

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“EFECTO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO COMPRIMIDOS EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA HUÁNUCO 2021”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Rojas Aranda, Ricardo Amancio

ASESOR: Guarniz Flores, Joel Luis

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería de la construcción

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46258134

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46064394

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0003-1651-8683

DATOS DE LOS JURADOS:

N °	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Trujillo Ariza, Yelen Liseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Gomez Valles, Jhon Elio	Maestro en diseño y construcción de obras viales	45623860	0000-0001-6424-6032

D

H



PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 09:33 horas del día 22 del mes de Agosto del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente)
Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Secretario)
Mg. Jhon Elio Gomez Valles (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1635 - 2022 - D - FI - UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

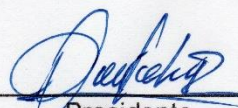
" Efecto del Hidróxido de Calcio en la Resistencia y Durabilidad de Ladrillos de Suelo - Cemento Comprimidos en el Distrito de Pillu Marca Huánuco 2021 "

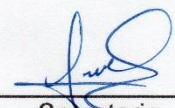
presentado por el (la) Bachiller Ricardo Amancio Rojas Aranda, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO. (Art. 47)

Siendo las 09:33 horas del día 22 del mes de Agosto del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

A mis padres que siempre estuvieron en todo momento para apoyarme en mi formación académica y moral dándome sus consejos e inculcándome los valores mas importantes como respeto, esfuerzo y dedicación sobre todo en esta etapa importante de mi carrera.

Gracias madre y padre.

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres por sus enseñanzas, su motivación y esfuerzo diario para querer hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanas por estar presentes y compartir los buenos momentos de felicidad y emociones durante las etapas de mi vida.

A mi asesores y jurados que me guiaron y me dieron sus observaciones para continuar y hacer posible mi proyecto de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPITULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	13
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	13
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	13
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.7.1. RECURSOS TEÓRICOS	14
1.7.2. RECURSOS HUMANOS.....	15
1.7.3. RECURSOS ÉTICOS.....	15
1.7.4. RECURSOS ECONÓMICOS	15
1.7.5. RECURSOS TECNOLÓGICOS	15
CAPITULO II.....	16
MARCO TEÓRICO	16

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.2. BASES TEÓRICAS	21
2.2.1. LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA (LTC).....	21
2.2.2. HIDRÓXIDO DE CALCIO	24
2.2.3. RESISTENCIA	25
2.2.4. DURABILIDAD	27
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	31
2.4. HIPÓTESIS	34
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	34
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS.....	35
2.5. VARIABLES	35
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	35
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	35
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	35
CAPITULO III.....	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
3.1.1. ENFOQUE.....	36
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	36
3.1.3. DISEÑO.....	36
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	36
3.2.1. POBLACIÓN	36
3.2.2. MUESTRA.....	37
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS (CUADROS Y/O GRÁFICOS)	52
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	52

CAPITULO IV.....	53
RESULTADOS.....	53
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	53
4.1.1. HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 5 % DE MEZCLA EN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO	53
4.1.2. HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 7 % DE MEZCLA EN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO	55
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	59
CAPITULO V.....	60
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
5.1. PRESENTACIÓN DE CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS	60
5.1.1. EL HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 5 % DE LA MUESTRA DE MEZCLA SOBRE LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD.....	60
5.2.1. EL HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 7 % DE LA MUESTRA DE MEZCLA SOBRE LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD.....	61
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de cantidad mínima de cemento recomendada por la Portland Cement Association, 1956.....	23
Tabla 2: Cantidad de muestras empleadas para los distintos ensayos y tratamientos	37
Tabla 3: Resultados del ensayo de Clasificación de suelos (NTP 339.134 y NTP 339.135).	39
Tabla 4: Ficha técnica de maquina bloquetera.	45
Tabla 5: Ensayo de resistencia a compresión Axial NTP 399.613/ 399. 60449	
Tabla 6: Resultados del ensayo de erosión SAET (Swinburne accelerated erosion test	50
Tabla 7: Resultados del ensayo de densidad y Absorción NTP 339.613/ 339. 604	50
Tabla 8: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk del hidróxido de calcio al 5 %	53
Tabla 9: Prueba T- Student del tratamiento con cal al 5 % y suelo sin tratamiento	54
Tabla 10: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk del hidróxido de calcio al 7 %	55
Tabla 11: Prueba T- Student del tratamiento con cal al 7 % y suelo sin tratamiento	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Ladrillos de tierra comprimida de forma biselada y orificios.....	22
Figura 2: Esquema del ensayo SAET (Las medidas están en mm)	29
Figura 3: Procedimiento del ensayo SAET.	30
Figura 4: Humedecido, secado y secado en el horno de ladrillos suelo – cemento	31
Figura 5: Carta de Plasticidad.....	40
Figura 6: Carta de plasticidad AASHTO	42
Figura 7: Curva de compactación del ensayo Proctor estándar para un suelo con añadido 7 % cemento.	43
Figura 8: Curva de compactación del ensayo Proctor estándar para un suelo con añadido 7 % cemento + 5% cal.	44
Figura 9: Curva de compactación del ensayo Proctor estándar para un suelo con añadido 7 % cemento + 7% cal.	44
Figura 10: Moldes con alveolos	45
Figura 11: Dimensiones de maquina bloquetera.....	46
Figura 12: Dimensiones de la unidad después de su fabricación.....	46
Figura 13: Procedimiento para realizar la prueba de la botella	48
Figura 14: Pasos 1, 2 y 3 de la prueba de la botella.	48
Figura 15: Vasos medidores con capacidad de 0,5 Kg por unidad	49
Figura 16: Medias de los tratamientos (0% 5% y 7%) de las unidades expuestas al ensayo Resistencia a compresión	57
Figura 17: Medias de los tratamientos (0%, 5 % y 7%) de las unidades expuestas al ensayo de Absorción	58
Figura 18: Medias de los tratamientos (0 %,5 % y 7%) de las unidades expuestas al ensayo SAET.....	58

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento comprimidos en el distrito de Pillco Marca–Huánuco ,el ámbito geográfico tiene las coordenadas Latitud Sur 9°56'49.83", Longitud Oeste 76°15'9.66" y Altitud de 1953 msnm ,la población constituido por 215 kg , tipo aplicada de nivel explicativo, tipo de muestreo no probabilístico se empleó las técnicas bibliográficas tales como fichaje y análisis de contenido, técnicas de laboratorio la observación y técnicas estadísticas como la prueba de normalidad Shapiro – Wilk y T - Student, mediante los instrumentos de campo tales como libreta de campo y fichas de laboratorio cuyos datos fueron procesados en el programa Excel y se presentaron en tablas y figuras de dispersión. Los resultados permiten concluir Para la muestra experimental con hidróxido de calcio al 5% de muestra de densidad 1,9 Kg/cm³, una resistencia a la compresión de 47,1 Kg/cm², perforación (SAET) de 0,4 mm y Absorción de 16%. Se tuvo un efecto significativo con respecto a la resistencia y durabilidad de los ladrillos suelo - cemento. Para la muestra experimental con hidróxido de calcio al 7 % de muestra de densidad 1,76 Kg/cm³, una resistencia a la compresión de 37 Kg/cm², perforación (SAET) de 0 mm y Absorción de 16,33 %. No se obtuvo un efecto significativo en la resistencia y durabilidad de los ladrillos suelo – cemento.

Palabras clave: Hidróxido de calcio, Durabilidad, Resistencia

SUMMARY

The objective of the research was to evaluate the effect of calcium hydroxide on the strength and durability of compressed soil-cement bricks in the district of Pillco Marca-Huánuco, the geographical area has the coordinates South Latitude $9^{\circ}56'49.83''$, West Longitude $76^{\circ}15'9.66''$ and altitude 1953 meters above sea level, the population consisted of 215 kg, applied type of explanatory level, non-probabilistic sampling type, bibliographic techniques were used such as file and content analysis, laboratory techniques, observation and statistical techniques such as the normality test Shapiro - Wilk and T - Student, using field instruments such as field notebook and laboratory cards whose data were processed in the Excel program and presented in tables and figures of dispersion. The results allow concluding For the experimental sample with calcium hydroxide at 5% of sample density 1.9 Kg/cm^3 , a compressive strength of 47.1 Kg/cm^2 , perforation (SAET) of 0.4 mm and absorption of 16%. There was a significant effect on the strength and durability of the soil-cement bricks. For the experimental sample with calcium hydroxide at 7% of sample density 1.76 Kg/cm^3 , a compressive strength of 37 Kg/cm^2 , perforation (SAET) of 0 mm and absorption of 16.33%. No significant effect on the strength and durability of the soil-cement bricks was obtained.

Keywords: Calcium hydroxide, Durability, Resistance, Strength

INTRODUCCIÓN

Las construcciones con tierra son aquellas que se utilizan como materia prima que para su fabricación no es necesaria su inclusión en un horno de cocción o mediante procesos térmicos. En el inicio de la civilización el hombre ha empleado la tierra como material de construcción, es tan popular y aprobado por la crónica, pero casi siempre omitida a causa de los avances del último centenario.

El uso del suelo cemento como técnica constructiva tiene muchas virtudes a su favor tales como; bajo impacto medioambiental, menor consumo energético, bajo costo constructivo, fácil construcción sin necesidad de conocimientos muy técnicos y material reciclable para volver a ser reutilizado.

El Ladrillo de tierra comprimida es una mezcla de tierra, arena con limos, arcillas y algún aglomerante como puede ser el cemento para ser compactada mediante presión ejercida sobre un molde esta investigación tiene como objetivo demostrar si los ladrillos de suelo cemento comprimidos estabilizados químicamente con hidróxido de calcio son resistentes a esfuerzos axiales y duraderos a efectos de Intemperismo causados por las lluvias, vientos y sulfatos o en su defecto si no lo son, despejando cualquier duda acerca de esta técnica.

Se ha hablado mucho acerca de las construcciones con tierra, así como también que han sido utilizados por civilizaciones que construyeron exitosas infraestructuras, En estos tiempos modernos muchas veces han sido considerados con fama de ser de “baja calidad” o solo son asociados con personas de bajos recursos económicos. Por ello en los últimos cincuenta años se ha buscado mejorar la calidad a través de los ladrillos de tierra comprimidos. el ladrillo suelo cemento o Bloque de tierra comprimida es elaborado mediante compactación mecánica, automática o equipos similares que generen determinados valores de presión (MPa, Tn o psi) cuyos procesos de curado y endurecimiento no requieren tratamientos térmicos.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el Perú, así como otros países de la región la construcción con suelo no es muy usada debido principalmente a la falta de investigación y poco aprovechamiento de recursos mas ecológicos. La elaboración de los bloques de arcilla cocidos demanda un elevado consumo de energía, costo e impacto ambiental debido a la liberación de dióxido de carbono.

En la ciudad de Huánuco se sabe del uso de materiales locales como tierra, paja, arena en los adobes mediante moldes a presión, pero es cuestionable su durabilidad y resistencia a efectos de la intemperie tales como la lluvia.

“El hidróxido de calcio al ser empleada como material de construcción para la estabilización del suelo le confiere varias características mecánicas tales como resistencia y estabilidad, asimismo estas características dependen de los elementos minerales que contenga el suelo”. (Manual de estabilización de suelo tratado con cal, 2009, p.5)

Fabricar ladrillos con altos porcentajes de cemento para estabilizar el suelo asegura mucho la resistencia y durabilidad de las unidades, sin embargo, no resulta económicamente viable debido al elevado costo que supondría. También se sabe que no existe normativa en la E.080 “Diseño y Construcción con Tierra” que especifique dosificación alguna sobre el control de calidad de la durabilidad para materiales de tierra, motivo por el cual se propone realizar ensayos de erosión a este tipo de unidades para garantizar su durabilidad.

Si no se realiza los tratamientos de hidróxido de calcio en los suelos para verificar sus propiedades de resistencia y durabilidad no se tendrá una guía para fabricar los ladrillos de suelo – cementos estabilizados con hidróxido de calcio y no se podrá aprovechar las ventajas y beneficios que nos ofrecen.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto del hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo – cementos comprimidos, en el distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

a) ¿Cuál es el efecto del hidróxido de calcio al 5% de mezcla en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento?

b) ¿Cuál es el efecto del hidróxido de calcio al 7% de mezcla en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación del hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento comprimidos en el distrito de Pillco Marca–Huánuco.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Determinar el efecto del hidróxido de calcio al 5% de mezcla en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento.

b) Determinar el efecto del hidróxido de calcio al 7% de mezcla en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Desde el punto de vista práctico, se observó el aporte de los resultados del estudio en un problema práctico que es común y se muestra en la población Huanuqueña, la cual construye sus viviendas de adobe y debido que tenemos lluvias frecuentes. Es sabido que el agua es el agente que más altera la estabilidad de estos bloques mientras que los Ladrillos de Suelo - Cemento Comprimido pueden ser utilizados en la intemperie o con presencia de lluvias.

La investigación se dirigió a buscar soluciones concernientes a la fabricación de ladrillos de Suelo - Cemento, con esta alternativa que es la adición de cal para enriquecer las propiedades mecánicas del suelo y por tanto su resistencia y durabilidad.

Desde el punto de vista social el proyecto se enfocó en los nuevos beneficios técnicos en la construcción de ladrillos de Tierra Comprimida (LTC), no solamente en la población quienes son los beneficiarios directos, sino que los resultados obtenidos fueron utilizados y aplicados en otros lugares con características de suelo similares.

Desde el punto de vista económico el proyecto busco dar una solución alternativa al ladrillo convencional reduciendo los costos de fabricación y asegurando una resistencia alta, así como la durabilidad en estas unidades.

Desde el punto de vista ambiental el proyecto propuso la fabricación de los bloques o ladrillos de arcilla cocida que son utilizadas con gran frecuencia en la construcción, sin embargo, en el proceso para fabricarlas genera una gran cantidad de Dióxido de Carbono que produce el efecto invernadero. En el año 2000 los procedimientos de manufactura (industriales) generaron 690 Tn, representando un total de 9.9 % del total de emisiones de Dióxido de carbono, según el registro de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), he aquí la importancia de seguir investigando con materiales locales como la tierra.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

No se encontraron inconvenientes relevantes y las que hubo fueron solucionadas por el investigador.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que se presentó realizo un análisis sobre ensayos de resistencia y durabilidad en bloques de tierra comprimida de suelo – cemento estabilizado con hidróxido de calcio y de esta manera se obtuvo una nueva alternativa en el rubro de la construcción, y esta propuesta fue viable debido a los siguientes recursos.

1.7.1. RECURSOS TEÓRICOS

La investigación fue posible debido a que se contó con bases teóricas a nivel nacional e internacional y con respecto a los bloques de tierra comprimida que tienen mas de 50 años de estudios desde que se supo de la misma.

1.7.2. RECURSOS HUMANOS

La investigación fue viable debido a que la elaboración del proyecto se realizó con medios propios, en cuanto a los ensayos los ensayos mecánicos, los ensayos de durabilidad y resistencia se realizaron en el laboratorio “GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C” y la toma de las muestras de suelo en el distrito de Pillco marca – Huánuco.

1.7.3. RECURSOS ÉTICOS

El proyecto no genero perjuicios de ningún tipo al personal de laboratorio o personas que transitaban por el mismo. En cuanto al impacto ambiental esta propuesta busco que los materiales sean reutilizables y así disminuir las emisiones de CO2 que normalmente se producen los ladrillos de arcilla, sillicos calcáreos o King Kong.

1.7.4. RECURSOS ECONÓMICOS

Esta investigación fue posible ya que los materiales con los que se trabaja no son difíciles de conseguir, por el contrario, en vez de usar material de una cantera se optó por emplear suelo de un terreno propio, en cuanto a los ensayos de laboratorio se hizo un esfuerzo que será compensado con la utilización de estos bloques como cerco perimétrico.

1.7.5. RECURSOS TECNOLÓGICOS

Esta investigación fue posible ya que para la obtención de resultados mediante los ensayos se contaron con instrumentos o aparatos que se encuentran normalizados.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

Aranda Jiménez et all (2020) en su tesis *Bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión*. Presentada a la Revista Hábitat sustentable Vol. 10, N.º 2; se trazó como objetivo evaluar el impacto ambiental y la resistencia a compresión axial de los bloques estabilizados con hidróxido de calcio y cemento. Tras la realización de los ensayos y simulaciones en la Universidad de Santa Fe – Argentina, con un diseño experimental, se trabajó con una población correspondiente al suelo natural de la ciudad de Santa Fe. se concluyó los siguientes: 1) La adición de hidróxido de calcio en la estabilización de los Bloques de tierra comprimida no incrementa la resistencia a compresión axial. 2) La incorporación de cemento acrecentó en buena medida la resistencia a compresión de las unidades, lográndose una mejora notable para proporciones mayores al 5 % de cal en peso.

Caraquilla Elizalde (2017) en su tesis *Investigación y desarrollo de ladrillos ecológicos de suelo estabilizado con aglomerantes en la parroquia de guamani, ciudad de Quito*; presentada a la Universidad Tecnológica Equinoccial de Guamaní; se trazó como objetivo explorar sobre la fabricación de ladrillos de suelo estabilizado con aglomerantes, para así establecer sus virtudes y empleo en la Parroquia de Guamaní, Cantón de Quito, con un diseño experimental, se trabajó con una población correspondiente al suelo natural de la Parroquia de Guamaní, situado entre 0,6 a 1 metro de altura aplicando ensayos de laboratorio normalizados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN (2016) y la metodología según AASHTO, Arribó a las siguientes conclusiones: 1) Se realizaron ensayos para determinar las virtudes de los ladrillos estabilizados con cemento Portland tipo I y se concluyó que el material cumple con las exigencias recomendadas para los ladrillos, de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN, mientras que los ladrillos que fueron tratados con cal no presentaron los resultados deseados y se calificaron como

“no aptos”. 2) El reconocimiento de las propiedades y condiciones de la tierra y aglomerantes, posibilitó definir que la mezcla más óptima para la fabricación de los ladrillos suelo- cemento es suelo limo arenoso 90 %, cemento 10 %, y humedad 15,8 %. 3) Según los ensayos elaborados, se definió que: la estabilización entre el hidróxido de calcio y el suelo limo arenoso, resulta deficiente, porque las propiedades de resistencia y durabilidad disminuyen; al contrario que si se emplea la relación entre el contenido óptimo de humedad (OCH) y la densidad máxima seca al 10 % del aglomerante, los ladrillos suelo - cemento obtienen excelentes resultados en su estabilización, con las condiciones dispuestas por la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN sobre, la cantidad de humedad en la absorción, en los ensayos de durabilidad la pérdida de peso y el curado después de 21 días para la resistencia. Este antecedente contiene información acerca de las dosificaciones más óptimas de cal y cemento que nos servirá para ser adaptadas en nuestro proyecto de investigación.

Cid Falceto (2012) en su tesis *Durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción*; presentada a la Universidad Politécnica de Madrid; se trazó como objetivo Evaluar los ensayos de absorción y erosión en los bloques de tierra comprimida de acuerdo a la normativa Española, tuvo un diseño correlacional, Experimental, se trabajó una población de 110 probetas aplicando las fichas de laboratorio correspondientes, Arribó a las siguientes conclusiones: 1) Los BTC más comerciales en España se caracterizan: Bloque P (Sin tratamiento que no satisface con las exigencias internacionales del ensayo de erosión por pulverizado de agua a presión, Bloque B (Con tratamiento que cumple con las exigencias internacionales, por su coeficiente de absorción $C_b = 6$ es un bloque débilmente capilar Absorbe 2,5 ml en 30 minutos. Absorción total (Ws) del 14 %, Bloque C (Bloque con estabilización que satisface con la normativa NZS 4298, Bloque calificado para los ensayos de erosión por caída de agua. Por su coeficiente de absorción $C_b = 23$ es un bloque con un índice de baja capilaridad y de alta higroscopicidad (4,6 Kg/m².min). Absorción total Ws del 44 %. Tiene inconvenientes en las caras exteriores por su alto índice de absorción de agua .2) El ensayo de absorción

de agua por capilaridad solo se aplicará en bloques estabilizados. Este ensayo no se realizará en los tipos de bloques P (bloques sin tratamiento) al disgregarse cuando son sumergidos en agua 5 mm. 3) El ensayo SAET es un método válido para cuantificar la erosión en los bloques de tierra sin tratamiento. Con este ensayo no es posible diferenciar el comportamiento de los Bloques de tierra comprimida (BTC) con diferente grado de estabilizante. Este antecedente contiene información acerca de los ensayos de absorción que corresponde a los indicadores de la variable dependiente que nos servirá a buscar los ensayos de durabilidad más apropiados para nuestro proyecto de investigación.

Ramos y López (2019) en el artículo *El ladrillo de bloque de tierra comprimida: una alternativa para reducir la carga ambiental*; presentada a la Universidad Tecnológica Centroamericana de Tegucigalpa, Honduras; se trazó como objetivo Determinar la propiedad de resistencia del material conocido como ladrillo de tierra comprimida; Con un diseño descriptivo; trabajo una población que estuvo constituida por 4 tipos de ladrillos: (1) ladrillo convencional de arcilla cocida, (2) Bloque de tierra comprimida sin cementante, (3) Bloque de tierra comprimida más cementante (cemento) (4) Bloque de tierra comprimida con cementante y cascarilla de arroz. La muestra fue de 10 ladrillos por tipo para la rotura por compresión y 5 ladrillos por tipo en los ensayos de absorción; aplicando la Normativa (ASTM) en la sección C67, que dispone los métodos y pasos que se necesitaran en el laboratorio para saber las propiedades físicas, mecánicas y geotécnicas de los ladrillos; Arribó a las siguientes conclusiones: 1) Los ladrillos o bloques de tierra comprimida sin cementantes obtuvieron una resistencia a la compresión mucho menor al de los ladrillos tradicionales de arcilla siendo está casi el doble. No obstante, los ladrillos o bloques de tierra comprimida tratados con cemento y los ladrillos o bloques tratados con cemento y cascarillas de arroz obtuvieron excelentes resultados superando con gran diferencia a las unidades convencionales de arcilla. Este antecedente contiene información acerca del tratamiento de BTC de suelo – cemento con cascarillas de arroz como aglomerante que nos servirá para ser comparadas con nuestro tratamiento con cal.

ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

García Huaynacaqui (2018) en su tesis *Resistencia a la compresión de una unidad de albañilería de adobe, sustituyendo el 3 %, 6 %, 9 % y 12 % de tierra por cal y cemento portland tipo I. Distrito de Huaraz - Huaraz 2017*; presentada a la Universidad San Pedro de Huaraz; se trazó como objetivo obtener el valor de los ensayos de rotura a compresión axial de unidades de adobe, donde el suelo será tratado con cal y cemento al 3 %, 6 %, 9 % y 12 % de mezcla. Con un diseño experimental, cuasi experimental, trabajo con la población perteneciente a la cantera los olivos, se recolecto la información necesaria mediante formatos de laboratorio al momento en que se realizaron los ensayos. Arribo a las siguientes conclusiones: 1) En la fabricación de los adobes con tierra tratada se empleó un molde para adobes de dimensiones 30 x 15 x 8 cm. Se empleo las siguientes dosificaciones de cal y cemento; cal (1 %) y cemento (2 %), cal (2 %) y cemento (4 %), cal (3 %) y cemento (6 %), cal (4 %) y cemento (8 %) de acuerdo a su dosificación en peso son 370,8 gr.- 768,5 gr. – 1112,32 gr. Y 1483,09 gr. 2) Para la producción de los adobes estabilizados con cal y cemento portland tipo I, se notó una mezcla mas trabajable de los materiales. Motivo por el que, NO se necesita dejar el barro en reposo durante 48 horas. 3) Se comprobó que las muestras experimentales con cal y cemento al 9 % y 12 % dieron como resultado compresión de 63 kg/Cm² y 73.47 kg/Cm². El cual supera la resistencia a la compresión de ladrillo tipo I con una resistencia a compresión de 60 kg/Cm² y el ladrillo tipo II con una resistencia de 70 kg/Cm². Esta información es importante sobre la variable dependiente e independiente y servirá para comparar o contrastar nuestros resultados.

Ramírez Barnechea (2016) en su tesis *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos de suelo cemento con adición de cal hidratada al 5 %, para muros portantes, Huaraz – 2016*; presentada a la Universidad San Pedro de Huaraz; se trazó como objetivo obtener las propiedades físico mecánicas de los ladrillos suelo – cemento con la adición de hidróxido de calcio al 5 % de mezcla de tal manera que puedan ser empleados en construcción específicamente para muros portantes y disponer la relación agua- cemento para la fabricación de los ladrillos suelo – cemento,

patrón y experimental. Con un diseño experimental, trabajo una población de 62 ladrillos y se recolecto la información necesaria de los ensayos de laboratorio a través de formas de laboratorio. Arribó a las siguientes conclusiones: 1) El tipo de suelo según la norma SUCS se clasifico como arcillas inorgánicas de media plasticidad (CL), con una proporción de arena (40 %) de finos entre limo - arcilla (60 %), con una humedad del suelo de 1,96 %, proporción de sales de 0,17 %, la densidad máxima de 1,83 gr/cc , contenido humedad optima(OCH) de 12,4 %, dentro de su composición química el material alcalino posee el 93,93 % . 2) Con respecto a la resistencia a compresión axial de la muestra testigo alcanzo 80,38 kg/cm² y para la muestra experimental se alcanzó la cantidad de 64,94 kg/cm² donde la muestra testigo se clasifico como ladrillo de tipo III y la muestra experimental de tipo II concorde a la Norma Técnica de albañilería E-070. 3) La relación agua-cemento fue de 0,25 para la muestra patrón, proporción en volumen de cemento, suelo, arena 1,5: 7,5: 1, según la curva del ensayo Proctor estándar la cantidad optima de agua es 12 % y relación agua – cemento de 0,29 para la muestra experimental con una proporción en volumen de cemento, cal, suelo y arena 1,5: 0,5: 7,5:1, el agua utilizada aumento en 2 % para mejorar la trabajabilidad en la fabricación de los ladrillos. 4) La absorción media de la muestra testigo es de 12,9 % y mientras que de la muestra experimental la absorción media es de 14,9 %. Este antecedente contiene información acerca de los tratamientos que corresponde a los indicadores de la variable independiente que nos servirán para ser adaptadas a nuestro proyecto de investigación.

ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

Pardave Crespo (2019) en su tesis *Empleo del cemento – suelo en la elaboración de adobes para la factibilidad como material de construcción en viviendas incrementando la resistencia a compresión en la unidad de albañilería distrito Santa María del Valle*; presentada a la Universidad de Huánuco; se trazó como objetivo aumentar la Resistencia a compresión del Adobe adicionando Cemento portland tipo I en un porcentaje máximo y mínimo. Con un diseño experimental, trabajo con una población de 30 ladrillos de Adobes de “cemento – suelo” aplicando los protocolos de ensayos de

laboratorio según la Norma Técnica Peruana (NTP). Arribó a las siguientes conclusiones: 1) Se demostró que la implementación del cemento en el suelo asegura una mayor resistencia del adobe al contacto con el agua, ya que el cemento le da propiedades mecánicas en resistencia. 2) Se concluye que, desde el punto de vista económico, las construcciones o viviendas de suelo-cemento son enteramente viables debido a que los costos de fabricación de los ladrillos y su construcción que no necesita mano de obra especializada son menores al de una vivienda con albañilería confinada al igual que con otros tipos de sistemas constructivos. 3) Se demostró que el adobe estabilizado con cemento es una buena alternativa para viviendas que se ubiquen en climas fríos o zonas andinas debido a que este material almacena el calor durante el día y en las noches da un ambiente abrigado. 4) Se demostró que al emplear como materia prima la tierra o suelo en la fabricación de los ladrillos suelo – cemento se reduce el impacto medio ambiental a diferencia de los ladrillos de arcilla cocida que necesitan ser quemados en un horno desprendiendo gases e dióxido de carbono. Este antecedente contiene información acerca de las unidades suelo – cemento que nos servirán para ser adaptadas a nuestro proyecto de investigación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA (LTC)

Se sabe que el uso de materiales locales como tierra, paja, arena datan de civilizaciones muy antiguas y el uso de las primeras tecnologías para prensar estas unidades fue en 1952 con el uso de la CINVA-RAM, también se ha cuestionado que los bloques de adobe prensados no son durables ni resistentes a efectos de intemperie, por ello en los últimos 20 años algunos países como México, Brasil, Nueva Zelanda, Australia tienen una norma implementada en base a parámetros diferentes ensayos para cuantificar si un bloque de tierra comprimida es apta o no para ser usada en una edificación, sin embargo en el Perú con la normativa E080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” no se menciona estos aspectos.

Es una mezcla de tierra, arena con limos, arcillas y estabilizados con algún aglomerante como puede ser el cemento, polímeros, cenizas de arroz, cal, etc. Para ser compactado mediante presión por máquinas mecánicas o

hidráulicas mediante un molde que tiene las medidas de la unidad. Estas unidades no requieren ser quemados en un horno a cocción a diferencia de los ladrillos convencionales de arcilla, son curados al aire libre bajo sombra, adquieren propiedades mecánicas debido a la acción de la fuerza compresión en el molde y acción del estabilizante.

Los ladrillos de Tierra Comprimida pueden ser utilizados a la intemperie, bien de manera intencionada ejecutando una fábrica vista, o bien de manera accidental, en el caso de que su revestimiento se haya desprendido. Por todos es conocido que el agua es el agente que mas altera la estabilidad de estos muros. (JOVE SANDOVAL et all, 2011)

Figura 1: Ladrillos de tierra comprimida de forma biselada y orificios



Fuente: Construcción de vivienda con mampostería de ladrillo de suelo cemento confinado, 2006

2.2.1.1. Suelo - cemento

El suelo-cemento es una mezcla de suelo, convenientemente triturado, con una adecuada relación agua – cemento que se compacta y cura para conseguir mayor densidad. Cuando este se humedece la mezcla adquiere propiedades mecánicas como dureza, durabilidad y rigidez. Es empleado generalmente en la capa base de los pavimentos

como por ejemplo calles, vías y aeropuertos. (Portland Cement Association, 1956).

El termino suelo – cemento ha sido evitado por investigadores de prestigio y prefieren emplear el termino Suelo tratado con cemento que, aunque sea mas extenso evitaría entrar en ambigüedades en el concepto y clasificación del tipo de suelo, tratamiento y cantidad de cemento a emplear. Sin embargo, la gran mayoría de referencias respecto al termino permiten afirmar que “suelo – cemento” es un material propio que tiene características que no son iguales al concreto o suelo sin tratamiento. (De la fuente, 2013)

La adición de cemento en el suelo produce mejoras en términos de resistencia y rigidez, Debe tenerse en cuenta también que dependiendo del tipo de suelo se usará mas o menos cemento, si tenemos suelos granulares el cemento tendrá un mayor efecto en la mezcla, pero si tenemos suelos arcillosos con alto contenido de finos no se producirá una adecuada adherencia y esto se traduce en mayores costos.

2.2.1.1. Dosificación

Se puede emplear mezclas de suelo – cemento con la gran mayoría de tipos de suelo exceptuando por obvias razones los suelos orgánicos y capas vegetales, se tendrá en cuenta también el comportamiento de cada tipo en la mezcla. (Toirac Corral, 2008), La mezcla suelo – cemento que sea compactado por medios mecánicos, hidráulicos, etc. Requerirá una cantidad en porcentaje de 4 % a 25 % y se compactará para darle dureza a la mezcla. (De la fuente, 2013)

Tabla 1: Porcentaje de cantidad mínima de cemento recomendada por la Portland Cement Association, 1956

Tipo de Suelo	Rangos promedio de cemento		Contenido de cemento
	Porcentaje en Volumen	Porcentaje en Peso	Recomendación % en Peso
A-1-a	5 - 7	3 - 5	5

A-1-b	7 - 9	5 - 8	6
A-2	7 - 10	5 - 9	7
A-3	8 - 12	7 - 11	9
A-4	8 - 12	7 - 11	10
A-5	8 - 12	8 - 13	10
A-6	10 - 14	9 - 15	12
A-7	10 - 14	10 - 16	13

Fuente: Manual de diseño de pavimentos PCA (Portland Cement Association).

En la tabla 01 se muestran los porcentajes en peso de la cantidad de cemento a usar recomendada por la Norma General de Dosificación de suelo – cemento para la construcción de carreteras elaborada por la Portland Cement Association.

2.2.2. HIDRÓXIDO DE CALCIO

También llamado por el nombre de cal aérea o cal hidratada es un hidróxido cáustico con la fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que se obtiene al reaccionar el óxido de calcio con determinada cantidad de agua y al finalizar este proceso se obtiene la cal apagada en forma de pasta o mas comercializada en polvo resultando en un material fácil de trabajar y con un alto grado de plasticidad.

En obras viales tales como carreteras el hidróxido de calcio tiene un papel importante ya que puede estabilizar el suelo mejorando sus propiedades para ser empleado como subrasante o como la capa subbase, originando una capa base con un valor estructural importante. El aditamento de hidróxido de calcio en el suelo generalmente se da en porcentajes de 3 a 6 % en peso de la muestra, esta adhesión se puede llevar a cabo en la obra in situ o materiales de préstamo. (Machco Caranca ,2019 p. 11).

Se denominan cales aéreas por tener la propiedad de endurecerse cuando está en contacto con el agua, por acción del compuesto anhídrido carbónico. La práctica con este material señala que el cemento al ser hidratado puede ser reproducido combinando dos o más componentes primarios de este producto como: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 en las proporciones apropiadas y en presencia de agua. Como la mayoría de los suelos contienen sílice y aluminio silicatos, la incorporación de (Ca O) Oxido

de calcio o de $(Ca(OH)_2)$ cal hidratada y agua en la cantidad adecuada se puede obtener la composición deseada. (MTC ,2014 p.116).

La cal le aporta a la mezcla propiedades de trabajabilidad, plasticidad y mejora la adherencia entre las partículas de la mezcla a diferencia del cemento la cal trabaja mejor con suelos arcillosos.

2.2.2.1. Cal al 5 % de la muestra

La dosificación depende del tipo de arcilla. Se agregará de 2% a 8% de cal por peso seco de suelo (Norma CE.020 2006 p. 9). El porcentaje del tratamiento propuesto es del 5 % por peso seco de la muestra. Bajo ninguna circunstancia se empleará mas del 8 % de hidróxido de calcio como tratamiento, ya que se incrementa la resistencia, pero también la plasticidad. (Norma CE.020 2006). Este tratamiento es un proceso que, en términos generales, busca mejorar las propiedades mecánicas tales como la resistencia, estabilidad y durabilidad de subrasante con suelos arcillosos adicionando 5 % de cal por peso de la muestra (MTC, 2014).

“La experiencia americana ha demostrado que al tratar suelo con cal se obtiene resultados excelentes, para Suelos altamente arcillosos para usarlos como capa inferior del 1 a 3 % de cal en peso” (MTC 2014 p.117).

2.2.2.2. Cal al 7 % de la muestra

“Bajo ninguna circunstancia se empleará mas del 8 % de cal como tratamiento, ya que se incrementa la resistencia, pero también la plasticidad” (Norma CE.020 2006)

2.2.3. RESISTENCIA

Se define como el esfuerzo máximo que puede ser tolerado por un material sin quebrarse. Debido a que el concreto recibe principalmente esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia o tolerancia a dichos esfuerzos la que se emplea como indicativo de su calidad. (Riva López, 2012)

La resistencia a la compresión simple Se define numéricamente como la cantidad de carga que puede soportar un material sobre un área determinada y se expresa en valores de esfuerzo, en unidades del sistema internacional en kg/cm^2 , MPa y en el Sistema Ingles como libras por pulgada

cuadrada (lb/pulg²) sus valores se usan generalmente para diagnosticar que la mezcla que contiene concreto cumpla con las exigencias de la Norma especificada, en este caso la Norma Técnica de Albañilería para así garantizar que los ladrillos propuestos puedan competir con los ladrillos convencionales de arcilla, Sílice – Cal o concreto.

2.2.3.1. Ensayo de Resistencia

Para la determinación de la resistencia a la compresión se efectuó los ensayos de laboratorio correspondientes y para la determinación de las muestras de acuerdo a lo indicado en la NTP 399.613. La resistencia a compresión de una unidad de albañilería (f^b) se obtendrá restando la desviación estándar al valor de la media de una muestra. (Norma Técnica E.070 Albañilería,2006).

El procedimiento consiste en:

- Etiquetar todas las muestras.
- Cuando las unidades tengan 21 días después de su fabricación, se aplicará una capa de yeso – cemento de 2 a 3 mm cuya finalidad es darle un acabado liso a la unidad.
- Medir el largo, ancho y alto de la unidad a ensayar.
- Con las medidas de largo y ancho calculamos el área bruta de la cara que soportara la carga.
- Introducir la unidad y dejarla bien alineada con ayuda de una plomada.
- Anotar la cantidad que aparezca en el equipo cuando la unidad falle por compresión.
- Calculamos el esfuerzo a compresión mediante la siguiente formula.

$$\sigma = \frac{\text{Carga actuante (Kg)}}{\text{Area bruta(cm}^2\text{)}}$$

Donde:

σ = Esfuerzo a la compresión expresada en Kg/cm².

2.2.4. DURABILIDAD

“La durabilidad está determinada como la capacidad para tolerar o soportar, durante cierto periodo de servicio bajo condiciones físico químicas para lo cual ha sido proyectado”. (Código Técnico de la Edificación de España, 2006).

El empleo o uso de materiales naturales como fibras, cascarillas de arroz, calizas, etc. lleva a conceptos de desarrollo sostenibles y manejo de impacto ambiental que si bien es cierto son muy atractivas de estudiar, nos queda la duda de que si estos materiales brindan durabilidad a los ladrillos de Tierra Comprimida (LTC), por eso en este proyecto se pretende dar un sustento técnico.

La durabilidad de un material estará determinada en 3 en tres tipos: durabilidad biológica, física y química. La primera se debe al deterioro ocasionado por la descomposición orgánica, el segundo tipo de durabilidad se debe principalmente al deterioro causado el goteo de la lluvia o escorrentía, la tercera se debe a reacciones químicas. La erosión en los muros de tierra se da principalmente a causa de las gotas de lluvia que al liberar energía cinética afectan la superficie de estas. (Cid Falceto, 2012)

2.2.4.1. Factores que influyen en la durabilidad en los materiales de tierra

Según Heathcote. K. A, 2002 las principales causas por la que los materiales de tierra se pueden degradar son:

- Orientación en la puesta de Obra, Referido a la ubicación del material.
- Estabilizantes, Para que el material sea durable se debe reconocer la textura del suelo y evitar que el contenido de arcillas sea menor al 15 %.
- Propiedades de los materiales, esto es un factor sin duda muy importante en el adobe o el Bloque de tierra comprimida sin tratamiento, donde aumentar el contenido de arcillas supone una mejora frente a la erosión. Sin embargo, para los bloques de tierra comprimida con tratamiento no es preocupante ya que la elección del tipo de suelo está

relacionada con el prensado y para estas técnicas constructivas el contenido de arcilla suele ser menor al 15 %.

- Deterioro físico por causas estructurales, los cambios volumétricos del material ya sea por la temperatura, pueden originar grietas y ser susceptibles a las lluvias, hace que este sea mas susceptible al agua.
- Compactación, El material suelto es poco resistente a la acción de las lluvias. Se sabe que los ladrillos si están mas comprimidos o prensados es mayor su durabilidad.
- Influencia de la congelación y/o ataque químico por sales, la congelación del material desestabiliza las superficies lo cual los hace mas susceptibles a la acción de las lluvias y algunas sales pueden deteriorar a las arcillas.
- Superficie o textura del material, el acabado final del producto tiene un efecto significativo en la resistencia a tracción.
- Revestimiento o acabados, Los materiales de tierra muchos de los materiales de tierra son protegidos mediante diferentes soluciones que aumentan esa durabilidad.
- Ciclos de humectación y secado, estos ciclos o cambios podrían causar fisuras en la superficie o cara del material de tal manera que se acelere la descomposición del material.

.2.2.4.2. Ensayos de Durabilidad

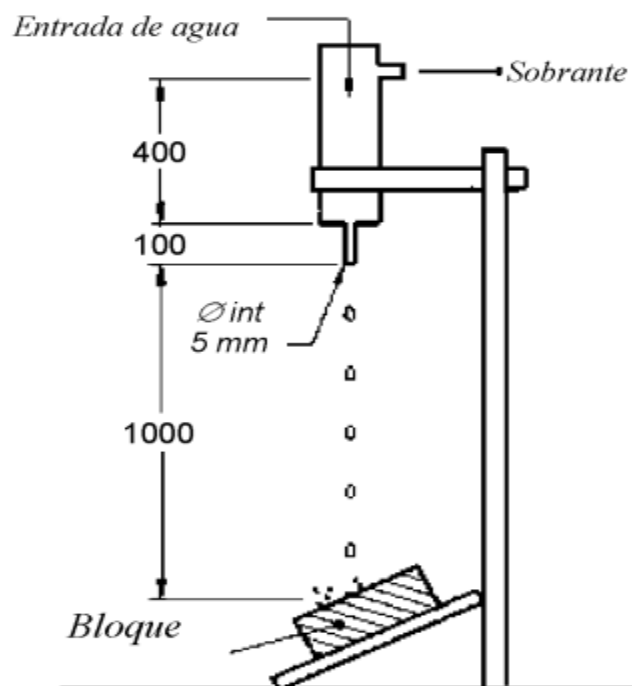
Son aquellas pruebas que miden el deterioro, desgaste y durabilidad de un material cuando está bajo la acción de cargas.

a) Ensayo SAET

Prueba diseñada con el propósito de causar mayor erosión debido a que el Método de Geelong (aplicado al tapial) producía erosión mínima o nula en los bloques por esta razón la Universidad de Tecnología Swinburne en Melbourne, Australia, llevo a cabo una investigación para diseñar otro tipo de metodo que produjera mayor erosión, y como resultado, se ideo el ensayo (SAET- Swinburne accelerated erosion test) o ensayo de erosión acelerada Swinburne norma UNE 41410 que Consta en liberar un pequeño chorro de agua

constante durante 10 minutos a través de un tubo de 5mm de diámetro interior, desde un depósito cuya altura se encuentre a 1,5 m, de la base y que al momento de ser colocados los bloques tengan un ángulo de 27° con la horizontal. El parámetro empleado para mediar la erosión es la profundidad del hoyo producido por el goteo y se medirá con una varilla de diámetro 3 mm.

Figura 2: Esquema del ensayo SAET (Las medidas están en mm)



Fuente: Cid Falceto, (2012).

Se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

Si; $0 \leq D \leq 10\text{ mm}$ la unidad se considerara como "Apto"

Si, $D > 10\text{ mm}$ la unidad se considera como "No apto"

Donde "D" es la profundidad del hoyo en mm.

Figura 3: Procedimiento del ensayo SAET.



En la figura 03 se observa el procedimiento que se realizó para realizar el ensayo SAET a los ladrillos suelo cemento:

- 1) Se observa el armado del depósito de agua que consta de un soporte universal, base metálica y pinzas en forma de gancho.
- 2) Se colocó un soporte debajo del ladrillo para darle el ángulo de 27°.
- 3) Después de 10 min de liberada la corriente de agua se midió la perforación hecha con ayuda de una varilla metálica de 3 mm de diámetro.

b) Ensayo de Absorción

Se realizará el ensayo de acuerdo a los parámetros mencionados en la Norma NTP 399.613.

Procedimiento

- Se secan las unidades en el horno a temperaturas de 110°C - 115°C, se enfrían a temperatura del ambiente y se obtiene su peso en gramos luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el procedimiento hasta que no haya variación en la masa obtenida obteniéndose M3.
Nota: Para enfriar las unidades se dejarán al espacio libre sin amontonarlos y dejarlos por un intervalo de 4 horas.
- Se colocan las unidades secas en un recipiente lleno de agua destilada, y se sumergidos completamente por un lapso de 24 horas, asegurándonos que la temperatura del recipiente se encuentre entre 15°C y 30°C. luego de transcurrido el lapso indicado, se retiran las

unidades del recipiente, se seca la humedad superficial con ayuda de una tela o trapo húmedo y se pesan obteniéndose M4.

La cantidad de agua absorbida (A) expresada en porcentaje se calculará mediante la siguiente ecuación.

$$a(o/o) = \left(\frac{M4 - M3}{M3} \right) * 100$$

Donde:

a, cantidad de agua absorbida expresada en porcentaje.

M3, masa del ladrillo seco, expresada en gramos.

M4, masa del ladrillo saturado luego de 24 h de inmersión, en gramos.

Figura 4: Humedecido, secado y secado en el horno de ladrillos suelo – cemento



En la figura 04 de izquierda a derecha se humedecen los ladrillos durante 24 horas, se secan con un trapo seco y se introducen en el horno 110° C.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cal

Se denomina cal a todo producto que es resultante del proceso de calcinación de piedras calizas o mármoles, sin distingo de su composición interna y características físicas. (Arredondo y Verdu 1991 p.23)

LTC (Ladrillos de Tierra comprimidos)

Es una mezcla de tierra, arena con limos, arcillas y algún aglomerante como puede ser el cemento, polímeros, cenizas de arroz, cal, etc. Para ser compactada mediante presión por maquinas mecánicas o hidráulicas mediante un molde. (Manual para la Construcción de la CETA – RAM, 1982)

LSC (Ladrillos suelo – cemento)

Es una mezcla de suelo, convenientemente triturado, con una adecuada relación agua – cemento que se compacta y cura para conseguir mayor densidad. (Portland Cement Association, PCA)

CETA- RAM

Es el equipo portátil de funcionamiento manual cuya función es la de prensar o comprimir bloques huecos de suelo – cemento para construcción, inspirado en la muy conocida CINVA – RAM. (Manual para la Construcción de la CETA – RAM, p. 3)

AASHTO

Es un órgano que establece normas, publica especificaciones y hace pruebas de protocolos y guías usadas en el diseño y construcción de autopistas en todo los Estados Unidos. (Guía AASHTO, 1993)

Análisis de Tamiz

El análisis de tamiz consiste colocar la muestra de suelo correspondiente sobre un conjunto de tamices ordenados de manera progresiva de acuerdo al tamaño de sus aberturas o mallas y luego ser agitados. (Braja. M. p. 65)

SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

Sistema de clasificación de suelos comúnmente empleado en ingeniería y geología que permite reconocer el tamaño y composición de las muestras de suelo. (Classification of Soils for Engineering Purposes Annual Book of ASTM Standards, 1985 p.395)

Granulometría

Es el análisis de la distribución de las partículas por su tamaño que en función de su diámetro con los valores C_u (Coeficiente de uniformidad) y C_c (Coeficiente de curvatura) nos ayuda a determinar la clasificación del tipo de suelo. (Braja. M.)

Coeficiente de uniformidad

El coeficiente de uniformidad, se utiliza para evaluar la uniformidad de las partículas y se define como la relación entre el D_{60}/D_{10} . (Pérez Valcárcel 2010 p.21)

Coeficiente de curvatura.

Es un indicador de la graduación del suelo que existe entre los diferentes tamaños de partículas de suelo y se define numéricamente como $(D_{30})^2/D_{10}$. (Pérez Valcárcel 2010 p.21)

Plasticidad

Comportamiento mecánico de un suelo cuyo rango de deformaciones se encuentra por encima del rango elástico. (Duque y Potes 2002 p. 22)

Ensayo de Compactación Proctor Estándar (E1)

Es el ensayo mediante el cual se obtienen los valores de humedad óptima y Peso específico seco máximo (g/cm^3), cuya energía de compactación es de $600\text{ KN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$, se usa un martillo de 2.5 Kg que cae a 1 pie de altura y se da 25 golpes por capa en tres capas. (Braja. M. p. 52)

Arcilla

Proviene de rocas sedimentarias, su diámetro es aproximadamente menor a 4 micras. Presenta en su composición minerales tales como: silicatos de aluminio complejos compuestos de una de las dos unidades básicas: sílice tetraédrica y aluminio octaédrico. (Braja. M.2015 p. 29)

Arena

Son partículas cuyos tamaños se encuentran entre los tamaños que pasan por la malla del tamiz N.º 4 (4,75 mm) y retenido en un tamiz estándar N.º 200(0,075 mm). (ASTM D2487-11, p.4)

Limo

Proviene de rocas sedimentarias se transporta por los ríos y por el viento mediante suspensión, se deposita en los lechos de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados tiene un diámetro aproximado que varía entre 1 – 16 mm. (Pérez Valcárcel 2010 p.21)

Cohesión

Es la unión entre partículas de la misma naturaleza en donde existe un intercambio iónico, generalmente estas partículas tienen en su composición sílice, aluminato, potasio o manganeso. (Braja. M.)

Límites de Atterberg

Las cantidades numéricas para describir el contenido de agua en estado de transición de estado plástico a líquido y el punto en el cual el suelo deja de ser manipulable, de tal forma que si se intenta manipular el suelo se quiebra. Estos son conocidos como límites de Atterberg. (Braja.2015 p. 65)

Limite Líquido

El contenido de agua en estado de transición de estado plástico a líquido es el límite líquido. (Braja. M. p. 27)

Limite plástico

El punto en el cual el suelo deja de ser manipulable, de tal forma que si se intenta manipular el suelo se quiebra. (Braja. M. p. 27)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación de hidróxido de calcio en los ladrillos de suelo-cemento comprimidos produce efecto significativo en la resistencia y durabilidad.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

a) Si, existe efecto significativo al emplear hidróxido de calcio al 5 % de mezcla en la resistencia y durabilidad de bloques suelo-cemento.

b) Si, existe efecto significativo al emplear hidróxido de calcio al 7 % de mezcla en la resistencia y durabilidad de bloques suelo-cemento.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Hidróxido de calcio

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia y Durabilidad

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: Hidróxido de calcio	Hidróxido de calcio al 5 %	g
	Hidróxido de calcio al 7%	g
Variable dependiente: Resistencia y Durabilidad	Resistencia	Rotura de probeta (Kg/cm ²)
	Durabilidad	Pérdida de peso (g)

CAPITULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada. - Porque se recurrió a metodologías tecnológicas tales como NTP 399.613 para determinar el efecto del Hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de bloques suelo – cementos comprimidos.

Sustentado por Sánchez Carlessi (1998 p.13) “la investigación aplicada, como aplicación del saber científico, constituye el primer esfuerzo para transformar los conocimientos científicos en tecnología”

3.1.1. ENFOQUE

Cuantitativo, Porque se hizo uso de las ciencias de la Estadística para analizar los datos que obtuvimos.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Explicativo, porque se determinó el impacto del Hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo–cementos comprimidos en el distrito de Pillco Marca – Huánuco.

Sustentado en Hernández *et all* (2004 p 126) “la investigación explicativa está orientada a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales”.

3.1.3. DISEÑO

Experimental, Se extrajo el suelo del terreno ubicado en Urbanización Señor de los Milagros Mz “E” Lt “11” perteneciente al distrito de Pillco Marca, se clasifico por tipo de suelo, se determinó el porcentaje de humedad optimo, se fabricó las muestras de suelo – cemento con cal mediante la bloquetera manual modelo SBM - F140 STEEL, se realizó los ensayos de durabilidad y resistencia y se comparó con una muestra testigo de suelo – cemento.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población constituida por 39 ladrillos fabricados con la Máquina bloquetera manual SBM – F140 STEEL. Se empleará un muestreo tipo censal

que consiste en tomar como muestra toda la población del proyecto. (López, 1998)

3.2.2. MUESTRA

Se tomaron las muestras de acuerdo a la exigencia de los ensayos a realizar. Teniendo un total de 39 ladrillos fabricados de manera estándar.

Tabla 2: Cantidad de muestras empleadas para los distintos ensayos y tratamientos

CATEGORÍA	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ENSAYO SAET	ENSAYO DE ABSORCIÓN	NUMERO DE MUESTRAS POR TRATAMIENTO
	NUMERO DE UNIDADES	NUMERO DE UNIDADES	NUMERO DE UNIDADES	
LTC (S-C) Cal 5 %	5	5	3	13
LTC (S-C) Cal 7 %	5	5	3	13
LTC (S-C)	5	5	3	13
			TOTAL	39

LTC (S-C): Ladrillo de tierra comprimida de suelo cemento

La muestra tuvo en peso de 215 Kg para los distintos ensayos.

3.2.2.1. Clasificación del tipo de suelo

Existen dos sistemas para clasificar los suelos de uso común que tienen propósitos en la ingeniería:

Clasificación SUCS

Es el sistema de clasificación de suelos comúnmente usado en ingeniería y geología que permite reconocer el tamaño y composición de las muestras de suelo fue desarrollada por Casagrande en la Segunda Guerra Mundial. Con algunas modificaciones fue aprobado conjuntamente por varias agencias del gobierno de EE. UU en 1952 actualmente está estandarizado como la norma ASTM D 2487-93

Los suelos se clasifican en tres grandes grupos:

- a) Suelos de grano grueso.

Son partículas cuyos tamaños pasan menos del 50 % de la malla N.^a 200 (0,075 mm) y se subdividen en:

1. Gravas (G): Cuando menos del 50 % pasa el tamiz N.^o 4 (4,75 mm).
2. Arenas (S): Cuando mas del 50 % pasa el tamiz N.^o 4 (4,75 mm).

a.1) Finos < 5 %. - Si el porcentaje de finos que tiene la muestras es menor al 5 % tendremos dos subclasificaciones:

SP: Arena Pobrementemente Graduada

SW: Arena Bien Graduada

GP: Grava Pobrementemente Graduada

GW: Grava Bien Graduada

a.2) 5 % < Finos < 12 %. - Si el porcentaje de finos es mayor al 5 %, pero menor al 12 % de la muestra, tendremos cuatro subclasificaciones.

SP – SM: Arena pobremente graduada con presencia de Limos

SP – SC: Arena pobremente graduada con presencia de Arcillas

SW – SM: Arena bien graduada con presencia de Limos

SW – SC: Arena bien graduada con presencia de Arcillas

GP – GM: Grava pobremente graduada con presencia de Limos

GP – GC: Grava pobremente graduada con presencia de Arcillas

GW – SM: Grava bien graduada con presencia de Limos

GW – SC: Grava bien graduada con presencia de Arcillas

a.3) Finos > 12 %. – Si el porcentaje de finos es mayor al 12 %

SM: Arena Limosa

GM: Grava Limosa

SC: Arena Arcillosa

GC: Grava Arcillosa

b) Suelos de grano fino.

Son aquellos suelos en donde el porcentaje que pasa la malla N.º 200 (0,075 mm) es mayor al 50 %. Para determinar su clasificación se ira directamente a la Carta de Plasticidad.

Criterios para determinar la clasificación y Subclasificación de los suelos

1. Granulometría: Es el análisis de la distribución de las partículas por su tamaño que en función de su diámetro con los valores Cu (Coeficiente de uniformidad) y Cc (Coeficiente de curvatura) nos ayuda a determinar la clasificación del tipo de suelo, en este caso los suelos de grano grueso.

SW: Una arena será bien graduada si: $Cu > 6$ y $1 < Cc < 3$

SW: Una grava será bien graduada si: $Cu > 4$ y $1 < Cc < 3$

Tabla 3: Resultados del ensayo de Clasificación de suelos (NTP 339.134 y NTP 339.135).

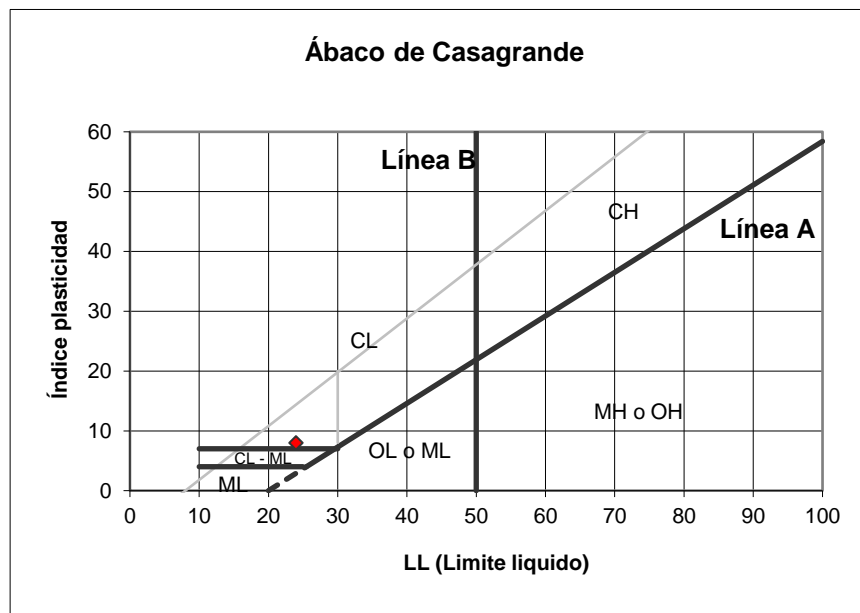
		GRANULOMETRÍA					
		Tamices		Peso retenido, g	Peso retenido acumulado, g	Porcentaje retenido, %	Porcentaje que pasa, %
		pulg.	mm.				
GRAVAS	3"	76.2	0.0	0.0	0	100	
	2"	50.8	0.0	0.0	0	100	
	1 1/2"	38.1	0.0	0.0	0	100	
	1"	25.4	888.0	888.0	3.4	96.6	
	3/4"	19.05	1136.0	2024.0	7.7	92.3	
	1/2"	12.7	2114.0	4138.0	15.8	84.2	
	3/8"	9.52	1006.0	5144.0	19.7	80.3	
ARENAS	Nº 4	4.75	1848.0	6992.0	26.7	73.3	
	Nº 8	2.36	1948.0	8940.0	34.2	65.8	
	Nº 10	2	551.1	9491.1	36.3	63.7	
	Nº 16	1.18	2139.3	11630.4	44.5	55.5	
	Nº 30	0.6	3534.8	15165.2	58	42	
	Nº 40	0.42	1293.5	16458.7	63	37	
	Nº 50	0.3	1188.0	17646.7	67.5	32.5	
	Nº 100	0.15	1507.3	19154.0	73.3	26.7	
FINOS	Nº 200	0.075	1031.2	20185.2	77.2	22.8	
Fondo			5,957.80	26,143.0			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de materiales "GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA SAC."

En la tabla 03 se percibe que el porcentaje que pasa la malla N° 200 es menos del 50 % por lo tanto es un suelo de Grano grueso. El 73,3 % que pasa por la malla o tamiz N° 4 es mayor al 50 % por lo tanto son Arenas (S) y el porcentaje de finos fue > 12 % se trata de un suelo Arena Arcillosa.

2.Límites de Atterberg: Están determinados por el límite líquido (LL), límite plástico (LP) y el índice plástico (IP), en la carta de plasticidad nos ayudara a determinar la clasificación y subclasificación del tipo de suelo.

Figura 5: Carta de Plasticidad.



Fuente: SUCS Norma ASTM D-2487-04

Según los ensayos de laboratorio se determinó el límite líquido (LL) de 24 %, límite plástico (LP) de 16 % e Índice de plasticidad (IP): 8 % tratándose con un suelo SC (Arena arcillosa) de alta compresibilidad.

Clasificación AASHTO. Por sus siglas en español que significa Asociación Americana de Autopistas Estatales y Transporte, se utiliza como guía para clasificar los suelos y mezclas de suelo- agregado para

la construcción de vías, se reconocen siete tipos de suelo (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7) dependiendo de su textura, composición e índice plástico.

Asimismo, se clasifican en 2 grandes grupos: suelos granulares (cuando el porcentaje que pasa el Tamiz N° 200 es menor al 35 %) y suelos limo- arcillosos (cuando el porcentaje que pasa el Tamiz N° 200 es mayor al 35 %)

A – 1: Corresponde a suelos con mezclas de gravas, arenas y finos no plásticos o muy plásticos.

A – 1- a: Compuestos en su mayoría con gravas, pueden tener finos o no.

A-1-b: Corresponde a suelos compuestos por arenas gruesas, pueden tener finos o no.

A – 2: Son suelos donde menos del 35 % pasa el Tamiz N.º 200 y que no pueden ser catalogados en los grupos A-1 y A-3, debido a que su plasticidad o porcentaje de finos están por encima de los límites fijados para estos grupos.

A – 3: Son suelos compuestos por arena fina, sin finos limosos o arcillosos o con pequeñas cantidades de limo no plástico.

A-2-4 y A-2-5: Son suelos donde el 35 % o menos pasa el tamiz N° 200 y Estos suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el Tamiz N.º 200 y cuya fracción que pasa por el tamiz N.º 40 tiene características similares a los grupos A-4 y A-5.

Los suelos tipo limo- arcillosos están compuesta por los grupos A-4, A-5, A-6, A-7. En esta categoría los suelos se clasifican en los distintos grupos atendiendo únicamente a su índice de plasticidad y limite líquido. (Guía AASHTO 1993 p. 12)

Indicé de Grupo (IG)

$IG = 0,2 (a) + 0,005 (a) (c) + 0,01 (b) (d)$

Donde:

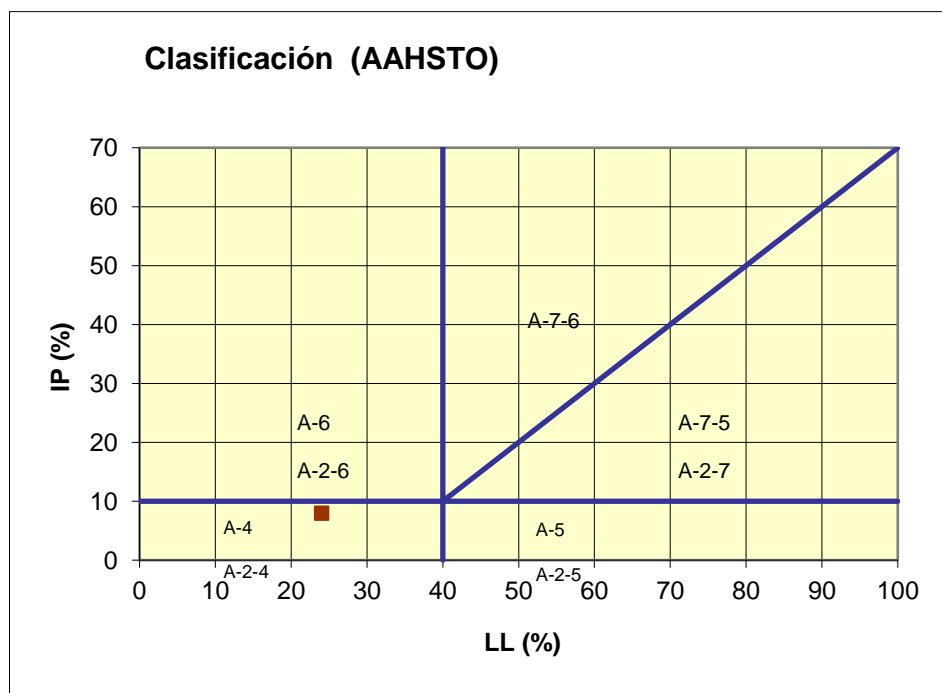
a: Es la cantidad de suelo que no se retiene en el tamiz N° 200 que en porcentaje es mayor que 35 % pero menor a 75 %, se expresa como un numero de valor entre 0 y 40.

b: Es la cantidad de suelo que no se retiene en el tamiz N° 200 que en porcentaje es mayor que 15 % pero menor a 55 %, se expresa como un numero de valor entre 0 y 40.

c: Es la cantidad de suelo en porcentaje del límite líquido que es mayor que 4 pero menor a 60 %, se expresa como un numero de valor entre 0 y 20.

d: Es la cantidad de suelo en porcentaje de índice de plasticidad que es mayor que 10 pero menor a 30 %, se expresa como un numero de valor entre 0 y 20.

Figura 6: Carta de plasticidad AASHTO



Fuente: AASHTO M-145

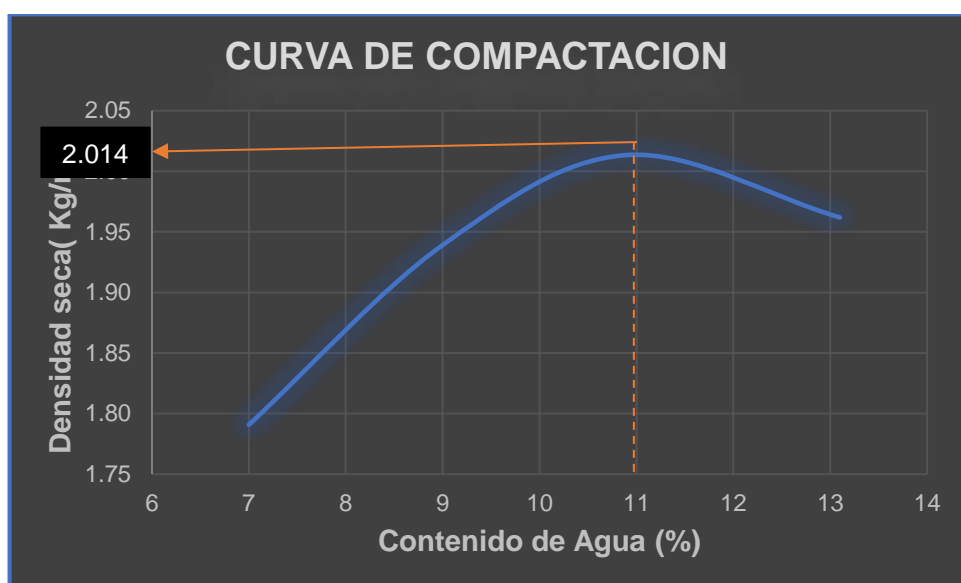
Según la figura 06 al interceptar el límite líquido (24 %) con el índice de plasticidad (8 %) se determinó tipo de suelo: A- 2 –4.

3.2.2.2. Ensayo Proctor

Se realizó el ensayo de Proctor estándar para determinar la cantidad de humedad óptima (OCH) a la que pueden encontrarse los ladrillos para obtener su máxima Densidad seca (MDS).

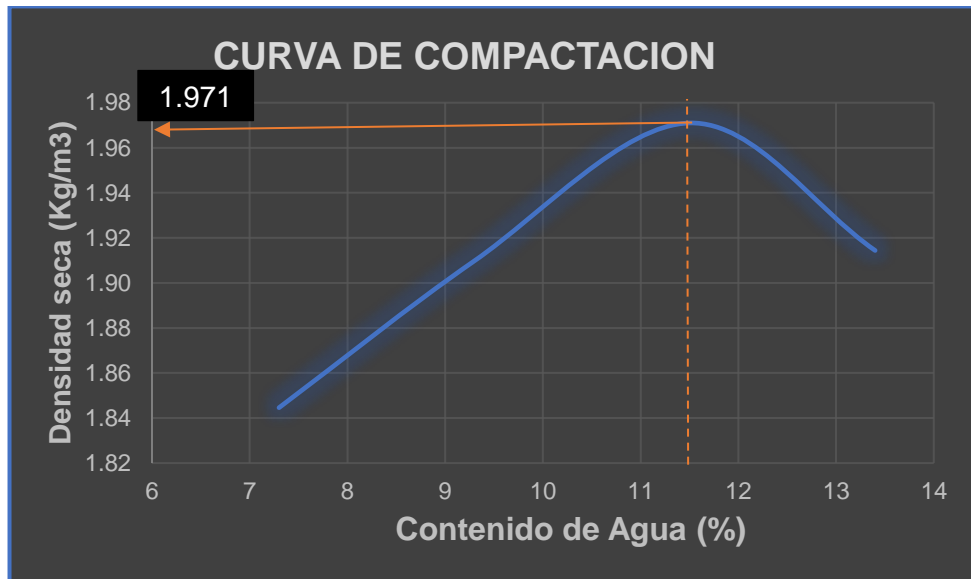
No fue necesario realizar el Proctor modificado debido a que en este ensayo se compacta a una energía de 2700 kN – m/m³ y su uso es más acorde en vías con la capacidad de transitar vehículos pesados.

Figura 7: Curva de compactación del ensayo Proctor estándar para un suelo con añadido 7 % cemento.



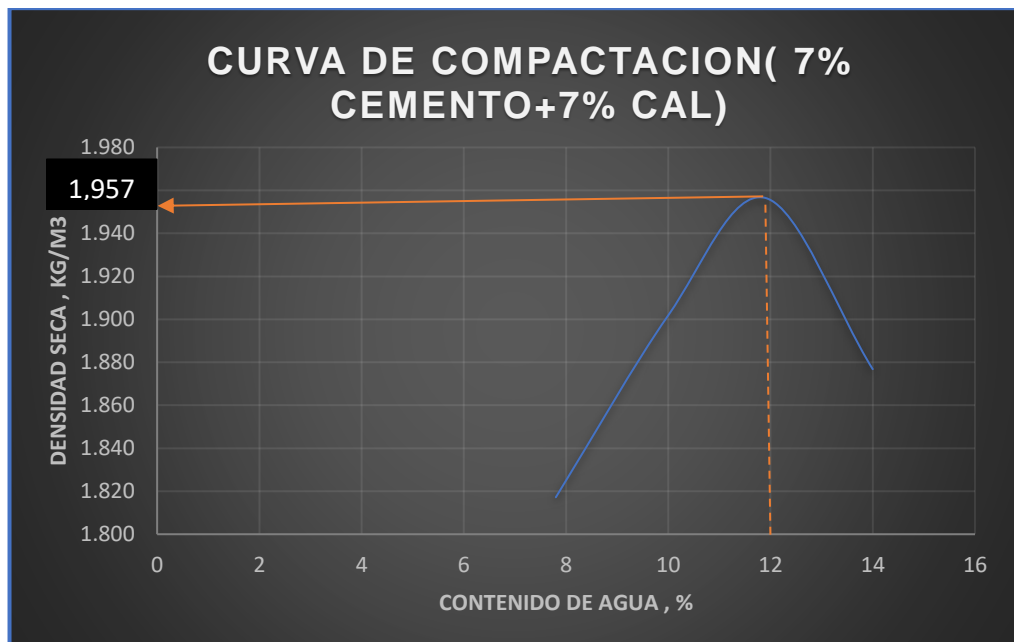
Interpretación: En la figura 07 se observó que el Contenido de Agua Óptimo (OCH) fue de 11 % y la Máxima densidad seca (MDS) 2,014 Kg/m³

Figura 8: Curva de compactación del ensayo Proctor estándar para un suelo con añadido 7 % cemento + 5% cal.



Interpretación: En la figura 08 se observó que el Contenido de Agua Optimo (OCH) es 11,6 % y la Máxima densidad seca (MDS) 1,971 Kg/m³.

Figura 9: Curva de compactación del ensayo Proctor estándar para un suelo con añadido 7 % cemento + 7% cal.



Interpretación: En la figura 09 se observó que el Contenido óptimo de agua (OCH) fue de 12 % y la Máxima densidad seca (MDS) 1,957 Kg/m³

3.2.2.3. Bloquetera Manual Modelo SBM-F140 STEEL

Se opto por adquirir la bloquetera manual para fabricar los ladrillos de suelo – cemento, la bloquetera cuenta con dos moldes con orificios, palanca mecánica y el cuerpo de la bloquetera que tiene las siguientes características técnicas.

Tabla 4: Ficha técnica de maquina bloquetera.

FICHA TÉCNICA	
Modelo	SBM-F140 STEEL
Marca	STEEL-FIMEC
Dimensiones generales (mm)	400X900X1090
Dimensiones Ladrillo (mm)	300 x 150 x 100
Capacidad de producción	120 piezas por hora
Peso de la maquina	120 kg
Color	Naranja

Fuente: STEELCAD E.I.R.L

Figura 10: Moldes con alveolos



Fuente: STEELCAD E.I.R.L

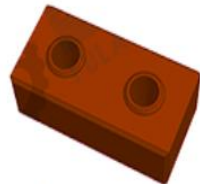
En la figura 10 se observan los moldes que se emplearon en la caja de la bloquetera los cuales se colocaron en la base y en la tapa, estos moldes también son llamados machihembrados.

Figura 11: Dimensiones de maquina bloquetera

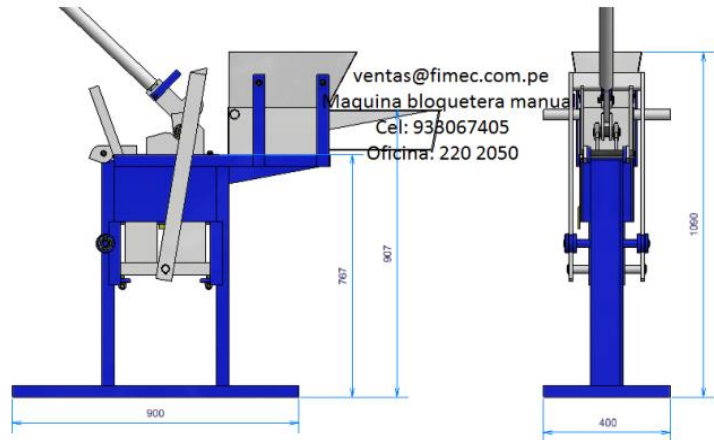
Sin otro particular y a la espera de su pronta respuesta.

Atentamente:

Ing. Dennis Sisa C.
Jefe de proyectos



LADRILLO 300 x 150 x 100

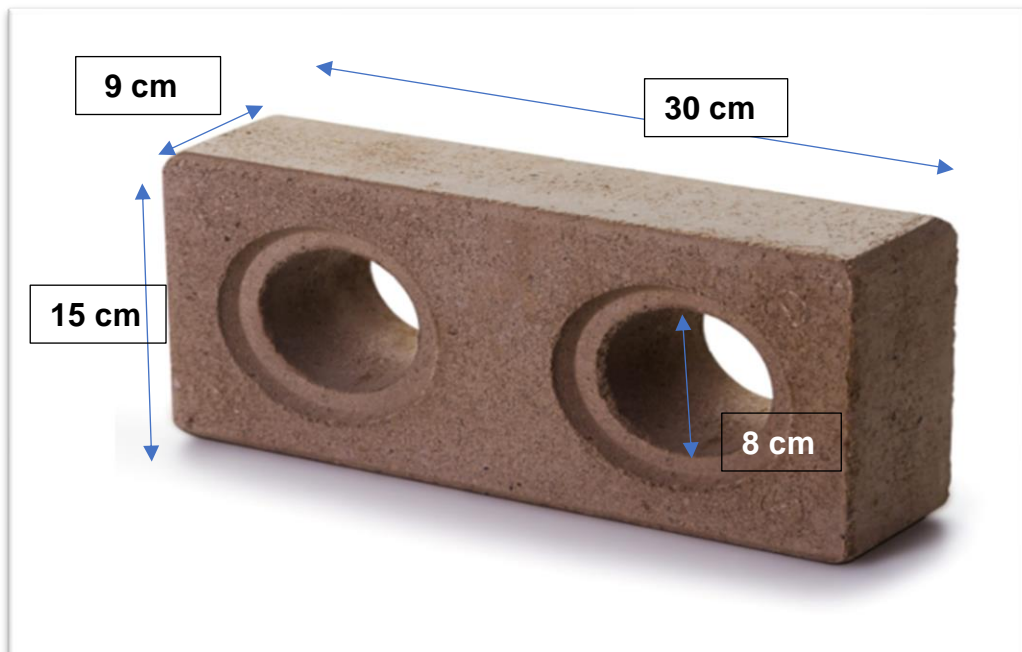


Fuente: STEELCAD E.I.R.L

3.2.2.4. Dimensiones y características de los ladrillos

Los ladrillos tuvieron las siguientes medidas; Ancho (15 cm), Largo (30 cm), Alto (10 cm) y alveolos de 8 cm de diámetro.

Figura 12: Dimensiones de la unidad después de su fabricación



Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque

a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. Los tipos de unidades de albañilería son sólidas aquellas cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70 % del área bruta en el mismo plano, son Sólidas o Macizas cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70 % del área bruta en el mismo plano. (Norma Técnica E.070 Albañilería, 2006)

De lo anterior se puede afirmar que la denominación de estas unidades es el de “ladrillo” ya que pueden ser manipuladas con una sola mano, son fabricadas de manera artesanal y debido a que el área equivalente es 48 cm² que es menor al 70 % del área bruta que es 315 cm² se clasifican como “sólido alveolar”.

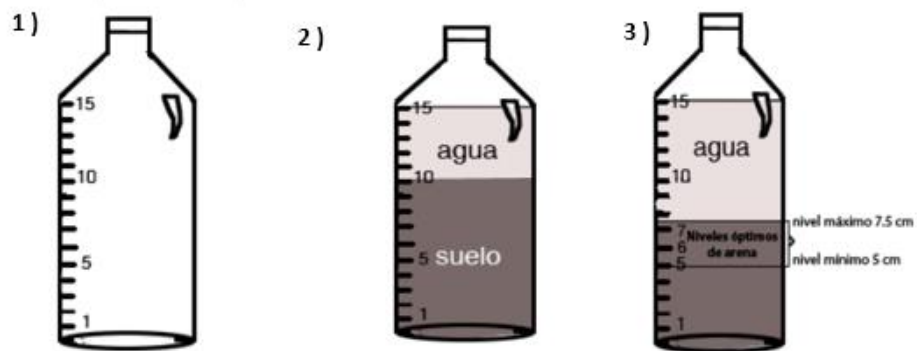
3.2.2.5. Componentes del ladrillo suelo – cemento en función de la calidad del suelo.

Se determino la calidad del suelo es decir se identificó sus componentes, para ello existen muchos tipos de pruebas para diagnosticar si la tierra seleccionada es conveniente para fabricar ladrillos de suelo- cemento. La mas común es la prueba de la botella. El procedimiento fue el siguiente:

- 1) Usaremos una botella transparente que tenga un diámetro similar desde la base del recipiente hasta la altura que vamos a necesitar, luego enumeramos con un marcador los niveles de agua a 5,10, 7,5, 10 y 15 cm empezando desde la base del recipiente.
- 2) Llenamos la botella con tierra evitando echar gravilla hasta los 10 cm de altura y después vertimos agua hasta los 15 cm. por último agitamos y mezclamos hasta obtener una mezcla homogénea.
- 3) Colocamos la botella en un lugar fijo y esperamos por un intervalo de 60 min para que las partículas mas pesadas y densas se depositen en el fondo.

4) Por último, verificamos el nivel de arena depositada en el fondo de la botella. El agua se disolverá con el suelo por lo que nos centraremos en la arena que queda. El parámetro para medir si el suelo es ideal es medir la cantidad de arena y el nivel de arena que debe ser mayor a 5 cm, pero menor a 7,5 cm.

Figura 13: Procedimiento para realizar la prueba de la botella



Fuente: Construcción de una vivienda con mampostería de ladrillo de suelo cemento confinado, 2006 p.7

Figura 14: Pasos 1, 2 y 3 de la prueba de la botella.



Según la prueba de la botella se encontró la arena a 7 cm y limo a 8 cm por lo que se empleó 1 pala de cemento por cada 10 palas de tierra (Según el manual “Construcción de una vivienda con mampostería de suelo cemento confinado”), para los ladrillos suelo cemento con porcentaje de cal se empleó vasos medidores tal como se observa en la figura N°15.

Figura 15: Vasos medidores con capacidad de 0,5 Kg por unidad



En la figura 15 se observa los vasos medidores que se emplearon para obtener las proporciones de cal (5 % y 7 %) y cemento (10 %) de acuerdo a la cantidad de la muestra.

3.2.2.6. Presentación de los resultados Ensayo de resistencia a la compresión, SAET y Absorción.

Tabla 5: Ensayo de resistencia a compresión Axial NTP 399.613/399. 604

Elemento	Dimensiones (cm)			Área (cm ² .)	Resistencia (Kg.)	f'c (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
LSC-3	30,1	15,1	8,95	454,51	20870	57.09
LSC-4	30,1	15,1	8,95	454,51	12490	48.7
LSC-5	30,1	15,12	8,9	456,02	16650	59.65
LSC-7	30,1	15,15	8,95	454,51	12230	53.77
LSC-8	30,1	15,10	8,8	455,11	24910	46.56
LSC5-1	30,1	15,15	9	454,51	17420	44.14
LSC5-5	30,1	15,10	8,8	455,11	22500	50.34
LSC5-6	30,1	15,10	8,9	454,51	20090	54.81
LSC5-7	30,1	15,12	8,95	455,11	16570	49.5
LSC5-9	30,1	15,15	9	456,02	22910	36.5
LSC7-2	30,1	15,10	8,95	454,51	21230	45.92
LSC7-4	30,1	15,10	8,85	454,5	27110	38.2
LSC7-9	30	15,10	8,92	454,51	24440	36.58
LSC7-10	30,1	15,10	8,86	455,51	25950	37.48
LSC7- 15	30,05	15,15	8,82	455,26	22170	26.82

Fuente: Laboratorio de Mecánica de materiales "GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA SAC."

Tabla 6: Resultados del ensayo de erosión SAET (Swinburne accelerated erosion test)

Ladrillo suelo-cemento	Perforación (mm)
LSC-1	0
LSC-9	1
LSC-2	0
LSC-8	2
LSC-10	0,5
LSC5-9	0,5
LSC5-8	0,5
LSC5-10	0
LSC5-11	1
LSC5-12	0
LSC7-1	0
LSC7-2	0
LSC7-5	0
LSC7-11	0
LSC7-12	0

En la tabla 06 la columna izquierda se observa las denominaciones de los ladrillos suelo – cemento siendo LSC: Ladrillo suelo – cemento, LSC5: Ladrillo suelo – cemento con 5 % de hidróxido de calcio, LSC7: Ladrillo suelo – cemento con 7 % de hidróxido de calcio y en la columna derecha la perforación después de liberada la corriente de agua medida en milímetros.

Tabla 7: Resultados del ensayo de densidad y Absorción NTP 339.613/ 339. 604

Elemento	Peso del ladrillo Seco(g)	Peso del ladrillo Saturado (g.)	Peso del ladrillo sumergido (g.)	Densidad (g/cm ³)	Absorción (%)
LSC-6	5653	6388	3379	1878.7	13
LSC-10	5860	6319	3517	2091.4	18
LSC-12	5423	6343	3234	1744.3	17
LSC5-2	5641	6436	3385	1848.9	14
LSC5-4	5640	6420	3277	1737.2	18
LSC5-11	5585	1769,6	3336	1769.6	16
LSC7-5	5568	1769,9	3332	1769.9	16
LSC7-12	5431	1734	3240	1734	16
LSC7-13	5555	1767,4	3317	1767.4	17

Fuente: GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA SAC.

Interpretación: En la tabla 07 se observa los resultados del ensayo de absorción para la muestra testigo y muestras experimentales expresados en porcentajes.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1.1. Técnicas

1) Técnicas bibliográficas

a) Fichaje. Para recopilar los elementos bibliográficos y elaborar las referencias bibliográficas según el modelo APA.

b) Análisis de contenido (Para elaborar el sustento teórico)

2) Técnicas de laboratorio

a) Observación. Los datos observados se plasmaron en formatos adecuados de recolección de información.

3) Técnicas estadísticas

a) Prueba de Normalidad Shapiro – Wilk

b) Prueba T – Student

3.2.3.2. Instrumentos

1) Instrumentos bibliográficos: Este instrumento se utiliza para recopilar datos en fichas siguiendo el modelo APA.

a) Fichas de localización.

(Bibliográficas, Hemerográficas y Webgrafía)

c) Fichas de contenido (Paráfrasis y Citas de transcripción)

2) Instrumentos de campo

a) Libreta de campo

b) Fichas de laboratorio

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS (CUADROS Y/O GRÁFICOS)

Programa estadístico

Se usó el programa Excel, mediante software libre, los datos se presentaron en tablas y figuras de dispersión y fueron analizados estadísticamente y representados en gráficos pastel y barras.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Programa SPSS, mediante software libre, los datos se presentarán en tablas y figuras de dispersión y serán analizados estadísticamente y representado en gráfico pastel y barras.

CAPITULO IV.

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

La investigación se realizó en la ciudad de Huánuco, distrito de Pillco Marca, los datos se presentaron en tablas de doble entrada y gráficos a través de las técnicas estadísticas Shapiro – Wilk debido a que la cantidad de datos es menor a 50 ($n < 50$) y T – Student para contrastar las medias de las muestras y sus respectivas significancias.

4.1.1. HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 5 % DE MEZCLA EN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO

Los resultados del análisis de laboratorio se presentan en los anexos 05, 06 y Tablas 05, 06 y 07 a continuación las tablas, analizadas estadísticamente con la interpretación respectiva.

Tabla 8: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk del hidróxido de calcio al 5 %

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión 5% (kg/cm ²)	,210	3	.	,991	3	,822
Absorción (%)	,314	3	.	,893	3	,363
Perforación (mm)	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Interpretación: Según la tabla 08 la prueba de normalidad Shapiro Wilk observamos que las significancias de los indicadores; Resistencia a la compresión fue de 0,822, Absorción de 0,363 y Perforación 1,00 fueron mayores a 0,05. Por lo tanto, decimos que la distribución de los datos es normal y paramétrica.

Tabla 9: Prueba T- Student del tratamiento con cal al 5 % y suelo sin tratamiento

		Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
										Inferior	Superior
Resistencia a compresión (Kg/cm2)	Se asumieron varianzas iguales	,251	,630	1,528	8	,165	6,09600	3,98875	-3,10208	15,29408	
	No se han asumido varianzas iguales			1,528	7,574	,167	6,09600	3,98875	-3,19282	15,38482	
Perforación (mm)	Se asumieron varianzas iguales	2,179	,178	,717	8	,494	,3000	,4183	-,6647	1,2647	
	No se han asumido varianzas iguales			,717	5,882	,501	,3000	,4183	-,7286	1,3286	
Absorción (%)	Se asumieron varianzas iguales	,571	,492	,000	4	1,000	,000	1,915	-5,316	5,316	
	No se han asumido varianzas iguales			,000	3,723	1,000	,000	1,915	-5,476	5,476	

Según la tabla 09 la prueba T - Student se realizó la prueba y se observó lo siguiente que para el tratamiento con cal al 5 % el nivel de significancia de los indicadores; Resistencia a la compresión de 0,165, Perforación 0,717 y Absorción 1,00 son mayores a 0,05 lo cual nos indicó que el primer tratamiento es significativo con respecto a la muestra testigo.

4.1.2. HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 7 % DE MEZCLA EN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO

Tabla 10: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk del hidróxido de calcio al 7 %

	Prueba de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión 7% (kg/cm ²)	,325	3	.	,876	3	,311
Absorción (%)	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

b. Perforación (mm) es una constante y se ha desestimado.

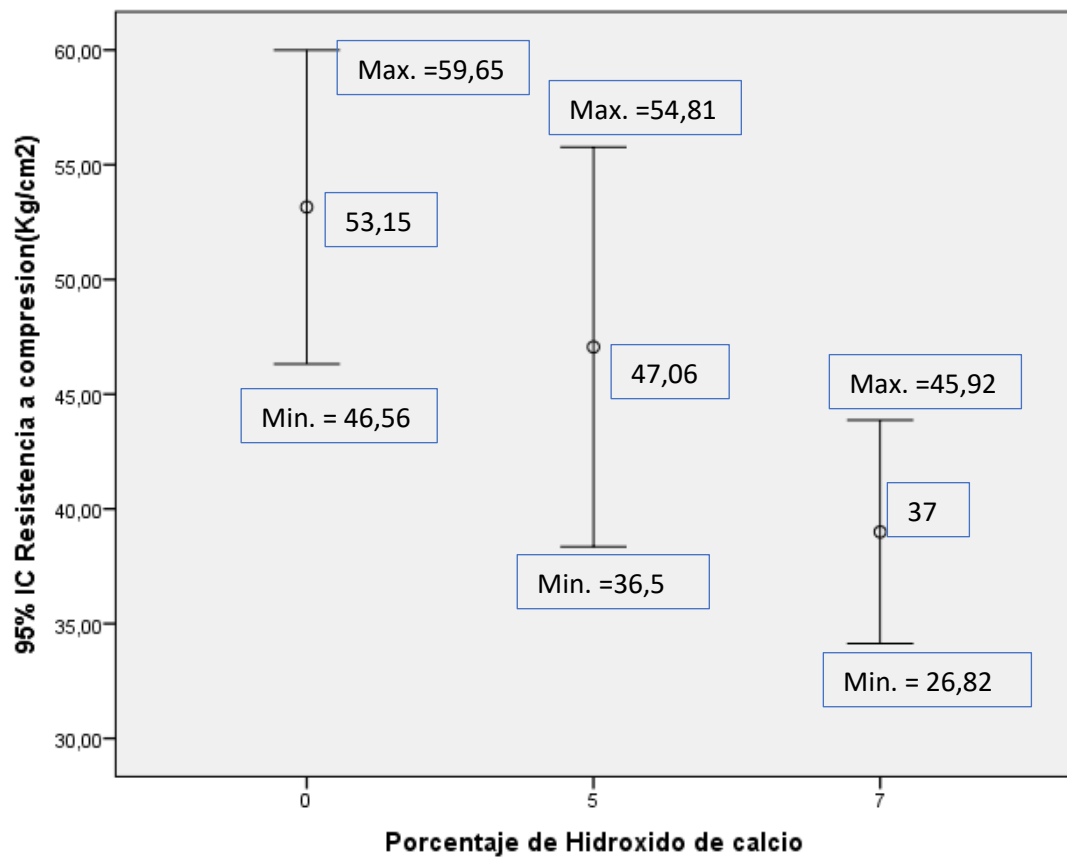
De acuerdo a la tabla 10 de la prueba de normalidad Shapiro Wilk observamos que las significancias de las subvariables; Resistencia a compresión fue de 0,311 y Absorción 1,00 fueron mayores a 0,05. Por lo tanto, decimos que la distribución de datos es normal y paramétrica.

Tabla 11: Prueba T- Student del tratamiento con cal al 7 % y suelo sin tratamiento

		Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
										Inferior	Superior
Resistencia a compresión (Kg/cm ²)	Se asumieron varianzas iguales	1,163	,312	4,681	8	,002	14,15400	3,02353	7,18174	21,12626	
	No se han asumido varianzas iguales			4,681	7,224	,002	14,15400	3,02353	7,04911	21,25889	
Perforación (mm)	Se asumieron varianzas iguales	10,894	,011	1,871	8	,098	,7000	,3742	-,1628	1,5628	
	No se han asumido varianzas iguales			1,871	4,000	,135	,7000	,3742	-,3389	1,7389	
Absorción (%)	Se asumieron varianzas iguales	7,000	,057	-,213	4	,842	-,333	1,563	-4,674	4,008	
	No se han asumido varianzas iguales			-,213	2,190	,849	-,333	1,563	-6,531	5,864	

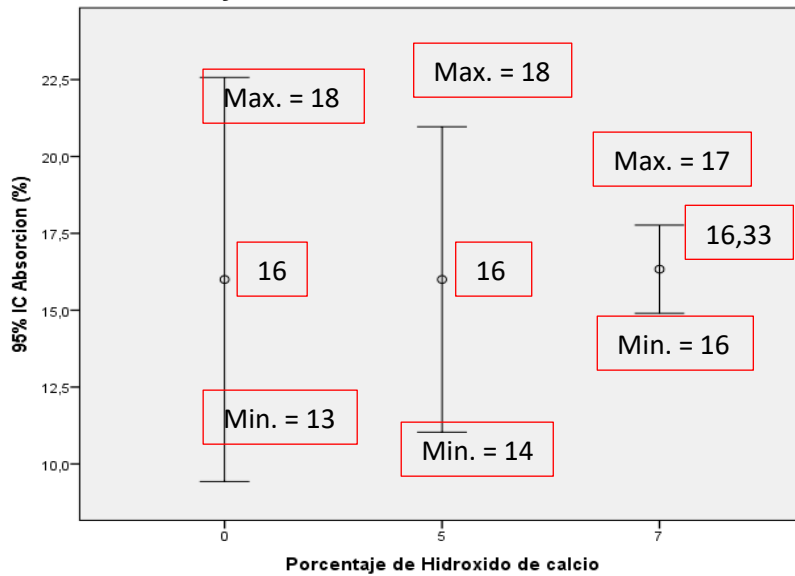
Según la tabla 11 la prueba T - Student se realizó la prueba y se observó lo siguiente que para el tratamiento con cal al 7 % el nivel de significancia de las subvariables; Perforación fue de 0,98 y Absorción de 0,842, pero para Resistencia a compresión fue de 0,002 que es menor a 0,05. por lo tanto, el segundo tratamiento no es significativo con respecto a la muestra testigo.

Figura 16: Medias de los tratamientos (0% 5% y 7%) de las unidades expuestas al ensayo Resistencia a compresión



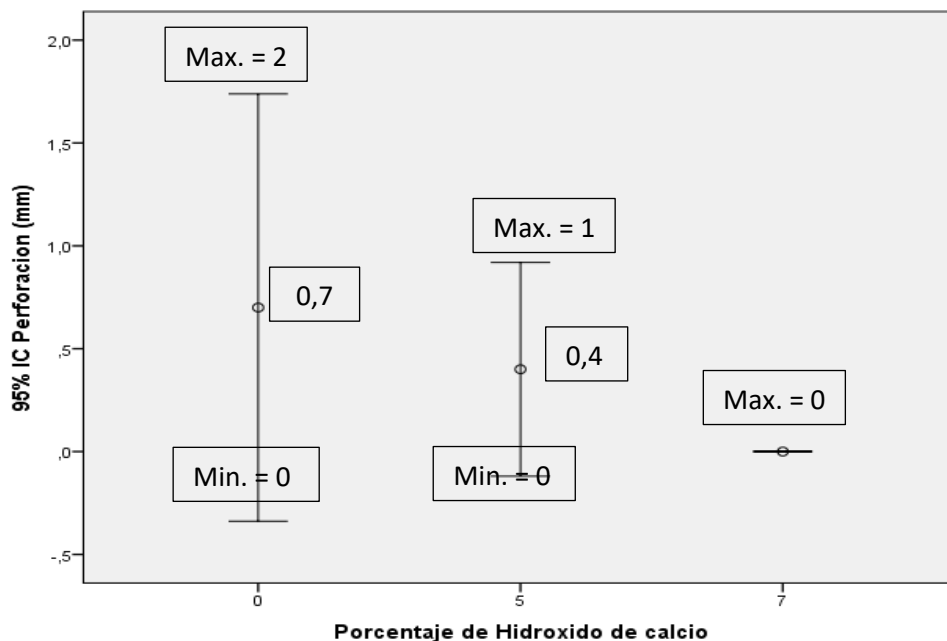
En la figura 16 se observó las medias de tres muestras, la primera es el tratamiento con 0 % cal cuya media es 53,15 Kg/cm², la segunda muestra con 5 % de cal con una media de 47,05 Kg/cm² y la tercera muestra con 7 % de cal con una media de 37 Kg/cm² lo cual nos da una diferencia entre el primer y tercer tratamiento de 16,15 Kg/cm².

Figura 17: Medias de los tratamientos (0%, 5 % y 7%) de las unidades expuestas al ensayo de Absorción



En la figura 17 se observó las medias de las tres muestras, la primera es el tratamiento con 0 % cal cuya media es 16 %, la segunda muestra con 5 % de cal con una media de 16 % y la tercera muestra con 7 % de cal con una media de 16,33 % lo cual nos indica que las medias son similares y por tanto existe una significancia entre las mismas.

Figura 18: Medias de los tratamientos (0 %,5 % y 7%) de las unidades expuestas al ensayo SAET.



En la figura 18 se observó las medias de tres muestras, la primera es el tratamiento con 0 % cal cuya media es 0,7 mm, la segunda muestra con 5 %

de cal con una media de 0,4 mm y la tercera muestra con 7 % de cal con una media de 0 mm lo cual nos indica que las medias entre los tres tratamientos se encuentran dentro del rango de valores y son significativas.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

1) La hipótesis específica 01 indica que, si existe efecto significativo al emplear el hidróxido de calcio al 5 % de mezcla sobre la resistencia y durabilidad que son confirmados con los resultados conseguidos de la tabla 09, ya que el parámetro de significancia que nos dio la prueba T – Student para Resistencia a compresión fue 0,165, Absorción 1,00 y SAET (Perforación) 0,494 fueron mayores a 0,05.

2) La hipótesis específica 02 indica que, si existe efecto significativo al emplear hidróxido de calcio al 7 % de mezcla sobre la durabilidad lo cual es confirmado con los resultados conseguidos de la tabla 11 ya que el parámetro de significancia que nos dio la prueba T- Student para el ensayo SAET fue de 0,98 y para Absorción de 0,84 fueron mayores a 0,05, pero para resistencia a la compresión fue de $0,002 < 0,05$ por lo que no tuvo significancia con respecto a este parámetro.

CAPITULO V.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

5.1.1. EL HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 5 % DE LA MUESTRA DE MEZCLA SOBRE LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD

Los resultados muestran que al aplicar hidróxido de calcio al 5 % de la muestra se obtuvo una reducción en la resistencia a compresión del 11,4 % en comparación a la muestra testigo lo que coincide con la investigación de Ramírez Barnechea (2016) realizada en la región de Huaraz que concluyó que con la aplicación de hidróxido de sodio en los ladrillos de suelo cemento se encontró una aminoración en la resistencia a compresión.

De acuerdo al ensayo de durabilidad SAET para la muestra testigo se tuvo una perforación media de 0,7 mm, para la muestra experimental con 5 % de hidróxido de calcio fue 0,4 mm y para la muestra experimental con 7 % de hidróxido de calcio una perforación media de 0 mm. Estos resultados confirman que el hidróxido de calcio al darle un mejor acabado a las caras del ladrillo lo menos vulnerable al efecto de erosión por caída del agua. resultados no coincidentes con la investigación de Cid Falceto (2012) realizada en la ciudad de Madrid que concluyó que con este ensayo no es posible diferenciar el comportamiento de los bloques o ladrillos de tierra comprimida con diferente grado de estabilizante.

De acuerdo a los ensayos de Absorción para la muestra testigo de 16 % y para la muestra experimental de 16 % por lo que se acepta la unidad conforme a lo establecido en la NTE E.070 que indica que el porcentaje de absorción en los ladrillos de arcilla y sillico calcáreas deberá ser menor o igual a 22 % por lo que es coincidente con la investigación de Ramírez Barnechea (2016) que encontró para la muestra patrón 12,94 % mientras que de la muestra experimental de 14,87 %.

5.2.1. EL HIDRÓXIDO DE CALCIO AL 7 % DE LA MUESTRA DE MEZCLA SOBRE LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD

Los resultados muestran que al aplicar hidróxido de calcio al 7 % de la muestra se obtuvo una reducción en la resistencia a compresión del 30.4 % en comparación a la muestra testigo. Lo que coincide con la investigación de Aranda Jimenez *et all* (2020) realizada en Buenos Aires que concluyo que con la aplicación de hidróxido de calcio en la estabilización de ladrillos de tierra comprimida no aumenta la resistencia a compresión simple y Coraquilla Elizalde (2017) realizada en la ciudad de quito que concluyo que los ladrillos que fueron tratados con cal no presentaron los resultados deseados y se calificaron como “no aptos”.

Este tratamiento brinda a la mezcla mayor trabajabilidad para fabricar los ladrillos suelo -cemento mejorando el acabado de los mismos. Resultados coincidentes con Garcia Huaynacaqui (2018) realizada en Huaraz que concluyo que para la producción de adobes estabilizados con cal y cemento portland tipo I se notó una mezcla mas trabajable.

CONCLUSIONES.

Para la muestra experimental con hidróxido de calcio al 5 % cuya muestra de suelo tuvo un límite líquido (LL) de 24 %, Índice de plasticidad (IP) de 8 % para un tipo de suelo SC (Arena arcillosa) los ladrillos tuvieron una densidad de 1,9 Kg/cm³, resistencia a la compresión axial de 47,1 Kg/cm², perforación (SAET) de 0,4 mm < 1 mm según norma UNE 41410 y Absorción de 16 % < 22 % según la Norma E. 070 por lo que se acepta la unidad. Se confirma que el hidróxido de calcio no aporta resistencia a compresión al ladrillo suelo – cemento sin embargo hay una mejora con respecto a la erosión causada por el agua que se mide mediante el ensayo SAET y Absorción. Se concluye que este tratamiento puede competir en términos de resistencia con el ladrillo tipo I especificado en la norma técnica E. 070 y es durable frente a acciones de lluvias y cambios bruscos de temperatura.

Para la muestra experimental con hidróxido de calcio al 7 % cuya muestra de suelo tuvo un límite líquido (LL) de 24 %, Índice de plasticidad (IP) de 8 % siendo un suelo SC (Arena arcillosa) los ladrillos tuvieron una densidad de 1,76 Kg/cm³, una resistencia a la compresión axial de 37 Kg/cm², perforación (SAET) de 0 mm y Absorción de 16,33 %. Se confirma que el hidróxido de calcio al 7 % no le aporta resistencia al ladrillo suelo – cemento si bien mejora el acabado de las caras compromete mucho la resistencia por lo que no sería recomendable usar este tratamiento.

RECOMENDACIONES.

Para la muestra experimental con hidróxido de calcio al 5 % Se recomienda realizar una observación de la textura del suelo ya sea mediante el método de la botella u otros, ya que si la tierra utilizada es muy arenosa esta será víctima de las lluvias por otra parte si la tierra es muy limosa, arcillosa se puede aumentar arena fina de una cantera en proporción a lo visto y si se desea diseñar muros estructurales se deberán realizar los ensayos correspondientes a la resistencia a compresión de las unidades de albañilería (f_b) y resistencia a compresión axial y corte muretes.

Para la muestra experimental con hidróxido de calcio al 7 % Se recomienda aumentar la cantidad de cemento $> 10\%$ en la dosificación para mantener la resistencia o emplear maquinas prensadoras automáticas para una mayor compactación del ladrillo suelo – cemento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *Guía AASHTO para el Diseño de estructuras de Pavimentos*. Washington: Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/126459232/Guia-AASHTO-93-version-en-español>.
- Aranda Jiménez *et all* (2020). *Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión*. *Revista Habitat sustentable*, 10,71 – 81. <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>
- Braga M., D. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. México: Thomson Learning.
- Braga M., D. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica. (4ta ed.)* México: Cengage Learning.
- Coraquilla Elizalde (2017). *Investigación y desarrollo de ladrillos ecológicos de suelo estabilizado con aglomerantes en la parroquia de guamani, ciudad de Quito* (Tesis de pregrado), Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Duque Escobar y Escobar Potes (2002). *Mecánica de los Suelos*. Colombia.
- García Huaynacaqui (2018). *Resistencia a la compresión de una unidad de albañilería de adobe, sustituyendo el 3%, 6%, 9% y 12% de tierra por cal y cemento portland tipo I* (Tesis de pregrado), Universidad San Pedro, Huaraz.
- Hueso Maldonado, H. M. y Orellana Martínez, A. C. (2009). *Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en el salvador*. (Tesis de pregrado), Universidad del Salvador, El Salvador.
- Jove Sandoval *et all* (2011). *Ensayos de erosión hídrica sobre muros de tierra (fábrica de BTC). Método, resultados y discusión*. España: 204 páginas.
- MTC, *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos* (2014). Perú.

- Manual de estabilización de suelo tratado con cal, *estabilización y modificación con cal* (2004). Estados Unidos: 42 páginas.
- Mejoramiento de la Tecnología para la Construcción y Difusión de la Vivienda Popular Sismo-resistente TAISHIN. (2016). *Construcción de una vivienda con mampostería de ladrillo de suelo cemento confinado*. El Salvador.
- Norma CE.020 *Estabilización de suelos y taludes* (2006). Perú: s.e.d.
- Norma Técnica de Albañilería E.070 (2006). Resolución Ministerial N.º 011 – 2006 – Vivienda.
- Pardave Crespo (2019). *Empleo del cemento – suelo en la elaboración de adobes para la factibilidad como material de construcción en viviendas incrementando la resistencia a compresión en la unidad de albañilería distrito Santa María del Valle*. (Tesis de pregrado), Universidad de Huánuco, Huánuco.
- Pérez Valcárcel (2010). *Conceptos generales de la mecánica del suelo*. España: 58 páginas.
- Popular Sismo-resistente TAISHIN. (2016). *Construcción de una vivienda con mampostería de ladrillo de suelo cemento confinado*. El Salvador.
- Ramírez Barnechea (2016). *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos de suelo cemento con adición de cal hidratada al 5%, para muros portantes, Huaraz – 2016*. (Tesis de pregrado), Universidad San Pedro, Huaraz.
- Ramos Rivera y López Zeron (2019). El ladrillo de bloque de tierra comprimida: una alternativa para reducir la carga ambiental, 8(2), 88-93. Doi:<https://doi.org/10.5377/innovare.v8i2.9061>
- Toirac Corral (2008). *El Suelo – cemento como Material De Construcción*. (4ta ed.) Republica Dominicana: Ciencia y Sociedad.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el efecto de la aplicación del hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cementos comprimidos, en el distrito de Pillco Marca – Huánuco 2021?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el efecto de la aplicación del hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento comprimidos en el distrito de Pillco Marca– Huánuco.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a) Determinar el efecto del hidróxido de calcio al 5% de mezcla en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento.</p> <p>b) Determinar el efecto del hidróxido de calcio al 7% de mezcla en la resistencia y</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación de hidróxido de calcio en los ladrillos de suelo-cemento comprimidos nos da un efecto significativo en la resistencia y durabilidad.</p>	<p>Variable 1:</p> <p>Hidróxido de calcio</p> <p>Variable 2:</p> <p>Resistencia y Durabilidad</p>	<p>Hidróxido de calcio al 5 %</p> <hr/> <p>Hidróxido de calcio al 7 %</p> <hr/> <p>Resistencia</p> <hr/> <p>Durabilidad</p>	<p>Tipo y nivel de investigación:</p> <p>Aplicada. - Porque se recurre a metodologías tecnológicas tales como AASHTO, ASTM para determinar el efecto del Hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de bloques suelo – cementos comprimidos.</p> <p>Explicativo, porque se determinará el impacto del Hidróxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo – cementos comprimidos en el distrito de Pillco Marca – Huánuco.</p> <p>Diseño de estudio:</p> <p>Experimental, Se realizará un croquis señalando la ubicación del lugar donde se extraerán las muestras de suelo para su posterior tratamiento en el laboratorio.</p>

	<p>durabilidad de ladrillos de suelo-cemento.</p>				<p>Porque se manipulará la variable independiente (Hidróxido de calcio y se mide la variable dependiente (Resistencia y Durabilidad) y se comparará con un testigo (suelo natural sin tratamiento) a través de los procedimientos ejecutados en laboratorio.</p> <p>Población y muestra:</p> <p>La población estará constituida por 39 ladrillos suelo cemento ubicados a 100 metros de la intersección de la Av. Universitaria con Av. Las Flores, Pillco Marca – Huánuco. La muestra estará constituida por 215 Kg para los distintos ensayos.</p> <p>Técnicas e instrumentos:</p> <p>La técnica utilizada será la observación y como instrumentos las fichas de laboratorio para anotar los datos de campo.</p>
--	---	--	--	--	--

ANEXO 2: CLASIFICACIÓN DE SUELO



GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - - INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO -

CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS) Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE (AASHTO) (NTP 339.134 y NTP 339.135)	Sede: Huánuco Código: SGC-HCO-INF-001 Versión: 01
---	---

DATOS DEL PROYECTO	
Proyecto: Tesis - UDH - Huánuco	
Id. proyecto	: H - 831
Ubicación	: Pillco Marca, Distrito: Pillco Marca, Provincia: Huánuco, Departamento: Huánuco.
Solicita	: Ricardo Amancio, Rojas Aranda
Responsable	: Ing. Doris E. Alvarado y Linares

DATOS DE LA MUESTRA			
Id. Ensayo	: 6275	Peso inicial de la muestra, g	: 26,143
Fuente	: C-01 / M-01	Método cuarteo (NTP 339.089)	: B
Profundidad, m	: ---	Gradación	: ---
Fecha	: 24-Set-21	Normativa	: ---

GRANULOMETRÍA						Especificaciones	
Tamices		Peso retenido, g	Peso retenido acumulado, g	Porcentaje retenido, %	Porcentaje que pasa, %	Mínimo	Máximo
pulg.	mm.						
3"	76.2	0.0	0.0	0.0	100.0	---	---
2"	50.8	0.0	0.0	0.0	100.0	---	---
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	0.0	100.0	---	---
1"	25.4	888.0	888.0	3.4	96.6	---	---
3/4"	19.050	1,136.0	2,024.0	7.7	92.3	---	---
1/2"	12.700	2,114.0	4,138.0	15.8	84.2	---	---
3/8"	9.520	1,006.0	5,144.0	19.7	80.3	---	---
N° 4	4.750	1,848.0	6,992.0	26.7	73.3	---	---
N° 8	2.360	1,948.0	8,940.0	34.2	65.8	---	---
N° 10	2.000	551.1	9,491.1	36.3	63.7	---	---
N° 16	1.180	2,139.3	11,630.4	44.5	55.5	---	---
N° 30	0.600	3,534.8	15,165.2	58.0	42.0	---	---
N° 40	0.420	1,293.5	16,458.7	63.0	37.0	---	---
N° 50	0.300	1,188.0	17,646.7	67.5	32.5	---	---
N° 100	0.150	1,507.3	19,154.0	73.3	26.7	---	---
N° 200	0.075	1,031.2	20,185.2	77.2	22.8	---	---
Fondo		5,957.8	26,143.0				

Contenido, %	
Grava (3 1/2" - N° 4)	26.7
Arena (N° 4 - N° 200)	50.5
Finos (menor a N° 200)	22.8

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
GEOCON SI SAC

Ing. Doris E. Alvarado y Linares
 Reg CIP N°: 29878
 Jefe de Laboratorio

Propiedades del Material	
Tamaño máximo de los fragmentos, mm	25.4
Forma predominante de la fracción gruesa	Subangulosa
Coficiente de uniformidad (Cu), %	---
Coficiente de curvatura (Cc), %	---
Límite Líquido (LL), %	24
Límite Plástico (LP), %	16
Índice de Plasticidad (IP), %	8
Contenido de Humedad, %	7.1
Clasificación (SUCS)	SC
Clasificación (AASHTO)	A - 2 - 4 (0)

Ensayado por : N. Linares	Revisado por : D. Alvarado
Fecha : 24-Set-21	Fecha : 24-Set-21

Teléfono: (062) 51 5181
 Celular: 990 29 8005
 Celular: 947 50 5152

Jr. Las Dalias N° 270 - Urb. Paucarbambilla - Amarilís - Huánuco.
 E-mail: info@geoconsi.com

ANEXO 3: LIMITES DE ATTERBERG; LIQUIDO Y PLÁSTICO



GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO -

ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (NTP 339.129)	Sede: Huánuco
	Código: SGC-HCO-INF-002
	Versión: 01

DATOS DEL PROYECTO	
Proyecto: Tesis - UDH - Huánuco	
Id. proyecto	: H - 831
Ubicación	: Pillco Marca, Distrito: Pillco Marca, Provincia: Huánuco, Departamento: Huánuco.
Solicita	: Ricardo Amancio, Rojas Aranda
Responsable	: Ing. Doris E. Alvarado y Linares

DATOS DE LA MUESTRA		
Id. Ensayo	: 6275	Clasificación SUCS : S C
Fuente	: C-01 / M-01	Clasificación AASHTO : A - 2 - 4 (0)
Profundidad, m	: - - -	Gradación : - - -
Fecha	: 24-Set-21	Normativa : - - -

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD				
Tipo de ensayo	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO		
Número de golpes	24			
Tara N°	2	4	5	6
Peso (suelo húmedo + tara), g	157.40	127.79	125.78	127.38
Peso (suelo seco + tara), g	149.65	126.74	125.01	126.37
Peso de la tara, g	117.65	120.16	120.29	120.22
Peso del agua contenida, g	7.75	1.05	0.77	1.01
Peso suelo seco, g	32.00	6.58	4.72	6.15
Contenido de agua, %	24.22	15.96	16.31	16.42

$$LL = W_n \cdot \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

- w_n : Contenido de humedad del suelo para n golpes
- N : Número de golpes.

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Límite líquido (LL), %	24
Límite plástico (LP), %	16
Índice plástico (IP), %	8

Observaciones:


Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
GEOCON SI SAC

 Ing. Doris E. Alvarado y Linares
 Reg CIP N°: 29878
 Jefe de Laboratorio

Ensayado por : N. Linares
 Fecha : 24-Set-21

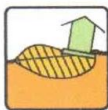
Revisado por : D. Alvarado
 Fecha : 24-Set-21

Teléfono: (062) 51 5181
 Celular: 990 29 8005
 Celular: 947 50 5152

Jr. Las Dalias N° 270 - Urb. Paucarbambilla - Amarillis - Huánuco.
 E-mail: info@geoconsi.com

Pg. 1 de 1

ANEXO 4: PROCTOR ESTÁNDAR



GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO -

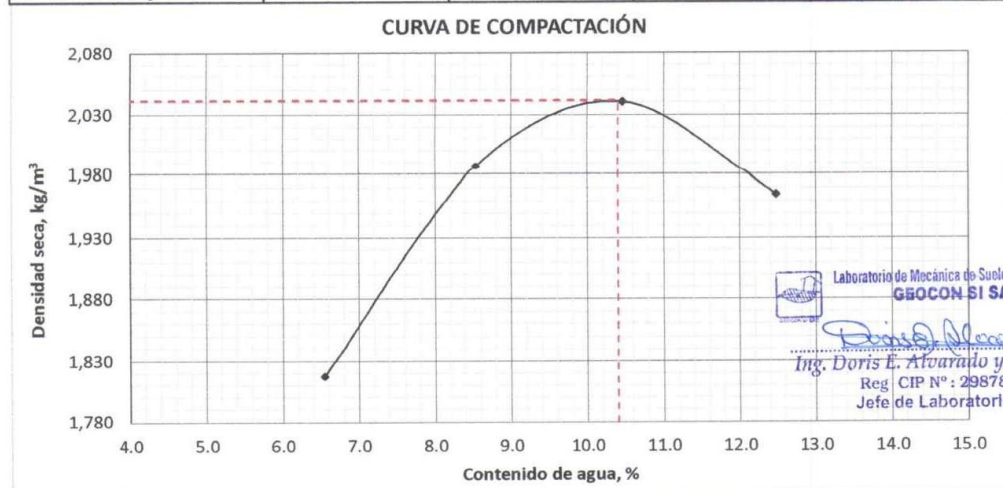
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN EL LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA ESTÁNDAR (600 kN-m/m³) (NTP 339.142)	Sede: Huánuco Código: SGC-HCO-INF-004 Versión: 01
---	---

DATOS DEL PROYECTO
Tesis - UDH - Huánuco

Id. proyecto : H - 831 Ubicación : Pillco Marca, Distrito: Pillco Marca, Provincia: Huánuco, Departamento: Huánuco. Solicita : Ricardo Amancio, Rojas Aranda Responsable : Ing. Doris E. Alvarado y Linares	
--	--

DATOS DE LA MUESTRA	
Id. Ensayo : 6275 Fuente : C-01 / M-01 Profundidad, m : --- Fecha : 29-Set-21	Procedimiento : A Método cuarteo (NTP 339.089) : B Gradación : --- Tipo de material : Suelo

PRÓCTOR ESTÁNDAR				
Ensayo N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + molde	6,128	6,334	6,425	6,384
Peso del molde, g	4,314	4,314	4,314	4,314
Peso suelo húmedo, g	1,814	2,020	2,111	2,070
Volumen del molde, cm ³	937	937	937	937
Densidad húmeda, kg/m ³	1,937	2,157	2,254	2,210
Tara N°	2	3	1	2
Peso suelo húmedo + tara, g	808	966	988	806
Peso suelo seco + tara, g	773	923	933	743
Peso de la tara, g	238	419	407	238
Peso del agua contenida, g	35.0	43.0	55.0	63.0
Peso del suelo seco, g	535	504	526	505
Contenido de agua, %	6.5	8.5	10.5	12.5
Densidad seca, kg/m ³	1,817.9	1,987.2	2,040.5	1,965.0

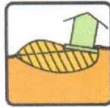


Máxima densidad seca (MDS), kg/m ³ : 2,041	Contenido óptimo de agua, %: 10.4
---	-----------------------------------

Observaciones:

- La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : N. Linares	Revisado por : D. Alvarado
Fecha : 29-Set-21	Fecha : 01-Oct-21



GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.
- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -
 - INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO -

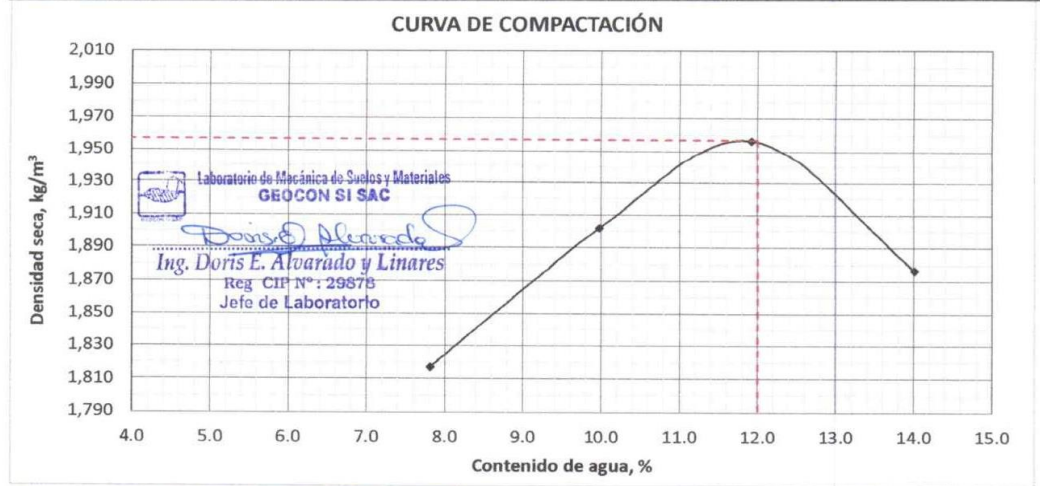
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN EL LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA ESTÁNDAR (600 kN-m/m³) (NTP 339.142)	Sede: Huánuco
	Código: SGC-HCO-INF-004
	Versión: 01

DATOS DEL PROYECTO	
Tesis - UDH - Huánuco	

Id. proyecto	: H - 831
Ubicación	: Pillco Marca, Distrito: Pillco Marca, Provincia: Huánuco, Departamento: Huánuco.
Solicita	: Ricardo Amancio, Rojas Aranda
Responsable	: Ing. Doris E. Alvarado y Linares

DATOS DE LA MUESTRA			
Id. Ensayo	: 6280	Procedimiento	: A
Fuente	: C-01 / M-04 - Con 7% de Cemento + 7% de Cal	Método cuarteo (NTP 339.089)	: B
Profundidad, m	: ---	Gradación	: ---
Fecha	: 30-Set-21	Tipo de material	: Suelo

PRÓCTOR ESTÁNDAR				
Ensayo N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + molde	6,149	6,273	6,365	6,318
Peso del molde, g	4,314	4,314	4,314	4,314
Peso suelo húmedo, g	1,835	1,959	2,051	2,004
Volumen del molde, cm ³	937	937	937	937
Densidad húmeda, kg/m ³	1,959	2,092	2,190	2,140
Tara N°	1	2	3	1
Peso suelo húmedo + tara, g	752	690	832	928
Peso suelo seco + tara, g	727	649	788	864
Peso de la tara, g	407	238	419	407
Peso del agua contenida, g	25.0	41.0	44.0	64.0
Peso del suelo seco, g	320	411	369	457
Contenido de agua, %	7.8	10.0	11.9	14.0
Densidad seca, kg/m ³	1,817.2	1,901.9	1,956.5	1,876.8



Máxima densidad seca (MDS), kg/m ³	1,957	Contenido óptimo de agua, %	12.0
---	-------	-----------------------------	------

Observaciones:
 1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por	: N. Linares	Revisado por	: D. Alvarado
Fecha	: 30-Set-21	Fecha	: 01-Oct-21



GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.
- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -
- INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO -

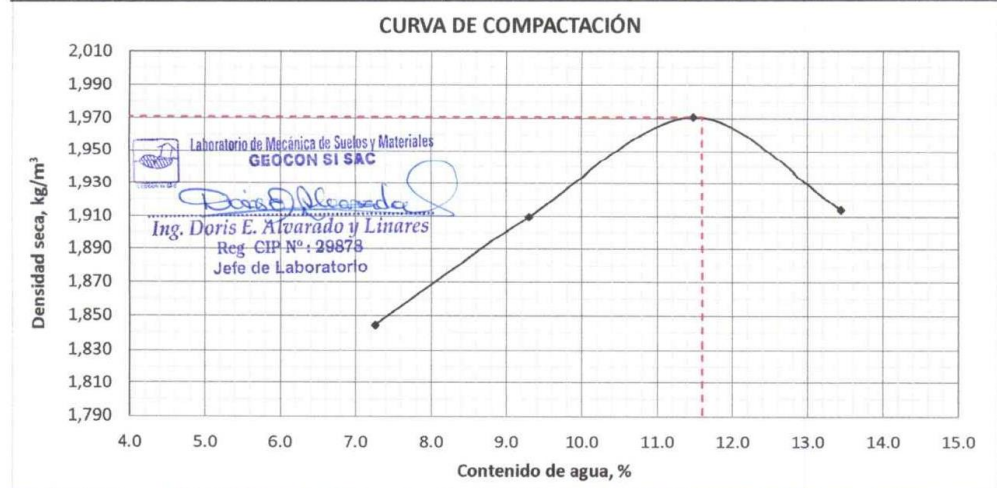
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN EL LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA ESTÁNDAR (600 kN-m/m³) (NTP 339.142)	Sede: Huánuco
	Código: SGC-HCO-INF-004
	Versión: 01

DATOS DEL PROYECTO	
Tesis - UDH - Huánuco	

Id. proyecto	: H - 831
Ubicación	: Pillco Marca, Distrito: Pillco Marca, Provincia: Huánuco, Departamento: Huánuco.
Solicita	: Ricardo Amancio, Rojas Aranda
Responsable	: Ing. Doris E. Alvarado y Linares

DATOS DE LA MUESTRA			
Id. Ensayo	: 6279	Procedimiento	: A
Fuente	: C-01 / M-03 - Con 7% de Cemento + 5% de Cal	Método cuarteo (NTP 339.089)	: B
Profundidad, m	: - - -	Gradación	: - - -
Fecha	: 30-Set-21	Tipo de material	: Suelo

PRÓCTOR ESTÁNDAR				
Ensayo N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + molde	6,167	6,269	6,372	6,348
Peso del molde, g	4,314	4,314	4,314	4,314
Peso suelo húmedo, g	1,853	1,955	2,058	2,034
Volumen del molde, cm ³	937	937	937	937
Densidad húmeda, kg/m ³	1,978	2,087	2,197	2,172
Tara N°	1	2	3	2
Peso suelo húmedo + tara, g	939	767	856	660
Peso suelo seco + tara, g	903	722	811	610
Peso de la tara, g	407	238	419	238
Peso del agua contenida, g	36.0	45.0	45.0	50.0
Peso del suelo seco, g	496	484	392	372
Contenido de agua, %	7.3	9.3	11.5	13.4
Densidad seca, kg/m ³	1,844.6	1,909.8	1,971.0	1,914.4



Máxima densidad seca (MDS), kg/m ³	1,971	Contenido óptimo de agua, %	11.6
---	-------	-----------------------------	------

<u>Observaciones:</u>			
1. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.			
Ensayado por	: N. Linares	Revisado por	: D. Alvarado
Fecha	: 30-Set-21	Fecha	: 01-Oct-21

ANEXO 5: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.
- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -
- ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA -
NTP 339.613 / NTP 339.604

Id. proyecto : 851
 Proyecto : Tesis: "Efecto del hidroxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento comprimidos en el distrito de Pillco Marca- Huánuco 2021"
 Ubicación : ---, Distrito: Pillco Marca, Provincia: Huánuco, Departamento: Huánuco.
 Solicita : Bach. Ing. Civil. Ricardo amancio rojas aranda
 Responsable : Ing. Doris E. Alvarado y Linares
 Muestra : Bloques de albañilería con 02 orificios de 8 cm.
 Marca : ---
 Fecha : Huánuco, 28 de Abril del 2022

Elemento	Dimensiones (cm.)			Área (cm ² .)	Resistencia (kg.)	f _c (kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
LSC7 - 2	30.10	15.10	8.95	454.51	20870.00	45.92
LSC7-10	30.10	15.10	8.95	454.51	12490.00	27.48
LSC7-9	30.10	15.12	8.90	455.11	16650.00	36.58
LSC7-15	30.10	15.15	8.95	456.02	12230.00	26.82
LSC5-6	30.10	15.10	8.80	454.51	24910.00	54.81
LSC7-4	30.10	15.15	9.00	456.02	17420.00	38.20
LSC5-7	30.10	15.10	8.80	454.51	22500.00	49.50
LSC5-1	30.10	15.12	8.90	455.11	20090.00	44.14
LSC5-9	30.10	15.10	8.95	454.51	16570.00	36.46
LSC5-5	30.10	15.12	9.00	455.11	22910.00	50.34
LSC-8	30.10	15.15	8.95	456.02	21230.00	46.56
LSC-5	30.10	15.10	8.85	454.51	27110.00	59.65
LSC-7	30.00	15.15	8.92	454.50	24440.00	53.77
LSC-3	30.10	15.10	8.86	454.51	25950.00	57.09
LSC-4	30.05	15.15	8.82	455.26	22170.00	48.70



Firmado digitalmente por:
ALVARADO Y LINARES DORIS ELISABETH
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 03/05/2022 12:17:12-0500

OBSERVACIONES:

1. Las unidades de albañilería fueron provistas e identificados por el solicitante.

Ensayado por : N. Linares
 Fecha : 28-Abr-22

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
GEOCON SI SAC

Ing. Doris E. Alvarado y Linares
 Reg. CIP N°: 29878
 Jefe de Laboratorio

Ensayado por : D. Alvarado
 Fecha : 28-Abr-22

Teléfono: (062) 51 5181
 Celular : 993 003 709

Jr. Las Dalias N° 270 - Urb. Paucarbambilla - Amarilis - Huánuco
 E-mail: info@geoconsi.com

ANEXO 6: ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD MÁXIMA



GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD -

NTP 339.613 / NTP 339.604

Id. proyecto : 851
 Proyecto : Tesis: "Efecto del hidroxido de calcio en la resistencia y durabilidad de ladrillos de suelo-cemento comprimidos en el distrito de Pillco Marca- Huánuco 2021"
 Ubicación : --, Distrito: Pillco Marca, Provincia: Huánuco, Departamento: Huánuco.
 Solicita : Bach. Ing. Civil. Ricardo amancio rojas aranda
 Responsable : Ing. Doris E. Alvarado y Linares
 Muestra : Bloques de albañilería con 02 orificios de 8 cm.
 Marca : --
 Fecha : Huánuco, 29 de Abril del 2022

Elemento	Peso del Especímen Seco (gr.)	Peso del Especímen Saturado (gr.)	Peso del Especímen Sumergido (gr.)	Densidad (gr/cm3)	Absorción (%)
LSC-6	5653.0	6388.0	3379.0	1878.7	13%
LSC-10	5860.0	6319.0	3517.0	2091.4	8%
LSC-12	5423.0	6343.0	3234.0	1744.3	17%
LSC5-2	5641.0	6436.0	3385.0	1848.9	14%
LSC5-4	5460.0	6420.0	3277.0	1737.2	18%
LSC7-5	5585.0	1769.6	3336.0	1769.6	16%
LSC7-12	5568.0	1769.9	3332.0	1769.9	16%
LSC7-13	5431.0	1734.0	3240.0	1734.0	17%
LSC5-11	5555.0	1767.4	3317.0	1767.4	16%



Firmado digitalmente por:
 ALVARADO Y LINARES DORIS
 ELISABETH
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 03/05/2022 12:16:59-0500

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
 GEOCON SI SAC

 Ing. Doris E. Alvarado y Linares
 Reg. CIP N°: 29878
 Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

1. Las unidades de albañilería fueron provistas e identificados por el solicitante.

Ensayado por : N. Linares
 Fecha : 29-Abr-22

Revisado por : D. Alvarado
 Fecha : 29-Abr-22

Teléfono: (062) 51 5181
 Celular : 993 003 709

Jr. Las Dalias N° 270 - Urb. Paucarbambilla - Amarillis - Huánuco
 E-mail: info@geoconsi.com

ANEXO 7: DESIGNACIÓN DE ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 584-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 01 de junio de 2021

Visto, el Oficio N° 377-2021-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1597, del Bach. **Ricardo Amancio, ROJAS ARANDA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1597, presentado por el (la) Bach. **Ricardo Amancio, ROJAS ARANDA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Joel Luis Guarniz Flores, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Ricardo Amancio, ROJAS ARANDA**, al Mg. Joel Luis Guarniz Flores, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

Regístrese, comuníquese, archívese



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BLCR/JFJR/nto.

ANEXO 8: APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 942-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de Agosto de 2021

Visto, el Oficio N° 607-2021-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "EFECTO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO COMPRIMIDOS EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA HUÁNUCO 2021" presentado por el (la) Bach. Ricardo Amancio, ROJAS ARANDA.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 584-2021-D-FI-UDH, de fecha 01 de junio de 2021, perteneciente al Bach. Ricardo Amancio, ROJAS ARANDA se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Joel Luis Guarniz Flores, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 607-2021-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "EFECTO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO COMPRIMIDOS EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA HUÁNUCO 2021" presentado por el (la) Bach. Ricardo Amancio, ROJAS ARANDA, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza (Secretario) y Mg. Jhon Elio Gomez Valles (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución titulado: "EFECTO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO COMPRIMIDOS EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA HUÁNUCO 2021" presentado por el (la) Bach. Ricardo Amancio, ROJAS ARANDA para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Jhovani Monzono Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (R) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
RFR / IIR / mmm

ANEXO 9: PANEL FOTOGRÁFICO



