación, con la finalidad de obtener la resistencia deseada para usarse como sub-rasante también como sub-base y también como base del pavimento.

Shaik Abdul Rawoof (2017), India “Una investigación experimental sobre propiedades mecánicas del hormigón con óxido de grafeno”, el concreto a base de cemento es la materia prima más utilizada en la infraestructura de la construcción. Los materiales a base de cemento, han obtenido buenas propiedades, es un componente quebradizo que tiene muy baja resistencia a la tracción y técnica de alteración reducida, la investigación tiene como objetivo emprender el decaimiento del cemento de diferentes maneras. Se realizaron en cilindro de prueba standard de concreto (300mm longitud X 150mm diámetro), obteniendo como resultado de las muestras a los 28 días, para ensayos en

compresión en porcentajes de adición de óxido de grafeno, (0% - 30.15 Mpa), (1% - 32.44 Mpa), (2% - 35.39 Mpa). Donde nos muestra una mayor fortaleza a compresión en los ensayos realizados.

M. Devasena, J. Karthikeyan (2015), India “Investigación sobre fuerzas propiedades de concreto y óxido de grafeno”, el concreto es un material conformado por conglomerantes y agregados, donde los insumos de unión son esencialmente una combinación con cemento Portland, la adición de óxido de grafeno favorece al concreto aumentando su fuerza en compresión, la fuerza en tensión y fuerza en flexión, teniendo como componentes del concreto para la elaboración de las muestras, obteniendo resultados a los 28 días, la adición de óxido de grafeno en porcentajes a resultado a compresión (0% -24.60Mpa), (0.05% - 25.30Mpa), (0.1% - 27.06Mpa), (0.2% - 26.65Mpa).

Yu You Wu, Longxin Que, Zhaoyang Cui y Paul Lambert (2019), China “Propiedades físicas del concreto que contiene óxido de grafeno”, el concreto conformado por el cemento y sus agregados, se han realizado muchos ensayos para mejorar sus propiedades y rendimiento adicionando materiales de cemento suplementarios, pero ellos no generan una adecuada mejora en sus propiedades físicas y durabilidad a nanoescala, la nanotecnología puede mejorar las propiedades y el rendimiento del concreto, según ensayos realizados a los 28 días con adición de óxido de grafeno se obtuvieron los siguientes resultados, (0% - 41Mpa), (0.02% - 46.5Mpa), (0.04% - 50Mpa), (0.06% - 52.5Mpa), (0.08% - 55Mpa). En estos resultados se aprecia la mejora de la fortaleza del concreto

Karla P. Bautista Gutiérrez, Agustín L. Herrera May (2019), México “ Progreso reciente en nanomateriales para infraestructura de concreto moderno: ventajas y desafíos”, la incorporación de nanomateriales al concreto puede mejorar la fortaleza en compresión, tensión y flexión, la incorporación de nanomateriales al concreto se puede lograr más denso, disminuyendo la absorción de agua, mejorando la trabajabilidad del concreto, en los ensayos realizados a los 28 días con adición de nanomateriales en compresión se obtuvo los siguientes resultados, (0% -34.5Mpa), (0.02% - 37Mpa), (0.04% - 39Mpa), (0.08% - 40.5Mpa), (0.16% - 33Mpa).

Zengshun Chen , Yemeng Xu , Jianmin hua (2020), China “Propiedades mecánicas y comportamiento de contracción del concreto – que contiene óxido de grafeno” , se investigó que el (OG) y sus derivados como aditivo se puede emplear para reparar grietas y poros en el concreto, lo que ha generado que sea empleado ampliamente, el oxidó de grafeno es usado por su alta resistencia y sus buenas características de transferencia de material del cemento mejorando las propiedades mecánicas del concreto, obteniendo resultados de sus muestras a los 28 días con adición de oxidó de grafeno en compresión ,(0% - 55Mpa), (1% - 58Mpa), (2% - 60Mpa) , (3% - 63Mpa).

Yousef Alharbi, Jinwoo An, Byoung Hooi cho (2018), Corea “Características mecánicas y de sorbilidad de borde oxidado de oxidó de grafeno compuesto de cemento métodos de diseño de mezcla seca y húmeda, el oxidó de grafeno tiene unas excelentes propiedades, los investigadores han revelado que el oxígeno que contiene es capaz de mejorar el desempeño de la composición del cemento, también observaron que aumentar bajas proporciones se forman flores y poliédrica de cristales a altas dosis, se realizaron ensayos a los 28 días con aumento de oxidó de grafeno en compresión ,(0% -31Mpa), (0.01% -36Mpa), (0.05% - 38Mpa), (0.10% - 38Mpa), (0.50% - 35Mpa), (1.0% - 34.5Mpa).

Jhonathan Eugenio Ávila (2018),Ecuador “ evaluación del comportamiento en compresión de la mezcla fortalecidos con oxido de grafeno y costos inherentes al proceso productivo de la mezcla”, han desarrollado técnicas que aumentan su reforzamiento químico del mortero en diferentes estados, obteniendo la fortaleza a compresión realizados en pequeños poliedros de argamasa, y muestras de morteros con adición de óxido de grafeno, con adición de 0.1% de GO la resistencia a compresión máxima fueron es de 13.0% ,39.1%,el otro ensayo con adición de 0.2% de GO resulto con un aumento máximo de la fortaleza a la compresión de 16,4% y 16.2% con adición de 0,2% de GO.

Dimitar Dimov (2018), Inglaterra “El grafeno aumenta la resistencia y durabilidad del concreto”, la investigación se determina como debemos enfrentar los desafíos como la contaminación, la urbanización sostenible, las aplicaciones prácticas son los sistemas de muros de concreto y pavimentos rígidos, el material

desarrollado en el laboratorio tiene el doble de resistencia que el concreto convencional de 30 MPA, y es cuatro veces más resistente a la penetración de agua, aumenta la durabilidad. Nos resulta que el material sea sostenible y ecológico, características fundamentales para el desarrollo de proyectos donde se requiera grandes cantidades de concreto así mismo contribuyendo a la mejor calidad de nuestro medio ambiente, reduciendo el impacto ecológico.

Mónica Craciun (2018), Inglaterra “Que es el grafeno y como puede revolucionar la arquitectura”, se desarrollan diversas investigaciones para alcanzar un material más fuertes conocido por la ciencia, con este método se puede minimizar los componentes, el grafeno tiene buenas cualidades que al ser adicionado al concreto se obtiene mayor fortaleza y también se obtiene un producto sustentable, a la vez que el grafeno nos ofrece muchas importantes adelantos útiles para la industria de la construcción, también se conoce que los materiales que acompañan a la producción deben de estar en condiciones que óptimas para un buen desempeño en las estructuras.

Bartra Chujutally, David Enrique (2018), Tarapoto, “Balance ascendente del grafeno como aditivo nanotecnológico para aumentar la dureza del concreto f'c 210 kg/cm² Tarapoto, 2018”, esta investigación tuvo como objetivo corroborar el ascendente grado de grafeno en el concreto f'c 210 kg/cm² examinar y aumentar el dominio de la condición reciente y fraguado. Por lo cual se analizó los materiales que conforman el concreto llegando a obtener resultados importantes para el diseño del concreto de resistencia 210 kg/cm². Se realizó cuatro diseños de concreto, el primero se realizó sin contenido de grafeno, a los otros diseños se le agregó tres diferentes cantidades 1.00%, 1.50%, 2.00%. Resulta que aumenta la resistencia con adición de grafeno.

Pablo G. Bejarano (2018), Inglaterra, “El grafeno se puede usar para crear un hormigón más ecológico”, así esta investigación se emplea grafeno queriendo analizar el desempeño del concreto y así verificar si tiene una superior resistencia, así mismo si ayuda a la ecología, ya que, si se obtiene una mejor calidad y un máximo de resistencia sin gastos de energía y de recursos

naturales, así como económicos, se lograría el objetivo de constituir un concreto más ecológico. Con la elaboración de este concreto ecológico, más resistentes y no requiere más dosis de cemento ya que el grafeno debido a su alta resistencia en el concreto, el cemento puede reducir en un 50%.

A continuación, se procederá a sustentar los conceptos básicos de teorías relacionadas al tema, se tomaron de libros, revistas, incluyendo el informe de las reglas ya establecidas en el manual de carreteras del MTC.

Estudio de Mecánica de Suelos.

Es aquel estudio donde se determina la fortaleza del terreno, donde se involucran las presiones impuestas a la superficie, donde se aplican la mecánica y la hidráulica a los estudios geotécnicos, composición, estructura y propiedades del suelo. Karl Von Terzaghi y Arthur Casagrande, son fundadores de estos estudios.

Estudio de tránsito Vehicular.

Tiene por objetivo cuantificar la circulación de vehículos, se ve modificado a una cantidad de ejes de acuerdo al parámetro usado para diseñar la estructura del pavimento, por el eje standard llamado ESAL.

El concreto.

Es un material compuesto, cemento, agua y áridos en ocasiones se incorpora algún tipo de aditivo si el diseño lo menciona, los componentes se combinan de diversas proporciones que, al combinarlo, se puede moldear, luego presenta un proceso de fraguado llegando a tener buena fortaleza a compresión, se emplea simultáneamente otro integrante conocido como el aire, el concreto se usa en diversas estructuras de la construcción (Torre, 2004).

Propiedades del concreto

La trabajabilidad

Según (ACI-318-08): el concreto al ser mezclado es homogenizado, es moldeable y trabajable de acuerdo a los requerimientos, tiene la propiedad que puede determinar la fortaleza requerida donde se puede manipular la cantidad necesaria, también ésta ligada a la fluidez o consistencia del concreto fresco, la coherencia se determina por la selección de las proporciones de diseño de mezclas. (Mayanga, 2018).

Asentamiento

Es la conducta del concreto de estabilidad en la naturalidad de la argamasa donde se refiere que tan fluido se encuentra el concreto. La consistencia se determina por la cantidad de agua agregado al amasado, depende también de los componentes. El ensayo se aplica al hormigón plástico, el método no es aplicable a los concretos no plásticos que tienen un asentamiento menor a $\frac{1}{2}$ " pulgada, y no cohesivos con asentamiento mayor a 9 pulg. (Diaz coronel).

Resistencia a la Compresión

Según la norma técnica peruana, CONCRETO, es el aplastamiento que puede soportar el concreto, se mide el esfuerzo máximo que llega aguantar dicho material, los análisis de los ensayos de fortaleza son usados básicamente para verificar que el concreto suministrado cumpla con los requerimientos de fortaleza. El concreto se calcula a los 28 días de verter el concreto. (Torre, 2004).

Resistencia a la flexión

Según NTP 339.078 CONCRETO, el sistema que se aplica para de evaluar la fortaleza de flexión del concreto se realiza ubicando vigas simplemente apoyadas que son sometidos a capacidad de las fracciones del tramo el patrón de fractura se evaluara según la ubicación de la falla, tiene que ubicarse dentro del tercio medio no tiene que ser mayor del 5% de la luz libre.

Óxido de grafeno (GO)

Es el derivado del grafeno, que puede ser visto como una capa de grafeno con oxígeno injertado funcional grupos. Un enfoque común para la síntesis de GO incluye la oxidación de las escamas de grafito natural con la ayuda de oxidantes fuertes. agentes y posterior exfoliación bajo ultrasonidos.

Y.W. Zhu, (2010). Grafeno, un nanomaterial bidimensional que consiste en un plano monocapa de átomos de carbono unidos sp^2 , ha generado considerable atención desde su descubrimiento en 2004 se precisó su notable posesión de trabajo, termomagnéticas y enérgicas. Las pocas capas apiladas de grafeno se denominan nano plaquetas de grafeno (PNB). La inercia química junto con la naturaleza altamente hidrofóbica puede plantear problemas en términos de formar el contacto íntimo en la interfaz de matriz de GNP-cemento, que hace que los PNB se deslicen fuera de la matriz de cemento bajo carga, negando cualquier mérito de los PNB. Surge otro problema crucial, a saber, que los PNB son difíciles de dispersarse y generalmente en forma de grupos enredados debido a fuerzas atractivas altas de van der Waals entre las plaquetas también como la superficie considerable.

El GO tiene el consecutivo de la cualidad:

- Modelo de finura de 23 - 42 GPa.
 - Fortaleza a la tensión 0,13 GPa.
 - Fractura dilatación 0.6%.
 - Dureza 1800 kg/m³.
 - Densidad 0,67 nm.
 - Zona de terreno 700 – 1500 m² /g
- (Chuah Pan y col., 2014).

figura 1 características del óxido de grafeno

fuentes M. Devasena, J. Karthikeyan (2015)

Items	C (%)	O(%)	largo/ (um)	Ancho (um)	grosor (nm)
Value range	45-60	40-55	2	10	1-1.5

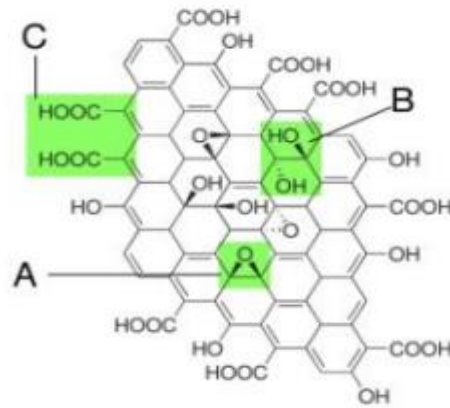


Figura 2 óxido de grafeno con sus grupos funcionales oxigenados. (A) puente epóxido, (B) grupos hidroxilo, (C) grupos carboxilos. Fuente Rosas y col.,2016.

Fuente: M. Devasena, J. Karthikeyan (2015)

Pavimentos de cemento Portland Metodología de Diseño AASHTO-93

El procedimiento AASHTO 93 está incorporado y considerado el peso apoyado en un lugar de tráfico propuesto a más de 10 años. El equilibrio del anteproyecto del modelo del equilibrio -1 el factor E es el que esta, coordinado con el lugar del tráfico, por el medio de lo que comprende como soporte uniforme.

$$\begin{aligned}
 \log_{10} \omega_{82} = & z_{GR} S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{4.6}}} + (4.22 - 0.32 P_1) \times \\
 & \log_{10} \left[\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x J \left(0.009 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / K)^{0.8}} \right)} \right]
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Dictamen para asegurar la referencia del anteproyecto.

Etapa del anteproyecto

Tabla 1: variables de vía

Elaborado con los datos Manual de Carreteras 2013

CLASIFICACION DE LA VÍA		PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)
URBANA	TRÁFICO ALTO	30 - 50
RURAL	TRÁFICO ALTO	20 - 50
PAVIMENTADA	TRÁFICO BAJO	15 - 25

ESAL

La cantidad de tráfico que se puede diseñar en los carriles, se determina ESAL usan unas variables para analizar el diseño de la armadura de la vía. El ESAL es un submúltiplo uniforme de peso. El texto de vías del cargo de tránsito y conexión (2013) significa que el procedimiento AASHTO 93.

Serviciabilidad

Se puede definir en circunstancias forzados de asfalto para dar a los transportistas desplazamiento certero y cómodo, se representa por la condición inicial del pavimento, el valor que se considere de acuerdo a la delineación y la cualidad del proyecto, se reducirá según transcurra el tiempo y finalice su utilidad determinada por los indicadores de servicio

Tabla 2: índice de Serviabilidad (Pt) texto de tránsito 2013
Proyectado con la información del texto de tránsito 2013

TRÁFICO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EN EE		(P0)	(PF)
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
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
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

Credibilidad o Nivel de Confianza (R) y Variante patrón

El texto de vías del cargo de tránsito y conexión (2013).

Se determina la credibilidad de acuerdo al diseño estructurado que configuran la vía que tiene que cumplir su función durante el tiempo programado, hay que tener en cuenta el interés de los variables se considera muy importante. El rango

de incertidumbre típico es determinado por el variante patrón, de modo que $0.30 < So < 0.40$, sugiriendo utilizar un $So = 0.35$.

Tabla 3: factor de confiabilidad (R) Manual de Carreteras 2013

Clas. de la vía	de confiabilidad (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 - 80

Desviación Estándar Normal (Zr)

Tabla 4: (Zr) Proyectado con la información del texto del tránsito 2013

R(%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Zr	0.00	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Desviación Estándar Combinado (so)

Tabla 5: Desviación Estándar Combinado (so)

Proyectado con la información del texto de tránsito 2013.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN (So)	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción en el 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

Serviciabilidad (Δ PSI)

La serviciabilidad es evaluada cuantitativamente con un valor de 0.0 a 5.0; por lo general se parte de un valor de entre 4.0 y 4.2 lo que significa un estado bueno de la vía, para el diseño de la altura de la losa de concreto aumentara según disminuya el valor del Δ psi.

Tabla 6: Serviciabilidad (Δ PSI) Elaborado con datos Manual de Carreteras 2013

Modelo de camino	Serviciabilidad final
Autopista	3.00
Colectores	2.50
Calles comerciales e industriales	2.25
Calles residenciales y parqueaderos	2.00

Subrasante

Norma de respuesta de la subbase.

$$K = 2.55 + 52.5 * \log (\text{CBR}), \text{CBR} \leq 10 \% \quad K = 46 + 9.08 + [\log (\text{CBR})]^{4.374} \quad (2)$$

Perdida de soporte “LS”

En el transcurso de su vida el pavimento el agua de las lluvias serán absorbidas por la junta, de esta manera la perdida de soporte afecta a la vida útil del solado.

Modulo elástico del pavimento

Es un factor que simboliza la tensión, y la técnica de repartir el peso que tienen la placa de concreto de la pavimentación, la estimación de simbolizar la rigidez y la anomalía. Las deformaciones, torsión y rigidez están rectamente enlazados con el modelo flexible del concreto.

Capacidad de drenaje

La facultad de drenar se verifica con el servicio de duración que emplea las aguas de lluvia, para ser retirados del pavimento. Se determina la fórmula de evacuación tiene relación con el índice de la duración que la pavimentación se encuentra arriesgado a grados de humedecimiento que se aproxima a la turbación.

Transferencia de Cargas (j)

Se estima la formula transmisión de peso j, con el fin de verificar la técnica de la losa para transmitir peso en las juntas y grietas.

Tabla 7: Transferencia de Cargas (J) Elaborado manual de Carreteras 2013

CONDICION	J
Junta con pasadores – losa confinada	2.7
Junta con pasadores – Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores – Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores – Losa no confinada	4.4

Resistencia del concreto a la flexotracción (MR)

Tabla 8: Resistencia del concreto a la flexotracción (MR)

Proyectado con la información del texto de tránsito 2013

Nivel de transito	Resistencia a la flexotraccion (MPa)
NT1	3.8
NT2	4.0
NT3	4.2

El módulo de compresión (f'_c) del concreto, ecuación recomendada por el ACI 363.

$$M_R = a\sqrt{f'_c} \quad (3)$$

Modelo flexible del concreto

AASHTO '93 indica que el modelo flexible alcanza unpreciado, empleando una conformidad específica, la conformidad sugerida por el ACI:

$$E = 57,000 \times (f'_c)^{0.5} \quad (4)$$

Cálculo de Longitud máxima

$$L_{\text{Max}} = 1.25 * b \quad (5).$$

$$l_{\text{Max}} = 25 * h \quad (6).$$

$$L_{\text{Max}} = 6\text{m} \quad (7).$$

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

El modelo de análisis Hernández, Fernández y Baptista (2014) será cuantitativa, aplicada dado que busca la realidad que se investiga, así como los objetivos trazados.

El anteproyecto de análisis, dado que la finalidad de la investigación fue "Analizar el anteproyecto del pavimento rígido adicionando grafeno al concreto hidráulico en calle santa rosa distrito de ate – lima 2020".

Se recurrirá a un diseño no experimental que se aplicara de manera transversal de acuerdo con (Hernández, Fernández y Baptista (2014) la investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en un contexto natural, para después analizarlos, además será de tipo transversal o transeccional porque recolectan los antecedentes en un instante y periodo extraordinario y es descriptivo porque la finalidad es especificar lo versátil y examinar profundamente el enlace.

3.2 Variables y operacionalización

(Hernández, Baptista y Fernández 2010). La recopilación de los antecedentes valorados; determina la versatilidad independientes y dependientes

Título: Diseño del pavimento rígido adicionando óxido de grafeno al concreto en calle santa rosa distrito de ate - Lima 2020

La variable independiente es: Diseño del pavimento Rígido adicionando Óxido de Grafeno.

La variable Dependiente es: estructura del pavimento rígido.

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables

3.3 Población, muestra y muestreo

A. La población del actual estudio tiene el informe de la totalidad del pavimento rígido del KM 0+000 - KM 0+1380.

B. Muestra: El pavimento rígido a diseñar del Diseño de pavimento Rígido santa rosa distrito de ate – lima del KM 0+00 – KM 0+940

C. Muestreo: No es aleatorio pues la muestra fue elegida por conveniencia.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

(Hernández, 2014). Las técnicas y aparatos valorados deben simbolizar efectivamente la versatilidad del análisis sus condiciones son: confiabilidad, validez y objetividad.

Para la recolección de datos se utilizará fichas técnicas de análisis de datos y cuadros comparativos que nos ayudará a desarrollar una base de datos para el análisis de nuestras variables

3.5 Procedimientos

Para la explicación del estudio se ejecutará a tomar la captación de antecedentes de estudios de investigadores validados en artículos científicos libros y del estudio de vehicular desarrollado por profesionales certificados, así como expediente técnico al lugar estudiado.

Se ha recolectado datos de diferentes artículos científicos, de similares características, proporciones de mezcla y resistencias alcanzadas en los ensayos de laboratorio con el concreto adicionando el óxido de grafeno. Además datos de estudios de tránsito vehicular IMD, que procesaremos mediante programa Ms Excel, siguiendo normas de diseño del MTC para hallar el espesor de la losa.

3.6 Método de análisis de datos

Teniendo el cálculo del tanteo adquirido es de aspecto cuantitativo, analizaremos los datos recopilados mediante tabla estadísticas y cuadros comparativos para un mejor análisis y procesamiento de antecedentes con aparatos legítimos y confirmado por un experto serio.

Asimismo, para el análisis utilizaremos software actualizados y vigentes y métodos validados por las normas de MTC para el método del diseño del pavimento rígido, método aashto 93, manual de carreteras, suelos, geología y pavimentos y norma CE 010 Vías Urbanas.

3.7 Aspectos éticos

Según el código de ética para el análisis los alumnos investigadores se comprometen hacer uso de reales de los datos, citando a los autores en trabajos similares y sin alterar sus estudios realizados, según lo resolvió la universidad Cesar Vallejo, reglamentos de ética.

IV. RESULTADOS

Este capítulo, analizaremos los resultados obtenidos en base a los objetivos específicos planteados.

Estudios básicos de ingeniería

Estudio topográfico

Ubicación: Tabla 9: estudio topográfico datos de ubicación.

Fuente expediente técnico SNIP 283020 Anexo 4

BM N°	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	PROGRESIVA
1	293,192.1000	8'668,924.2200	899.43	0+022
2	293,255.7600	8'668,921.2100	901.90	0+085

Estudio de mecánica de suelos (EMS)

Esta información recopilada se basó en el informe de laboratorio FAVICA Ingenieros S.A.C, las cuales detalla: muestras de suelo, proyectándose 03 calicatas de 1.50 m de profundidad, no presenta nivel freático.

Tabla 10: clasificación de suelos

Fuente expediente técnico SNIP 283020 Anexo 4

CALICATA	C-1	C-2	C-3
Profundidad (m)	1.20 – 1.50	1.00 – 1.50	0.20 – 1.50
% que pasa malla N° 200	52.0	50.0	57.0
Contenido de humedad (%)	SECO	SECO	SECO
Limite liquido (%)	38.0	37.0	37.0
Índice de plasticidad (%)	3.0	3.0	2.0
Clasificación SUCS	ML	ML	ML
Clasificación AASHTO	A – 4 (0)	A – 4 (0)	A – 4 (1)

Las características de resistencia del suelo de fundación están constituidas por materiales con valores de soporte (CBR) bajos 10 % al 95 % de regla de la consistencia árido. Reportado anexo 2

Estudio de tránsito

para el diseño del pavimento rígido adicionando óxido de grafeno al concreto utilizaremos como referencia el expediente técnico solicitado por la municipalidad distrital de ATE. SNIP 283020, distrito de Ate – Lima.

La memoria descriptiva del proyecto nos indica que se realizaran trabajos de pavimentación de las calles (pavimento flexible) así como la elaboración de veredas de concreto.

Resultado de los estudios: Índice Medio Diario Semanal es de 616 veh/día y el IMDA es de 697

Según el estudio de tráfico, se ha obtenido el siguiente resultado,

Cálculo de ESAL= 4.16 E+06

Tipo de tráfico expresado en EE = TP 7

Anexo 3: estudio de tránsito.

Concreto hidráulico

Características mecánicas del concreto con adición de óxido de grafeno: recopilación de datos de artículos de investigación científica (anexo 6), base de datos elaborada con programa Ms Excel. Luego del ordenamiento se procedió a procesar los datos mediante el programa MATHCAD 15.

Los datos relevantes para esta investigación fueron: la fortaleza al aplastamiento, fortaleza a la deformación, días de curado, relación agua cemento., porcentaje de óxido de grafeno en la mezcla. Mediante el análisis de varianza ANOVA (anexo 4).

Los análisis realizados muestran que la adición de óxido de grafeno puede aumentar la resistencia a la flexión a la edad de 28 días en un 4,25%, 7.24% y

13.06%, e incrementa la fortaleza a la deformación, a la edad de 28 días en 3.80%, 4.78% y 7.38%. Comparativamente hablando, la influencia de GO en la resistencia a la flexión es menor que la influencia en resistencia a la compresión.

Análisis de resistencia a la compresión

$$y(x) := 249 + 341.9 \cdot x - 1.118 \times 10^3 \cdot x^2 \quad (10).$$

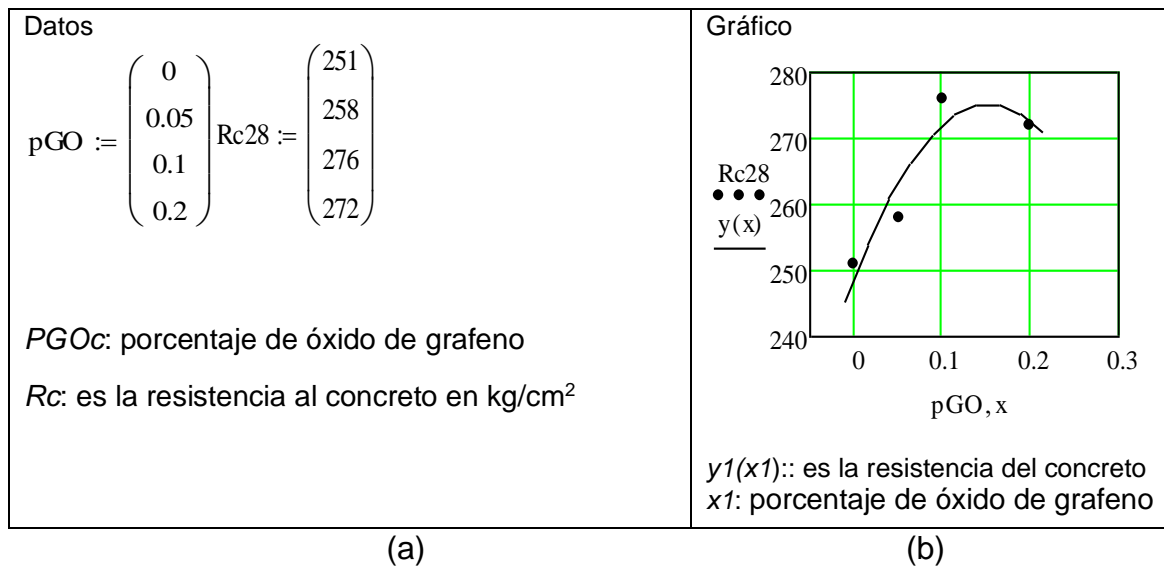


Figura 3: (a)datos de diferentes porcentajes de GO y la resistencia a la compresión, (b) grafico de datos de resistencia a la compresión y porcentaje de GO. Elaboración propia anexo 4

La hipótesis nula establecida es HO: La fortaleza del hormigón no necesita de los días de secado, en tanto la solución H1: La fortaleza necesita de los días de secado.

Análisis de la Resistencia a la flexión

$$y_2(x_2) := 47.921 + 20.391 \cdot x_2 - 91.818 \cdot x_2^2 \quad (11).$$

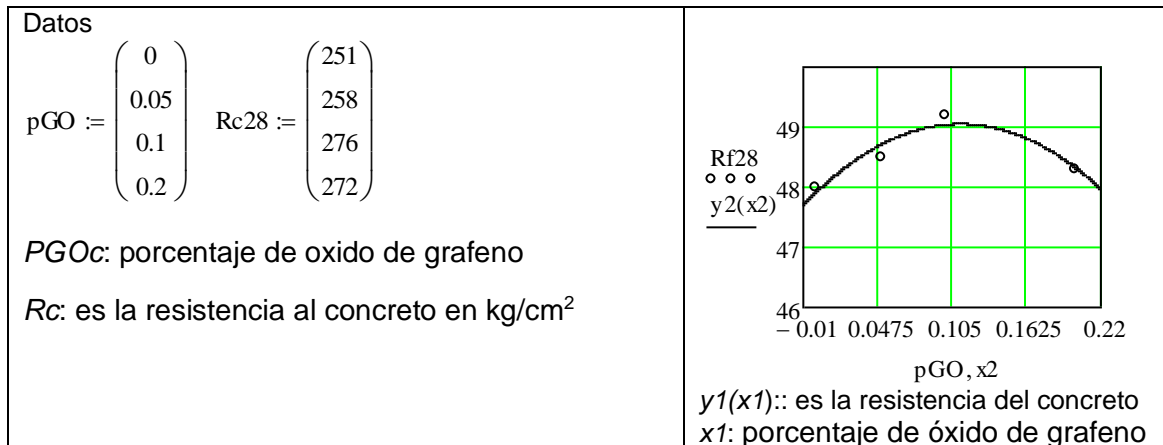


Figura 4: (a) datos de diferentes porcentajes de GO y la resistencia a la flexión, (b) gráfico de datos de resistencia a la flexión y porcentaje de GO.

Fuente: Elaboración propia

Dosificación de mezcla al 0.153% de GO

anexos 5

Detalle económico concreto con adición de óxido de grafeno.

anexos 5

Diseño de pavimento Rígido metodología AASTHO 93

a.- calcular la variable de duración (tiempo)

Asfaltada de inferior magnitud de tránsito = 23 Años

b.- Desviación estándar combinada (*So*) = 0.35

c.- Credibilidad (*R%*) = 85 %

d.- Posibilidad (*ZR*) = - 1.0364

e.- Serviciabilidad

- (*Po*) = 4.3
- (*Pt*) = 2.5

f.- Modulo de reacción de la subrasante

- KC (nominal) = 6.2 kg/cm³
- KC (calculado) = 5.5 kg/cm³

g.-Cálculo de coeficiente de Drenaje (Cd)

Según tabla: Bueno 1.10 – 1.0

h.-Operación de norma de transmisión de peso (J)

figura 5 : transferencia de cargas

CONCRETO HIDRÁULICO	
CON PASADORES	SIN PASADORES
2.8	3.8

i.- Operación de norma de rotura del hormigón (Mr)

tabla 11 (Mr) cálculo de Módulo de Rotura del Concreto

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOCOMPRESIÓN (MR)	RESISTENCIA MÍN. EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f'c)
<5000000	40 kg/cm²	280 kg/cm²
DE 5000000 A 15000000	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
>15000000	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

MR = 53.2 kg/cm² ; 5.22MPa

j.- Modulo de elasticidad del concreto (ec)

Ec = 3593261 psi ; 24775 Mpa

k.-Estructura del pavimento

- espesor - base

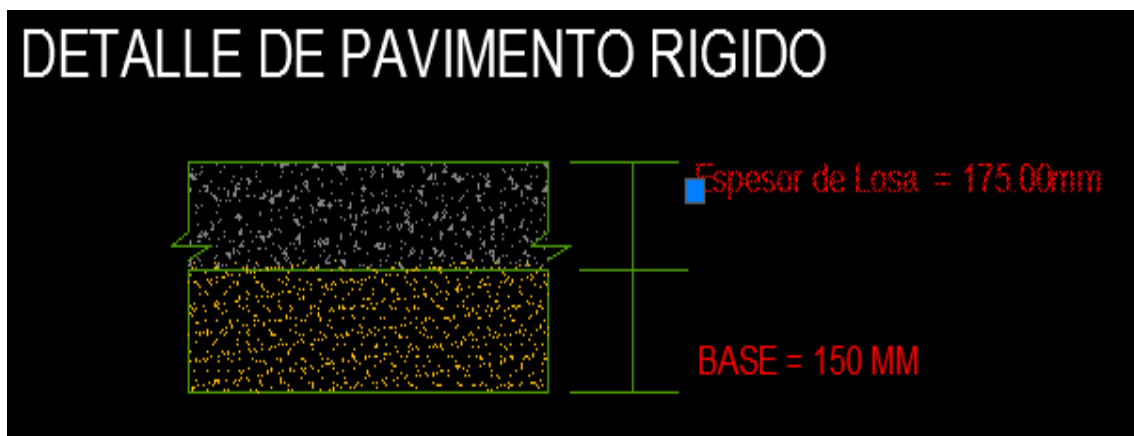
H	KC (Nominal)	KC (Calculado)
15 cm	6.2 kg/cm ³	6.2 kg/cm ³

- Cálculo de Espesor de Losa

ESPESOR	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO	Solver
180.00 mm	-0.222	6.529	6.573	1.65

Correcto!!

Figura 6. Espesor de losa de concreto
Elaboración propia



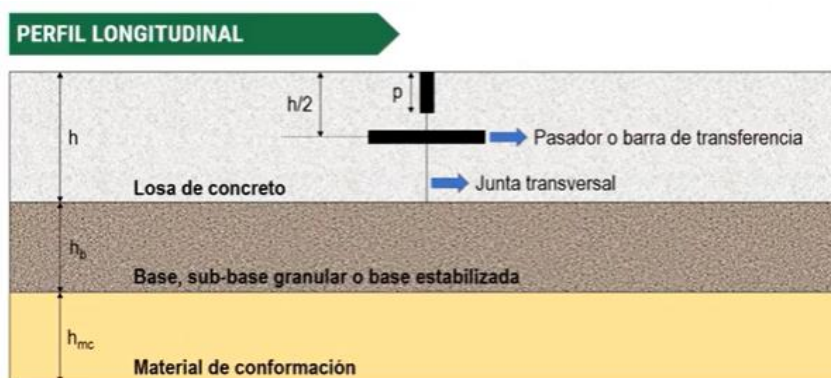
I.- Cálculo de Barras de Amarre

Tabla 12: calculo de barra de amarre

Manual de Carreteras 2013

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

figura 7: Cálculo de barras de amarre. Manual de Carreteras 2013.



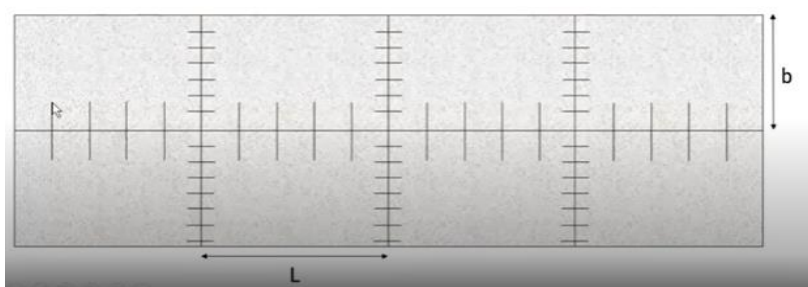
m.- calculo: longitud máxima.

$$L_{max} = 4.125 \text{ m}$$

$$L_{max} = 4.370 \text{ m}$$

$$L_{max} = 6.000 \text{ m}$$

figura 8: Calculo de Longitud Máxima. Manual de Carreteras 2013



Método de aplicación del óxido de grafeno en el concreto

1° Para la obtención del grafeno se mezclaron en un agitador de laboratorio, escamas de grafito con colato de sodio durante un tiempo de dos horas y a una velocidad de 5000 RPM este procedimiento es conocido como fabricación de grafeno por exfoliación de grafito, una vez obtenido el grafeno.

2° Obtención de suspensiones de Grafeno en agua. Obtener una mezcla heterogénea formada por pequeñas partículas no solubles la denominada fase dispersa que en este caso sería el grafeno y la fase dispersante o dispersora.



Figura 9: Obtención de suspensiones de Grafeno en agua. Fuente: Grafeno de nano ingeniería de rendimiento ultra alto Compuestos de hormigón para aplicaciones multifuncionales Dimitar Dimov

3° El siguiente paso es la preparación del concreto, mezclando arena cemento agregado s y el grafeno disperso en agua obtenido en el paso previo

Vista esquemática de un proceso de dispersión de nanomateriales común capacitado para fabricar concreto.

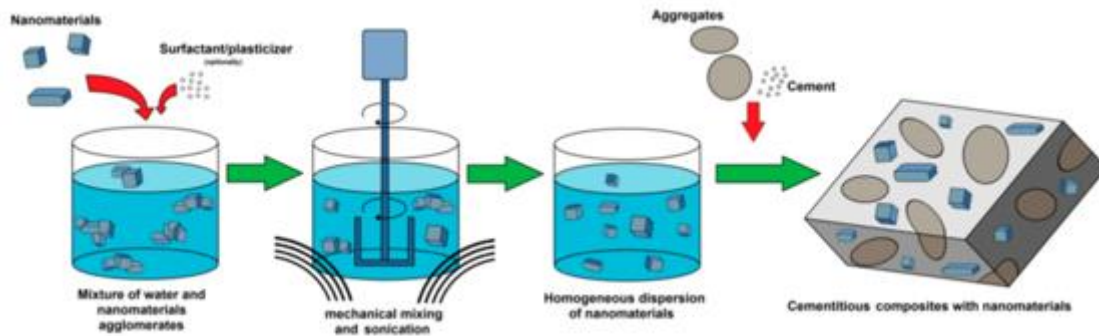


Figura 10: proceso de dispersión y mezclado del concreto Fuente: Sikora, P.; Augustyniak, A.; Cendrowski, K.; Nawrotek, P.; Mijowska, E. Antimicrobial activity of Al₂O₃, CuO, Fe₃O₄, and ZnO nanoparticles in scope of their further application in cement-based building materials. *Nanomaterials* .

V. DISCUSIÓN

En este presente capítulo se plasma el parecido o similitudes de la conclusión hallados por medio de los antecedentes anteriormente descritos, teniendo como datos para nuestra investigación los cuales procesamos en el software MathCad 15™, se realiza el procedimiento del sistema real y específico la importancia de nuestro aditivo (GO) teniéndose que corroborar los resultados de los ensayos en laboratorios.

- El éxito del análisis realizados fueron, las cualidades del suelo mediante el porcentaje del CBR, tienden a incidir para el anteproyecto del grosor del recubrimiento de rodadura, siendo este ensayo el que nos ayuda a especificar la fortaleza del terreno y el valor representado en porcentaje, definiéndose de acuerdo con el relato del peso unitario, que elabora la alteración de modelo de terreno indispensable, por lo que la deformación de nuestra muestra patrón de la presente investigación es un CBR de categoría S1, la subrasante buena presenta un porcentaje CBR igual al 10% con una compactación del 100%, siendo nuestro apoyo el informe especializado como fue ejecutado para los estudios de suelo en la localidad del presente estudio, teniendo tres calicatas de excavación a 1,50 m de profundidad, estos resultados guardan similitud con Ayacta (2018) el cual obtuvo el CBR al 95% de su MDS tuvo el valor de 14.4 %, su capacidad portante del suelo tiene similitud al de la presente investigación, permitiéndonos determinar la vital importancia que tienen los tipos de suelo, con la finalidad de obtener la resistencia para la subrasante, diferentes tenemos para Uribe (2018), sus estudios de suelos

se reflejan expresados en un tipo de suelo de alta plasticidad teniendo un CBR de 12.50% mencionando que el tipo de su suelo es la relación combinada entre Limo y Arcilla determinando la importancia del valor del CBR para el diseño del pavimento rígido, partiendo por la clasificación de los tipos de suelo y sus especificaciones de las pruebas en laboratorio mediante las muestras de las calicatas ubicadas en el área.

- Los resultados para nuestro análisis de tránsito el cual se calculó mediante la cifra de reiteraciones de apoyo semejante ESAL fue de 2.95 E+06 proyectada para un diseño a 20 años los cuales realizan la la calidad de función cuantificada por el aastho 93, ese resultado fue diferente al estudio de tráfico obtenido para Ayacta (2018) el cual encontró un numero de repetición de ejes equivalentes de 4.1×10^7 que también fue proyectado para un periodo de 20 año, mostrando que obtuvo un mayor número de volumen en su estudio. Para su vía. Para ingenieros (2017) en su investigación obtuvieron el número de ejes equivalentes o ESAL de $4.97 \text{ E} + 06$ siendo los resultados del estudio mencionado semejantes por estar dentro del mismo rango que el de nuestra investigación un TP7. Conforme al procedimiento aastho 93 en el manual de carreteras suelos y pavimentos 2013 un tipo de vía urbana la cual es acorde para la elaboración de nuestro diseño.
- Considerando los resultados con el programa MathCad 15™ se obtuvieron los presentes resultados, se procedió a tomar los días de

curado, porcentaje de incorporación de óxido de grafeno al concreto en 0.05 % 0.1% y 0,2% y 7 y 28 días de curado. Según la determinación e nuestro Análisis de varianza para la evaluación de los efectos del porcentaje de óxido de grafeno en el concreto, los días de curado y el efecto de ambos factores para la resistencia en el concreto se aprecian estadísticamente que para el intervalo 0.05% a 0.2% de masa de óxido de grafeno provocan efecto en la resistencia final del concreto así como también el efecto combinado de ambos factores, llegando a la resistencia de 275.139 kg el cual se obtuvo mediante 28 días de curado respectivamente. M. Devasena (20115) en su estudios de la propiedades mecánicas del concreto adicionando oxido de grafeno determina que la adición de oxido del producto conduce a la incrementación de la resistencia la con compresión , resistencia a flexión, uy fuerza flexible necesitando el 0.1% de GO para mejorar la flexión , en la fuerza PPC se tiene el 4% en la resistencia a la compresión de aproximadamente el 11 % la adición de GO mejora el grado de hidratación de la pasta de cemento, aumenta la densidad de la matiz de cemento, por lo cual crea un mayor producto duradero.

VI. CONCLUSIONES

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

- 1 De la obtención de los datos del expediente técnico número SNIP 283020 en sus estudios de suelos por la clasificación del sistema SUSC y aastho, se obtiene que el material del terreno de fundación del área proyectada es en mayor porcentaje limo ML. El cual cuenta con un CBR igual a 10% y una MDS.
- 2 Del estudio obtenido del número de ejes equivalentes o ESALs fue 2 949 729, para nuestro pavimento rígido es de vital importancia obtener el resultado de nuestro ESALs para la utilización de nuestro diseño con la metodología aastho 93. Siendo la utilización de vehículos la estrategia primordial para la elaboración de nuestro diseño del pavimento rígido.
- 3 De la base de datos la utilización de la estadística d Fisher mediante el programa MathCad 15™ nos permitió confirmar que la resistencia del concreto. El modelo polinomial de segundo grado permite predecir el número de días para alcanzar la resistencia ($f'c$) el cual resultó ser 275 kg/ para 28 días de curado.
- 4 Para el diseño del pavimento rígido tomando como referencias los estudios de las características, valores del % de CBR, siendo 10%, tipo de suelo, estudio de tráfico y los valores de resistencia a la compresión, siendo el principal objetivo de nuestra investigación se concluye que el pavimento rígido será de altura de base de 15 cm, y una losa de concreto de 17.5 cm, así como también la cantidad de óxido de grafeno adecuada 0.153%.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendaciones:

- 1 Como objetivo número uno, se sugiere realizar diferentes estudios, contando con el porcentaje de CBR diferente al actual análisis.
- 2 Como objetivo número dos, se sugiere verificar la cifra de conteo vehicular tomando en cuenta los valores de la estación de peaje más cercana a la localidad de estudio.
- 3 para el objetivo número tres, se recomienda validar los resultados de los antecedentes tomados en la investigación mediante ensayos en laboratorio según las especificaciones de las normas.
- 4 para el objetivo general se recomienda la utilización de diferentes programas estadísticos con licencias permitidas o fuentes confiables.

REFERENCIAS

- Yu-You Wu, Longxin Que, Zhaoyang Cui, and Paul Lambert (2019) · Physical Properties of Concrete Containing Graphene Oxide Nanosheets. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6566450/>
- Yousef Alharbi , Jinwoo An , Byoung Hooi Cho , Mohammad Khawaji , Wonseok Chung , Boo Hyun Nam (2018) · . Mechanical and Sorptivity Characteristics of Edge-Oxidized Graphene Oxide (EOGO)-Cement Composites: Dry- and Wet-Mix Design Methods. Extraído de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359836818329998>
- Yu-You Wu , Jing Zhang , Changjiang Liu , Zhoulia Zheng , Paul Lambert. Effect of Graphene Oxide Nanosheets on Physical Properties of Ultra-High-Performance Concrete with High Volume Supplementary Cementitious Materials. Extraído de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32325893/>
- Liulei Lu , Dong Ouyang (2017) · Properties of Cement Mortar and Ultra-High Strength Concrete Incorporating Graphene Oxide Nanosheets. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28726750/>.
- Wang Y, et al. Materials (Basel). 2019. Effect of Graphene Oxide on Mechanical Properties of Cement Mortar and its Strengthening Mechanism. PMID: 31739497 Free PMC article.
- Wu YY, et al. Materials (Basel). 2019 Physical Properties of Concrete Containing Graphene Oxide Nanosheets. . PMID: 31130691 Free PMC article.
- M. Devasena, J. Karthikeyan (2015), India “Investigación sobre fuerzas propiedades de concreto y oxido de grafeno,
Scholar.google.com.pe/scholar?q=tesis+m.+devasena,+j+karthikeyan+2015&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart
- Karla P. Bautista Gutierrez, Agustin L. Herrera May (2019), Avances recientes en nanomateriales para infraestructura de concreto moderna: ventajas y

desafíos, disponible en: http://Researchgate.net/publicación/337427859_Recent_Progress_in_Nanomaterials_for_Modern_concrete_infraestructure_Advantages_and_challenges.

Zengshun Chen , Yemeng Xu , Jianmin hua (2020),), influencia de las barras de refuerzo en la estructura de los poros de hormigon y la resistencia a la compresión, disponible en : <http://Ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7040662/>.

Walter Zecenarro Mateus (2016). Evaluación comparada del servicio de Transporte del Ferrocarril Huancayo– Huancavelica de carga y pasajeros. Disponible en: CN Pérez Amasifuen - 2016 - repositorio.ucv.edu.pe

Ccopa Mamani, Heber (2017) Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto. Disponible en: [Es.scrib.com/document/40578726/Ccopa-Mamani-Heber-pdf Tesis%20de%20grafeno%20pdf](https://es.scribd.com/document/40578726/Ccopa-Mamani-Heber-pdf-Tesis%20de%20grafeno%20pdf)

Enrique Chao (2016) "EL GRAFENO, ¿La nueva Vitamina del Concreto? " Disponible en : <http://lmcyc.com/revistacyt/pdf/mayo2016/fuga.pdf>

Jorge Lazarte Conroy (2016), Instituto Latinoamericano de Investigación y Estudios Viales. Programa Preliminar 1er Congreso Nacional de Seguridad Vial. Disponible en: <https://www.signovial.pe/blog/download/Programa-preliminar-del-1er-congreso-de-seguridad-vial-2016.pdf>.

Bernaola Chuquillanqui, Roberto José (2014), Evaluación y determinación del índice de condición del pavimento rígido en la Av. Huancavelica, Distrito Chilca, Huancayo
Extraído de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/391>.

Yousef Alharbi, Jinwoo An, Byoung Hooi cho (2018), Korea "Características mecánicas y de sorbilidad de borde oxidado de oxidó de grafeno.

Jhonathan Eugenio Avila (2018), Ecuador “Evaluación del comportamiento en compresión de morteros reforzados con oxido de grafeno

Dimitar Dimov (2018), Inglaterra “El grafeno aumenta la resistencia y durabilidad del concreto”,

Monica Craciun (2018), Inglaterra “Que es el grafeno y como puede revolucionar la arquitectura”, “*Graphene supercharges concrete, altering the construction industry*”.

disponible: <https://www.thegraphenecouncil.org/blogpost/1501180/301010/Graphene-Supercharges-Concrete-Altering-the-Construction-Industry>>.

Bartra Chujutally, David Enrique (2018), Tarapoto Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm² . disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42347>

Wu, J., Liu, J., and Yang, F. (2015), Three-phase composite conductive concrete for pavement deicing. *Construction and Building Materials* 75 129 { 135

INFOGRAFENO. Fecha de consulta 22 de mayo del 2020. <http://infografeno.com.ourssite.com>

Pablo G. Bejarano (2018), Inglaterra, “El grafeno se puede usar para crear un hormigón más ecológico”,

Karl von Terzaghi y Arthur Casagrande, MECANICA DE SUELOS ¿QUE ES Y COMO FUNCIONA?.

Sampieri R. H, Fernandez C, B.P., (2010). *Metodología de la Investigación*. S.l.: s.n. ISBN 9786071502919.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2009). Norma C 0. != 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 Transporte y Comunicaciones del Peru.

Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). NTP

Sikora, P.; Augustyniak, A.; Cendrowski, K.; Nawrotek, P.; Mijowska, E. Antimicrobial activity of Al₂O₃, CuO, Fe₃O₄, and ZnO nanoparticles in scope of their further application in cement-based building materials. *Nanomaterials* . Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5923542/>

Dosificación de la Mezcla según ACI.

Normas Técnicas Peruanas (NTP), las normas de la America Society for Testing and Materials – ASTM y las normas de la America Welding Society – AWS

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

Guzman, D. S. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Bogotá
Pablo G. Bejarano (2018), Inglaterra, “El grafeno se puede usar para crear un hormigón más ecológico”,
Karl von Terzaghi y Arthur Casagrande, MECANICA DE SUELOS ¿QUE ES Y COMO FUNCIONA?

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

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 adición óxido de grafeno	Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento portland adicionado con óxido grafeno como aditivo, es el principal componente estructural.	El diseño del Pavimento Rígido se mediará a través de los criterios Guía de diseño ASSHTO 93	Características del suelo	CBR	Razón
		Concreto modificado	ESAL	Porcentaje	
			Porcentaje de óxido de grafeno	Adimensional	
			7 y 28 Días de curado		
			Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	
Resistencia a la flexión					
Variable Dependiente					
Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Estructura del Pavimento Rígido	MTC, un Pavimento rígido es una estructura conformada por una capa subbase, una capa base y la losa de concreto.	Según los lineamientos establecidos por el manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, sección de suelos y pavimentos (2014, p.92) para el diseño de la estructura de un pavimento rígido, se considera el número de cargas determinados que soporta el pavimento, siguiendo con lo determinado por el AASHTO 1993.	Características del pavimento rígido con metodología a AASTHO 93	Espesor de la losa de concreto	cm
				Espesor de la base granular	
				Espesor de la sub base granular	
				Coefficiente de capa	Razón
				Módulo resiliente	
				Módulo de rodadura	
				Confiableidad	
				Módulo de elasticidad	



FAVICA INGENIEROS S.A.C

DIVISION DE TECNOLOGIA & INGENIERIA
PROYECTOS - CONSULTORIA - ASESORIA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, ASFALTO Y
CONCRETO - ENSAYOS GEOTECNICOS ESTANDAR Y ESPECIALES - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

INFORME TÉCNICO

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.0 ANTECEDENTES.-

El presente estudio se genera como parte de la necesidad establecida por la Municipalidad Distrital de Ate la Elaboración del Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LAS CALLES SANTA ROSA Y LAS FLORES DE LA ASOCIACION DE VIVIENDA SANTA ROSA DE VALLE GRANDE Y CALLE SANTA DEL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS LONGUERAS, ZONA 03, SUB ZONA 03, DISTRITO DE ATE - LIMA - LIMA" y adoptar una infraestructura adecuada a la vía en terreno natural, para dotar de un mejor servicio a la comunidad, lo cual repercute en mejorar la salud, seguridad y confort en cada uno de los espacios urbanos del distrito.

2.0 OBJETIVO

La **Municipalidad Distrital de Ate**; ha solicitado los trabajos para conocer las características físicas, química y mecánicas del suelo donde se realizaran las obras civiles de la construcción de pistas y veredas.

El Objetivo del presente estudio es de realizar el diseño de Pavimento flexible que se empleara para el Proyecto denominado: "CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LAS CALLES SANTA ROSA Y LAS FLORES DE LA ASOCIACION DE VIVIENDA SANTA ROSA DE VALLE GRANDE Y CALLE SANTA DEL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS LONGUERAS, ZONA 03, SUB ZONA 03, DISTRITO DE ATE - LIMA - LIMA", para ello se diseñara un pavimento a nivel de **carpeta Asfáltica en caliente**, que permita mejorar la capacidad estructural de acuerdo a las cargas reales actuantes y solicitudes futuras, durante la vida útil estimada, brindando adecuada serviciabilidad, seguridad y confort a los usuarios, así mismo, mejorar las condiciones del medio ambiente y por tanto de vida del entorno de la zona de estudio.

3.0 UBICACIÓN – CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.-

El área donde se desarrolla el Proyecto está ubicada en la **ASOCIACION DE VIVIENDA SANTA ROSA DE VALLE GRANDE Y CALLE SANTA DEL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS LONGUERAS, Zona 03, Sub Zona 03**, en el Distrito de Ate, Provincia y Dpto. De Lima.

La Zona de estudio presenta una topografía una ligera pendiente. El terreno actualmente se encuentra a nivel de terreno natural y existencia de buzones colectores en buen estado.

El contorno a esta zona de estudio se encuentra urbanizado y asfaltado.

4.0 ESTUDIO DE SUELOS.-

4.1 METODOLOGIA:

La metodología seguida para la ejecución del estudio comprendió básicamente una investigación de campo a lo largo de la zona en estudio, mediante pozo exploratorio, con obtención de muestras representativas en cantidades suficientes, las que fueron objeto de ensayos en Laboratorio y finalmente con los datos obtenidos en ambas fases se realizaron los labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del estudio.



FAVICA INGENIEROS S.A.C

DIVISION DE TECNOLOGIA & INGENIERIA
 PROYECTOS - CONSULTORIA - ASESORIA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, ASFALTO Y
 CONCRETO - ENSAYOS GEOTECNICOS ESTANDAR Y ESPECIALES - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

A continuación se procede a describir el plan de trabajo desarrollado en cada una de las tres etapas arriba indicadas.

a) Trabajo de Campo.

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales existentes de la sub-rasante, se llevaron a cabo investigaciones mediante la ejecución de **03 (Tres)** pozos exploratorios o calicatas de **1.50 m** de profundidad.

De los materiales representativos encontrados en la calicata se obtuvo muestras representativas, las que fueron descritas e identificadas mediante etiquetado con la ubicación, número de muestra y profundidad. Luego fueron colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al Laboratorio.

Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro de las capas de sub-rasante. La descripción visual de sus características de gradación y el estado de compactación de cada uno de los materiales también fueron registrados.

Las calicatas efectuadas tienen la siguiente ubicación:

CALICATA	UBICACION
C - 1	Calle 3
C - 2	Calle 3
C - 3	Calle 3

b) Ensayo de Laboratorio.-

Para efectuar la caracterización de los materiales obtenidos en las calicatas se han efectuados los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos **FAVICA INGENIEROS SAC**, de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM - 2000), aprobado por (R. D. No. 028-2001-MTC/15.17 del 16-01-01) y aplicables a los EMS con fines de pavimentación, son las indicadas en la **Tabla A** que se indican a continuación:

TABLA A

Norma	Denominación
NTP 339.127:1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.128:1999	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
NTP 339.129:1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

GUERRERO GUERRERO
 SAMUEL BELTRAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 63621


 Carlos Alonzo Coronado Yovera
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 121206



FAVICA INGENIEROS S.A.C

DIVISION DE TECNOLOGIA & INGENIERIA
 PROYECTOS - CONSULTORIA - ASESORIA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, ASFALTO Y
 CONCRETO - ENSAYOS GEOTECNICOS ESTANDAR Y ESPECIALES - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

Calicata	C - 1	C - 2	C - 3
Muestra	M - 2	M - 2	M - 2
Profundidad (m)	1.20 - 1.50	1.00 - 1.50	0.20 - 1.50
% que pasa malla N° 200	52.0	50.0	57.0
Contenido de humedad (%)	SECO	SECO	SECO
Límite Líquido (%)	38.0	37.0	37.0
Índice de Plasticidad (%)	3.0	3.0	2.0
Clasificación SUCS	ML	ML	ML
Clasificación AASHTO	A - 4 (0)	A - 4(0)	A - 4(1)

4.2 Descripción de los Suelos

Las observaciones de campo (pozos exploratorios) y el análisis de los resultados de Laboratorio, han permitido representar la estratigrafía del suelo de fundación en los gráficos del registro de Perforación.

Calicata C - 1:

La Calicata C - 1 se ubicó en la Calle 3 en la progresiva 0+880, en la Asociación de Vivienda Santa Rosa de Valle Grande y Calle Santa del Programa Municipal Urbano Ambiental las Longueras, como se muestra en el plano de ubicación de calicatas, se excavó manualmente hasta una profundidad de 1.50 m.

En el estrato superficial de 0.00 m a 1.20 m de profundidad se observó un relleno conformado por ladrillo, tierra de chacra y bolsas, en estado seco, poco denso y poco plástico.

En el estrato superficial, de 1.20 m a 1.50 m; de profundidad se observó un estrato de suelo limoso poco arcilloso, de color beige claro, en estado seco, poco denso y poco plástico, pertenece en la clasificación SUCS (ML).

Calicata C - 2:

La Calicata C - 2 se ubicó en la Calle 3 en la progresiva 0+630, en la Asociación de Vivienda Santa Rosa de Valle Grande y Calle Santa del Programa Municipal Urbano Ambiental las Longueras, como se muestra en el plano de ubicación de calicatas, se excavó manualmente hasta una profundidad de 1.50 m.

En el estrato superficial de 0.00 m a 1.00 m de profundidad se observó un relleno conformado por ladrillo, tierra de chacra y bolsas, en estado seco, poco denso y poco plástico.

En el estrato de fondo de 1.00 m a 1.50 m de profundidad se observó un suelo limoso, de color beige claro, en estado seco, poco denso y poco plástico, pertenece en la clasificación SUCS (ML).

GUERRERO GUERRERO
 SAMUEL BELTRAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.P. N° 83621

Carlos Alonzo Coronado Yoveri
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.P. N° 121206

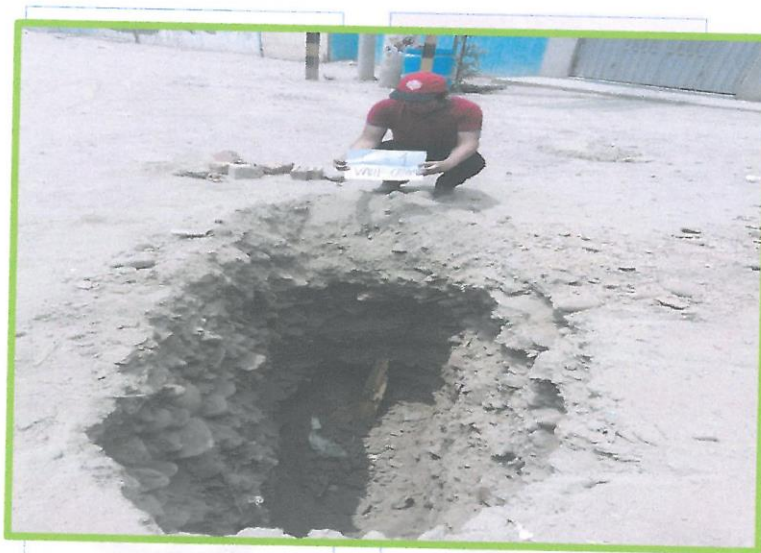


FAVICA INGENIEROS S.A.C

DIVISION DE TECNOLOGIA & INGENIERIA
 PROYECTOS - CONSULTORIA - ASESORIA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, ASFALTO Y
 CONCRETO - ENSAYOS GEOTECNICOS ESTANDAR Y ESPECIALES - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LAS CALLES SANTA ROSA Y LAS FLORES DE LA ASOCIACION DE VIVIENDA SANTA ROSA DE VALLE GRANDE Y CALLE SANTA DEL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS LONGUERAS, ZONA 03, SUB ZONA 03, DISTRITO DE ATE - LIMA - LIMA".



SOLICITADO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ATE
UBICACIÓN: ASOCIACION DE VIVIENDA SANTA ROSA DE VALLE GRANDE Y CALLE SANTA DEL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS LONGUERAS

DISTRITO: ATE

PROVINCIA: LIMA

DEPARTAMENTO: LIMA

DICIEMBRE - 2017

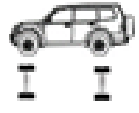
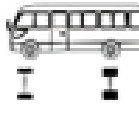
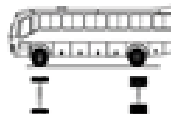
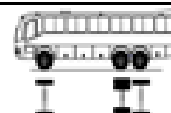
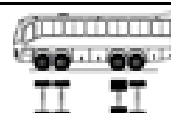
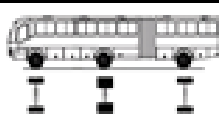


GUERRERO GUERRERO
 SAMUEL BELTRAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 63621

Carlos Alvarado Coronado Yover
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 121206

Coop. El Valle Mz. G Lt. 14 - Campoy - S.J.L.
 Urb. Ricardo Palma Mz. E Lt. 3 - San Gregorio - ATE

Tel.: 734 9925
 rpm #968253889 / rpc 993271540
 Nextel.: (98)137*4812 / (99)420*4371
 Email.: favica_sac@hotmail.com

Anexo 3: Cálculo De Numero De Repeticiones De Eje Equivalente

CONTEO VEHICULAR												
VEHICULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	Y	S			
VHL1		IDA	145	155	123	137	147	145	155	1007	294	49.07%
		YU E.	150	167	146	126	139	150	167	1045		50.93%
VHL2		IDA	49	58	75	37	88	78	90	475	158	43.14%
		YU E.	88	87	78	98	98	87	90	626		56.86%
B2		IDA	45	55	23	37	47	45	55	307	94	47.09%
		YU E.	50	67	46	26	39	50	67	345		52.91%
B3_1		IDA	13	20	20	20	19	20	19	131	37	50.58%
		YU E.	12	20	20	20	19	18	19	128		49.42%
B4_1		IDA	13	11	13	11	13	11	10	82	23	51.57%
		YU E.	12	10	12	10	12	10	11	77		48.43%
BA_1		IDA	2	2	2	2	2	2	2	14	5	40.00%
		YU E.	3	3	3	3	3	3	3	21		60.00%
_C2		IDA	2	2	2	2	2	2	2	14	5	40.00%
		YU E.	3	3	3	3	3	3	3	21		60.00%
_C3		IDA	2	2	2	2	2	2	2	14	5	40.00%
		YU E.	3	3	3	3	3	3	3	21		60.00%

Anexo 3: Cálculo De Numero De Repeticiones De Eje Equivalente

CÁLCULO DE FACTOR DE EJES EQUIVALENTES									
HOME HGLAT	GRÁFICO	$\frac{P}{P_{lim}}$	k_1	L2	β_x	β_{10}	G_x	$\log\left(\frac{1}{FMS}\right)$	FEE
_1VL		1	2.2	1	1.000	1.0562	-0.079	3.57	3E-04
_2VL		2	4.4	1	1.000	1.0562	-0.079	2.52	0.003
_4VL		4	8.8	1	1.002	1.0562	-0.079	1.324	0.047
_1RS		7	15	1	1.026	1.0562	-0.079	0.293	0.509
_1RD		11	24	1	1.244	1.0562	-0.079	-0.555	3.542
_1RS_1RD		16	35	2	1.161	1.0562	-0.079	-0.354	2.259
_2RD		18	40	2	1.288	1.0562	-0.079	-0.571	3.728
_1RS_2RD		23	51	3	1.258	1.0562	-0.079	-0.504	3.191
_3RD		25	55	3	1.389	1.0562	-0.079	-0.656	4.532
_1RD_1RD		22	48	2	1.244	1.056	-0.079	-0.555	7.184

ESAL = 4.16E+06

Anexo 4 análisis de datos, programa MathCad 15™

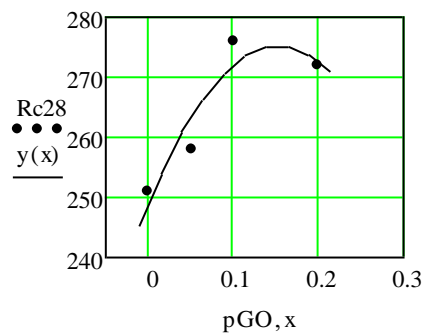
RESISTENCIA COMPRESION		RESISTENCIA A LA FLEXION	
7 días	28 días	7 DÍAS	28 DÍAS

0.0%	160.6059	250.85112	38.74936	48.028812
0.05%	157.03688	257.98916	38.443444	48.538672
0.1%	183.5496	275.83426	40.380912	49.150504
0.2%	174.576064	271.75538	37.21978	48.334728

$$pGO := \begin{pmatrix} 0 \\ 0.05 \\ 0.1 \\ 0.2 \end{pmatrix} \quad Rc28 := \begin{pmatrix} 251 \\ 258 \\ 276 \\ 272 \end{pmatrix}$$

$$x := -0.01, 0.015.. 0.23$$

$$y(x) := 249 + 341.9 \cdot x - 1.118 \times 10^3 \cdot x^2$$



$$y(x1) := 249 + 341.9 \cdot x1 - 1.118 \times 10^3 \cdot x1^2$$

$$\frac{d}{dx1} y(x1) \rightarrow -2236.0 \cdot x1 + 341.9$$

$$x1 := \frac{341.9}{2236} = 0.153$$

$$y(0.153) = 275.139$$

$$n := 4$$

$$x := pGO$$

$$y_{xx} := Rc28$$

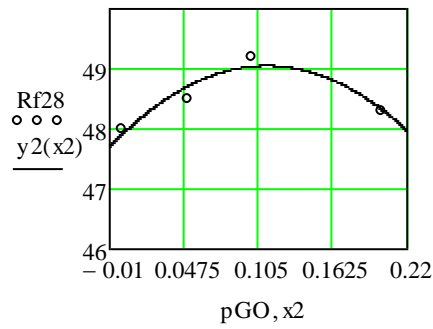
$$A := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=0}^3 x_i & \sum_{i=0}^3 (x_i)^2 \\ \sum_{i=0}^3 x_i & \sum_{i=0}^3 (x_i)^2 & \sum_{i=0}^3 (x_i)^3 \\ \sum_{i=0}^3 (x_i)^2 & \sum_{i=0}^3 (x_i)^3 & \sum_{i=0}^3 (x_i)^4 \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^3 y_i \\ \sum_{i=0}^3 (x_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^3 [(x_i)^2 \cdot y_i] \end{bmatrix}$$

$$\beta = \begin{pmatrix} 249.009 \\ 341.909 \\ -1.118 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

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

$$y_2(x_2) := 47.921 + 20.391 \cdot x_2 - 91.818 \cdot x_2^2$$



$$\frac{d}{dx_2} y_2(x_2) \rightarrow -183.636 \cdot x_2 + 20.391$$

$$x_2 := \frac{20.391}{183.636} = 0.111$$

$$y_2(0.111) = 49.053$$

$$n := 4 \quad x := \text{pGO} \quad y := \text{Rf28}$$

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

$$B := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^3 y_i \\ \sum_{i=0}^3 (x_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^3 [(x_i)^2 \cdot y_i] \end{bmatrix}$$

$$\beta := A^{-1} \cdot B \quad \beta = \begin{pmatrix} 47.921 \\ 20.391 \\ -91.818 \end{pmatrix}$$

$$y1(pGO) := 249 + 341.9 \cdot pGO - 1.118 \times 10^3 \cdot pGO^2$$

$$y_{\text{modelo}} := y1(pGO) \qquad y1(pGO) = \begin{pmatrix} 249 \\ 263.3 \\ 272.01 \\ 272.66 \end{pmatrix}$$

$$SST := \sum_{i=0}^3 (Rc28_i - \text{mean}(Rc28))^2 \qquad SST = 412.75$$

$$SS_{\text{reg}} := \sum_{i=0}^3 (y_{\text{modelo}_i} - \text{mean}(Rc28))^2 \qquad SS_{\text{reg}} = 364.411$$

$$SSE := SST - SS_{\text{reg}} \qquad SSE = 48.339$$

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	FO
Regresión	364.41	3 - 1	$\frac{364.44.11}{3 - 1} = 182.206$	$\frac{182.206}{48.339} = 3.769$
Error	48.33	3 - 2	$\frac{48.339}{3 - 2} = 48.339$	
Total	412.7	4 - 1		

$$qF(0.65, 2, 1) = 3.582 \qquad \text{Coefcorr} := \frac{364.44.11}{412.74} = 0.880$$

Rechaza H0 con 65% de confianza

Mientras que la alternativa H1
La resistencia a la compresión depende de la cantidad de óxido de grafeno en el rango evaluado

Anexo 5: Diseño de mezcla (concreto convencional)

Datos.

Cemento= tipo I

$$F_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

Slump= 4 Pulg.

Pe agua = 1000 ks/m³

Agregados.

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

$$F_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

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:

$$F'_{cr} = 250 + 84 = 334 \text{ kg/cm}^2$$

2) Contenido de aire.

aire = 1 %

$$1.1/2'' = 1\%$$

TABLA 02

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

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 %

8.47 bls.

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)

$$T'' \text{ cr} = 334 \text{ Kg / cm}^2$$

Tabla # 5

$$300 \text{ _____ } 0.55$$

$$334 \text{ _____ } X$$

$$350 \text{ _____ } 0.48$$

$$\frac{350 - 334}{0.48 - X} = \frac{350 - 300}{0.48 - 0.55}$$

$$X = 0.502 \text{ a/c}$$

5) Contenido de cemento

$$\frac{181}{c} = 0.5024$$

c

$$C = 360.271 \text{ Kg.}$$

$$\text{Factor } C = 360.271 / 42.5$$

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 finiza 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

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

bo

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

7) Volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{360.271 \text{ kg.}}{0.114} =$$

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

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

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

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

$$100$$

Volumen agregado grueso.

$$\frac{1240.78 \text{ kg}}{1000} = 0.475 \text{ m}^3$$

2610 kg/m³

$$\Sigma = (\text{vol. Cemento} + \text{vol. Agua} + \text{vol. Ag.}) = 0.780 \text{ m}^3$$

8) Volumen agregado fino

$$1 \text{ m}^3 - 0.780 \text{ m}^3 = 0.220 \text{ m}^3$$

Peso agregado fino:

$$0.220 \text{ m}^3 \times 2750 \text{ kg} / \text{m}^3 = 605 \text{ kg.}$$

9) Presentación diseño estado seco:

Cemento _____ 360.27 KG.

Ag. fino _____ 605.00 kg.

Ag. grueso _____ 1240.98 kg.

Agua _____ 181 Lts.

10) Corrección por humedad

Ag. fino

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

$$605.00 \left(\frac{2.5}{100} + 1 \right) = 620.125 \text{ kg.}$$

100

Agregado grueso

$$1240.98 \times \left(\frac{1.7}{100} + 1 \right) = 1262.077 \text{ kg.}$$

100

Proporcionamiento del diseño.

Cemento	Agregado Afino	Agregado grueso	Agua
360.271 kg	620.125 kg	1262.08 kg	214.50 Lts

11) Aporte de agua a la mezcla.

Agregado fino.

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

100

$$A_f = \frac{2.5 - 5.7 \times 620.125}{19.844} = -$$

100

Agregado grueso.

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

100

$$A_g = \frac{(1.7 - 2.5) \times 1262.077}{13.651} = -$$

100

$$\text{Suma} = - 33.495 \text{ Lts.}$$

12) Agua efectiva.

$$\text{Agua} = 181 \text{ Lts.} - (-33.495 \text{ Lts.})$$

$$= 214.495 \text{ Lts.}$$

Relación

Cemento	Agregado Afino	Agregado grueso	Agua
1	1.72	3.50	25.32 Lts

Costos

Cemento sol tipo 1 = 25 .00 soles x 8.48 bols = 212.19

Agregado fino = 23.25.00 soles

Agregado grueso = 47.33 soles

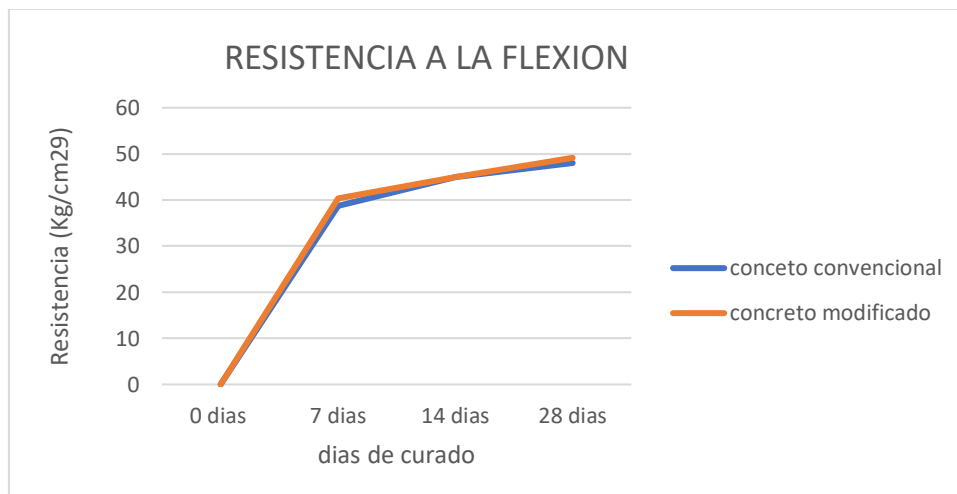
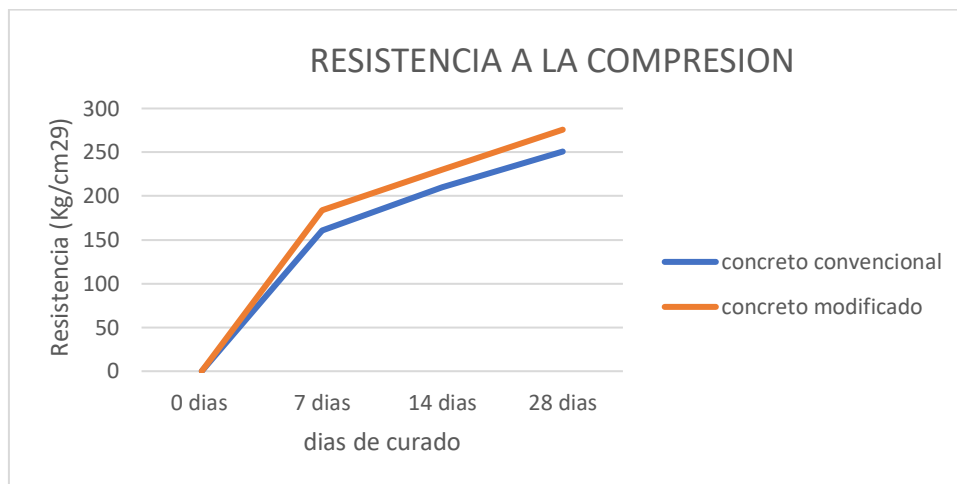
Agua = 0,00235 soles por litro x 214.50 = 0.5 soles

Oxido de grafeno = 67€ x 4.02 s/.x gramo = 0.0551 gramos x 268 soles = S/. 14.77

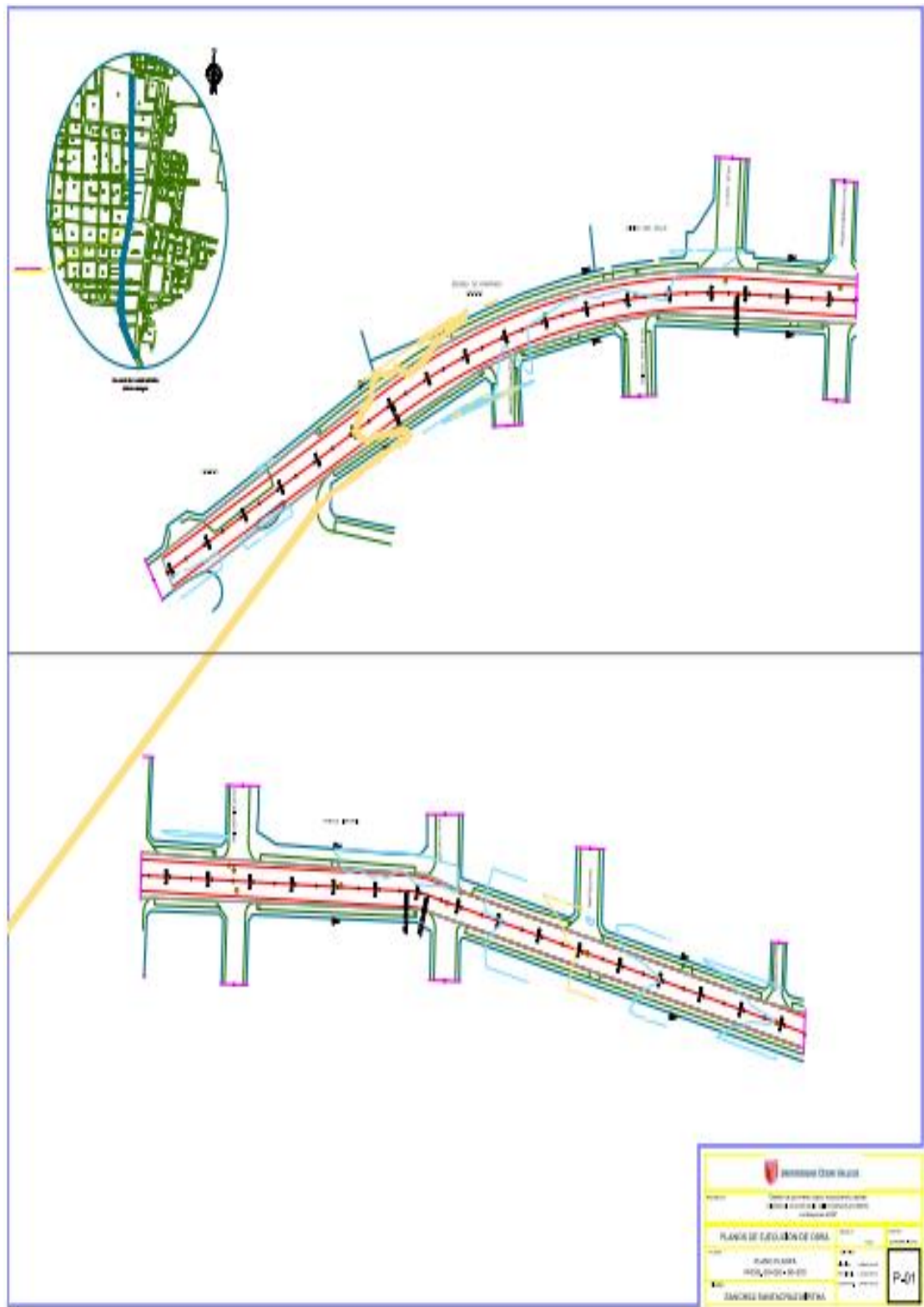
Total= S/298.05 x m3 de concreto

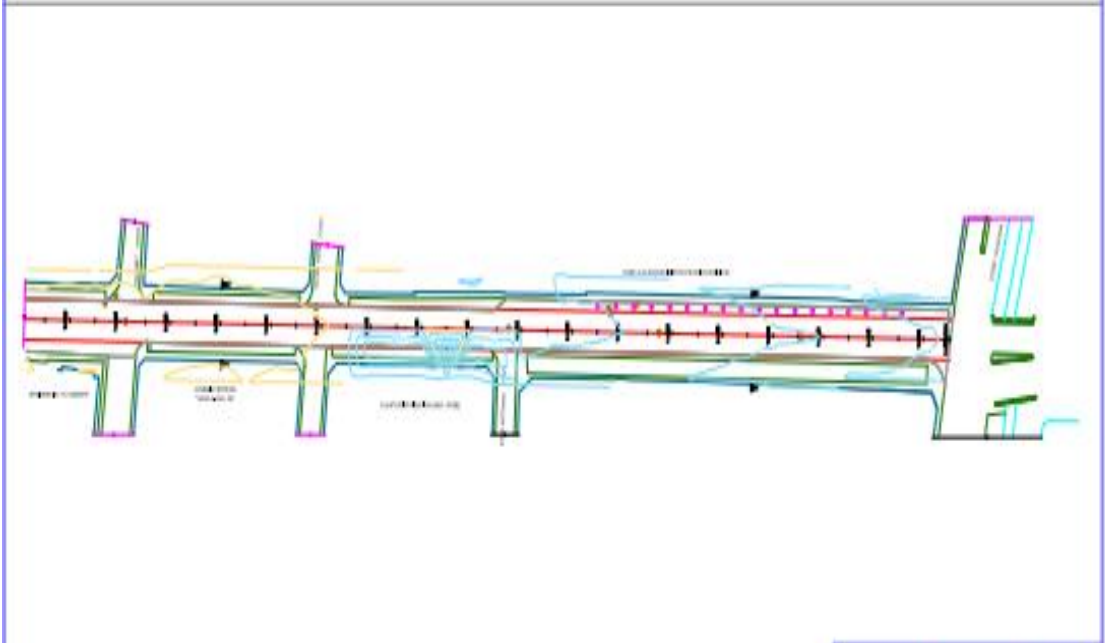
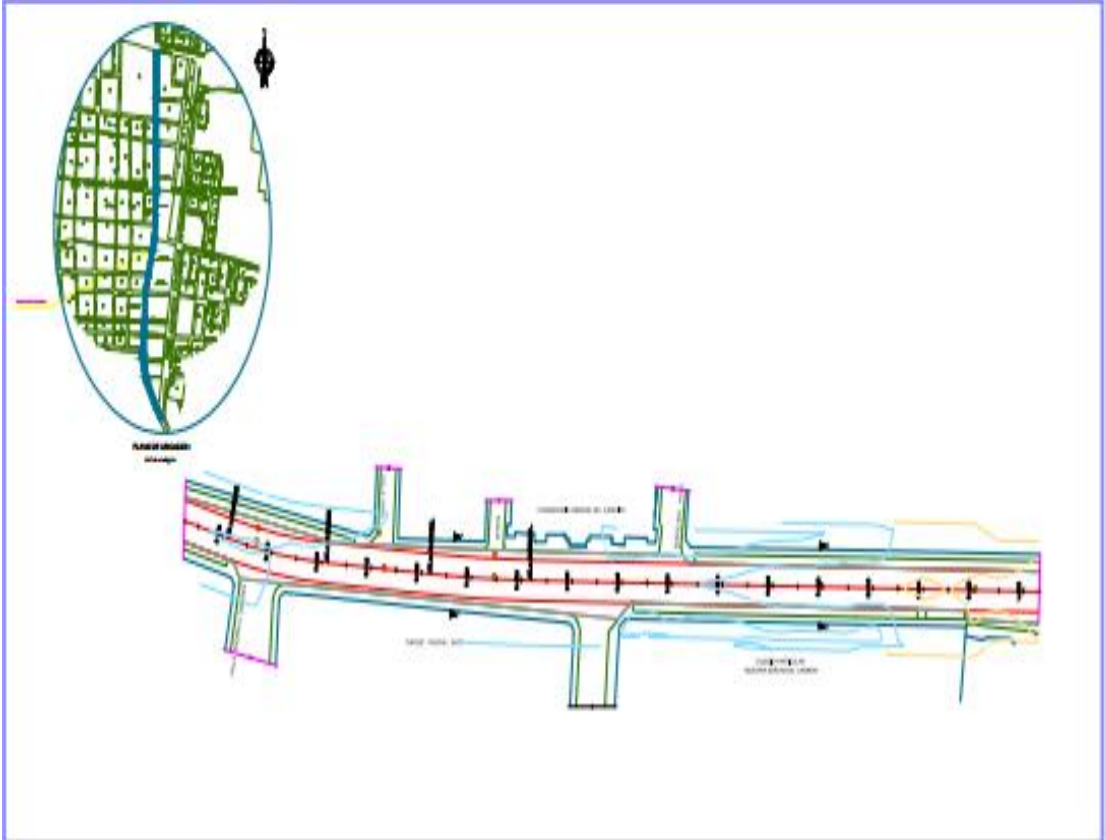
Anexo 6 : Comparación de la resistencia del concreto convencional y el concreto modificado con oxido de grafeno

Al mezclar el óxido de grafeno en un 0.05%, con los materiales cemento portland, agregados y agua, en comparación con un concreto matriz, el concreto con adición de óxido de grafeno mejora la fortaleza a tracción entre un 41% y un 59% y la fortaleza a compresión mejora en un 15% y un 33%. Mejora también en la ductilidad, reduce el sangrado, reduce la disgregación del concreto, reduce la porosidad entre un 32,6% a un 28,2%, mejora el grado de hidratación, aumenta la densidad consiguiendo así un concreto más durable.



Anexo 7:





 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE COSTA RICA	
<small>Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Ingeniería de Edificación Ingeniería Civil</small>	
PLANO DE CIRCUNSCRIPCIÓN DE OBRAS	
NOMBRE: PLANO PLANTA NÚMERO: 0001-2017-01-0152	FECHA: 2017 ESCALA: 1:50
DISEÑADO: SANCHEZ BARTOLOME BERTHA	APROBADO: [Signature]
P-02	

