

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con agua potable y agua residual tratada con lombrifiltro, en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Inocente Caqui, Jermheo Jeshua

ASESOR: Valdivieso Echevarría, Martín Cesar

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Hidráulica

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

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): 71108643

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22416570

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-0579-5135

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 Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Bastidas Salazar, Karen Vanessa	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	48753085	0000-0002-7346-9542

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

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 16:00 horas del día miércoles 10 del mes de mayo del año 2023, 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. KAREN VANESSA BASTIDAS SALAZAR	(VOCAL)

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1003-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022", presentado por el (la) Bach. Jermheo Jeshua INOCENTE CAQUI, 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 *16*... y cualitativo de *Buena*..... (Art. 47)

Siendo las *16:45* horas del día *10* del mes de *Mayo* del año *2023*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
ORCID: 0000-0002-5650-3745
SECRETARIO


MG. KAREN VANESSA BASTIDAS SALAZAR
ORCID: 0000-0002-7346-9542
VOCAL

DIRECTIVA N° 006- 2020- VRI-UDH PARA EL USO DEL SOFTWARE TURNITIN DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Resolución N° 018-2020-VRI-UDH 03JUL20 y modificatoria R. N° 046-2020-VRI-UDH, 19OCT20



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA**, asesor del PA Ingeniería Civil y designado mediante documento **RESOLUCION N°941-2021-D-FI-UDH** del estudiante **Bach. Jermheo Jeshua, INOCENTE CAQUI**, de la investigación titulada **“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO – PERÚ, 2022”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **20%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 12 de mayo del 2023



Ing. Martín C. Valdivieso Echevarría
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 40444

M.Sc. Ing. Martin Cesar Valdivieso Echevarria

DNI N° 22416570

Código ORCID N° 0000-0002-0579-5135

Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con agua potable y agua residual tratada con lombrifiltro, en la ciudad de Huánuco - Perú

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	20%	5%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	saber.ucv.ve Fuente de Internet	2%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%


Ing. Martín C. Valdivieso Echevarría
INGENIERO-CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 40445

M.Sc. Ing. Martin Cesar Valdivieso Echevarría
DNI N° 22416570
Código ORCID N° 0000-0002-0579-5135

DEDICATORIA:

De todo corazón a mi madre, en ofrenda por su paciencia y amor, sin ella no lo habría logrado. Su bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes siempre han creído en mí, dándome el deseo de superación, enseñándome la humildad, sacrificio y a valorar todo lo que tengo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	15
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. INTERNACIONAL.....	18
2.1.2. NACIONAL.....	20
2.1.3. LOCAL.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS.....	25
2.2.1. RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.....	25
2.2.2. CURADO DEL CONCRETO.....	26
2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	26
2.2.4. COMPONENTES DEL CONCRETO.....	28
2.2.5. AGUAS RESIDUALES.....	30

2.2.6.	ESTÁNDARES PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS	31
2.2.7.	SISTEMAS DE AGUA RESIDUAL TRATADA	34
2.2.8.	SISTEMA TOHÁ O LOMBRIFILTRO	34
2.2.9.	USO DE <i>EISENIA FOÉTIDA</i> EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	36
2.2.10.	IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO	37
2.2.11.	CALIDAD DEL AGUA PARA MEZCLADO.....	38
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	40
2.4.	HIPÓTESIS	43
2.5.	VARIABLES	43
2.5.1.	VARIABLES DEPENDIENTES	43
2.5.2.	VARIABLES INDEPENDIENTES	43
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
CAPÍTULO III		44
MATERIALES Y MÉTODOS.....		44
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.1.1.	ENFOQUE	44
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	44
3.1.3.	DISEÑO	44
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
3.2.1.	POBLACIÓN.....	44
3.2.2.	MUESTRA	45
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	46
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	46
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	47
3.4.1.	OBTENCIÓN DE AGUA RESIDUAL TRATADA.....	47
3.4.2.	PREPARACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO	50
3.4.3.	ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....	50

3.4.4.	ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD.....	50
3.4.5.	ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO.....	51
3.4.6.	ELABORACIÓN DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO	52
3.4.7.	ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO	52
3.4.8.	ENSAYO DE ASENTAMIENTO.....	53
3.4.9.	ENSAYO DE EXUDACIÓN.....	54
3.4.10.	ENSAYO DE TEMPERATURA.....	56
CAPÍTULO IV.....		57
RESULTADOS.....		57
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	57
4.1.1.	AGREGADO GRUESO Y FINO.....	57
4.1.2.	CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	62
4.1.3.	CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	70
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	72
CAPÍTULO V.....		74
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		74
5.1.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	74
5.1.1.	PESO UNITARIO.....	74
5.1.2.	ASENTAMIENTO (SLUMP).....	74
5.1.3.	EXUDACIÓN	75
5.1.4.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	76
5.2.	CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	78
CONCLUSIONES		81
RECOMENDACIONES.....		82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		83
ANEXOS.....		87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del concreto endurecido.....	27
Tabla 2 Requisitos físicos del cemento Tipo I.....	29
Tabla 3 Valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado.....	33
Tabla 4 Límites máximos permisibles de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas.....	33
Tabla 5 Parámetros de eficiencia del sistema Tohá.....	36
Tabla 6 Requisitos de performance de concreto para el agua de mezcla.....	39
Tabla 7 Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088.....	39
Tabla 8 Límites adecuados para los parámetros presentes en el agua para mezclado de concreto.....	40
Tabla 9 Operacionalización de variables.....	43
Tabla 10 Resumen de las probetas utilizadas en los trabajos detallados en los antecedentes.....	45
Tabla 11 Probetas a utilizar en el presente trabajo.....	46
Tabla 12 Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.....	46
Tabla 13 Granulometría del agregado grueso.....	57
Tabla 14 Granulometría del agregado fino.....	58
Tabla 15 Contenido de humedad agregado fino.....	59
Tabla 16 Contenido de humedad agregado grueso.....	59
Tabla 17 Agregado Fino - Peso Unitario Suelto Seco.....	60
Tabla 18 Agregado Grueso - Peso Unitario Suelto Seco.....	60
Tabla 19 Agregado Fino - Peso Unitario Suelto Seco.....	61
Tabla 20 Agregado Grueso - Peso Unitario Suelto Seco.....	61
Tabla 21 Agregado Fino.....	61
Tabla 22 Agregado Grueso.....	62
Tabla 23 Ensayo de los Ángeles.....	62
Tabla 24 Calidad de agregados.....	63
Tabla 25 Peso unitario del concreto fresco $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	67
Tabla 26 Asentamiento del concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).....	68
Tabla 27 Exudación del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – agua potable.....	69

Tabla 28 Exudación del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – agua residual tratada	69
Tabla 29 Temperatura del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	70
Tabla 30 Resultados de laboratorio de la resistencia a la compresión	70
Tabla 31 Contrastación de los resultados	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Corte esquemático del biofiltro Tohá.....	35
Figura 2 Primera capa del lombrifiltro que está conformado de bolonería. ...	47
Figura 3 Lombrifiltro terminado con sus cuatro capas (bolonería, gravilla, viruta y humus).....	48
Figura 4 Recolección de muestra de agua residual	48
Figura 5 Lombrices rojas californianas	49
Figura 6 Medición de temperatura y pH	49
Figura 7 Estadística de la granulometría del agregado grueso	58
Figura 8 Representación de la granulometría del agregado fino	59
Figura 9 Resistencia a la compresión vs tiempo (concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)	72
Figura 10 Peso unitario del concreto con agua potable y agua residual tratada	73
Figura 11 Exudación del concreto con agua potable y agua residual tratada	75
Figura 12 Comparación de la resistencia en probetas de 7 días	76
Figura 13 Comparación de la resistencia en probetas de 14 días.....	77
Figura 14 Comparación de la resistencia en probetas de 28 días.....	78
Figura 15 Contrastación de los resultados del trabajo de investigación	79

RESUMEN

El presente trabajo de investigación comprende el análisis del comportamiento del concreto, cuando en su fabricación se usa agua residual tratada mediante un sistema denominado Tohá, conocido también como “lombrifiltro”, que es una alternativa ecológica y de bajo costo que ha demostrado ser eficaz a pequeña como gran escala.

En ese sentido, el objetivo es determinar la influencia del agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la elaboración del concreto en comparación al uso de agua potable, para lo cual se han elaborado 42 probetas de concreto usando agua potable como muestra patrón y agua residual obtenida de un efluente de desagua que desemboca en el río Huallaga, que fue tratada mediante un sistema Tohá construido con un lecho de lombrices del tipo *Eisenia foétida*, para lo cual, además, a fin de asegurar la calidad de los insumos se han realizado ensayos a los agregados, así como al concreto en estado fresco.

Los resultados obtenidos muestran que el concreto preparado con agua residual tratada cumple con los límites de diseño para el concreto respecto a parámetros como peso unitario, asentamiento, exudación y la resistencia a la compresión, concluyendo que el uso del agua residual tratada mediante un sistema Tohá, tiene una influencia favorable, por lo que es posible su uso para elaboración del concreto.

Palabra clave: Lombrifiltro, *Eisenia foétida*, exudación, peso unitario, asentamiento, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The present research work includes the analysis of the behavior of concrete, when in its manufacture residual water is used through a system called Tohá, also known as “Lombrifiltro”, which is an ecological and low -cost alternative that has proven to be effective to small as a large scale.

In that sense, the objective is to determine the influence of the wastewater treated by means of an effluent of drain that leads to the Huallaga River, which was treated by a tohá system built with a bed of earthworms of the *Eisenia foétida* type, for which, in addition, in order to ensure the quality of the inputs, tests have been carried out The aggregates, as well as the concrete in a fresh state.

The results obtained show that the concrete prepared with treated wastewater complies with the design limits for concrete with respect to parameters such as unit weight, settlement, exudation and compression resistance, concluding that the use of wastewater treated through a tohá system, it has a favorable influence, so its use for the elaboration of concrete is possible.

Keywords: Lombrifiltro, Eisenia foétida, exudation, unit weight, settlement, compression resistance.

INTRODUCCIÓN

El problema de la escasez y contaminación del agua es un problema global que se acentúa año tras año, afectando no solo para el consumo humano, sino a la industria de la construcción, dada la relación existente entre el cemento y las características del agua para la elaboración del concreto, principal material usado en esta industria.

“El Perú genera aproximadamente 2217946 m³ por día de aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado y solo el 32% de estas recibe tratamiento” (OEFA, 2014), dada la necesidad de la disponibilidad del agua, cobra especial relevancia las alternativas para el tratamiento de aguas residuales. Actualmente existen tratamientos fisicoquímicos convencionales, pero los costos son muy elevados haciendo difícil optar por este medio de tratamiento principalmente en las zonas rurales.

En este contexto, el propósito de esta investigación es proponer el uso del agua residual tratada mediante un sistema tohá, tratamiento no convencional, eficiente y de bajo costo, como alternativa para su uso en la elaboración de concreto, para lo cual en el primer capítulo se realiza la descripción del problema, haciendo énfasis en el objetivo que es determinar la influencia del agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la elaboración del concreto, en el capítulo II se describen los antecedentes nacionales e internacionales, así como las bases teóricas.

El capítulo III detalla la metodología de investigación en función a lo cual se han elaborado 42 probetas de concreto usando agua potable como muestra patrón y agua residual obtenida de un efluente de desagua que desemboca en el río Huallaga, tratada mediante un sistema Tohá construido con un lecho de lombrices del tipo *Eisenia foétida*, para lo cual, a fin de asegurar la calidad de los insumos se han realizado ensayos a los agregados, al concreto en estado fresco y endurecido.

El capítulo IV presenta los resultados que muestran que el concreto preparado con agua residual tratada cumple con los límites de diseño para el concreto respecto a parámetros como peso unitario, asentamiento, exudación y la resistencia a la compresión, en el capítulo V se realiza la discusión de los

resultados y se hace un comparativo de estos con los resultados de otras investigaciones, finalmente se concluye que el uso del agua residual tratada mediante un sistema Tohá, tiene una influencia favorable, por lo que es posible su uso para elaboración del concreto.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la preparación de concreto la relación agua-cemento afecta directamente su resistencia, contar con concreto con las propiedades adecuadas y que cumpla con los estándares requeridos, determina su utilidad a largo plazo para las diferentes construcciones. En consecuencia, “al ser el concreto un material muy utilizado en el área de la construcción, se debe tener un claro entendimiento de él y de sus propiedades, principalmente del efecto de la relación agua / cemento, pues está ligado a una gran gama de propiedades mecánicas del concreto” (Guevara et al., 2012).

Dada la necesidad descrita, “el sector de la construcción es responsable del 16% del consumo mundial del agua potable, utilizándose solo en la producción del concreto aproximadamente el 9% de agua de fuentes naturales” (CAPBAUNO, 2018), situación que contribuye a que “2 200 millones de personas en el mundo carezcan de acceso a servicios de agua potable” (OMS, 2019), paradójicamente, a pesar de la escasez de este recurso, “el 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas” (UNESCO, 2017).

“A nivel nacional existe un desabastecimiento de 9.2% que afecta a 2 millones 992 mil de la población del país, que es más acentuado en las zonas rurales donde solo el 76.3% accede a este servicio” (INEI, 2020).

A nivel local, Huánuco es la segunda región con mayor déficit de agua (74.1%), déficit que se viene acentuando por negligencia y falta de conciencia de la población, por lo que es necesario que como profesionales tomemos las iniciativas de muchos países en la innovación de tecnología de fácil construcción y bajo costo para el tratamiento de aguas residuales, que permitan su reusó entre otros, en la elaboración de concreto y contribuyamos a la protección de este recurso tan vital.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es la influencia del agua residual tratada a través de un lombrifiltro en la elaboración del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco - Perú?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿Cuál es la influencia de agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la resistencia mecánica del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco - Perú?
- ¿Cuál es la influencia de agua residual tratada mediante un lombrifiltro en el peso unitario del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco - Perú?

1.3. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la influencia del agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la elaboración del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco – Perú.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la influencia del agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la resistencia mecánica del concreto en comparación al uso de agua potable en la ciudad de Huánuco – Perú.
- Conocer la influencia de agua residual tratada mediante un lombrifiltro en el peso unitario del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco – Perú.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En consecuencia, la presente investigación presenta un sistema de tratamiento de agua residual a través de una tecnología denominada “lombrifiltro” o sistema Tohá, como alternativa para obtener agua adecuada, que permita sustituir el uso del agua potable la elaboración del concreto, basado el análisis de la eficiencia de este, en las propiedades físicas, principalmente de resistencia del concreto.

A nivel metodológico, se justifica debido a que usará el lombrifiltro o sistema Tohá, método de las cuales investigaciones importantes, detalladas en los antecedentes del presente, demuestran su eficacia para tratar aguas residuales. Además, es de bajo costo respecto a su instalación y operación, no genera malos olores al ser un tratamiento aeróbico, lo que no generaría molestias en la población cercana. Para medir la resistencia a la compresión mecánica del concreto, el método usado será ensayos que se realizarán en el laboratorio de la Universidad de Huánuco, siguiendo los procedimientos aprobados y estandarizados a nivel nacional por las normas técnicas peruanas en el rubro de la elaboración del concreto.

Se justifica socialmente debido a la problemática mundial que se afronta respecto a la escasez del agua, lo que ha llevado a muchos países a tomar iniciativas en la innovación de tecnologías ecológicas de bajo costo, que permitan la reutilización de agua residuales para su reusó, entre otras, en la producción de concreto. Así mismo, debido al acelerado crecimiento de la población, existen zonas donde se carece de agua con características adecuadas para la construcción, frente a esto, la aplicación del tratamiento mediante el método del lombrifiltro, ayudará a mejorar las propiedades del agua y reaprovechar este recurso para su empleo en la elaboración de concreto para pequeñas construcciones.

En el aspecto económico, mediante la aplicación del lombrifiltro se obtiene humus que puede ser usado para mejorar la calidad del suelo, y la producción de lombrices que tiene un costo económico considerable en el mercado, lo cual es una oportunidad para generar ingresos económicos, que permitirá incrementar la calidad de vida poblacional, sobre todo en zonas rurales donde la actividad económica principal es la agricultura.

En el aspecto sociocultural, con el uso de lombrifiltro y los métodos ecológicos en general, fomenta la formación de una cultura sostenible en la optimización del uso del agua para las presentes y futuras generaciones.

De esta manera, el estudio aplicará el método del lombrifiltro para tratar aguas residuales, para obtener un panorama detallado de la eficiencia que posee este sistema de tratamiento para mejorar las características del agua

residual necesarias para su aplicación en la elaboración de concreto y que será medido comparando las propiedades físicas del concreto elaborado con agua residual tratada y concreto elaborado con agua potable. Así mismo, pretende contribuir y fomentar el desarrollo de investigaciones y tecnologías que permitan el reúso del agua, dado el contexto de problemática mundial que ubican en estado vulnerable la disponibilidad hídrica.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones identificadas en el presente estudio, derivan de los escasos antecedentes de la investigación a nivel local y la carencia de datos estadísticos relacionados al tratamiento de aguas residuales para diseño en mezclas. Otra limitante identificada es el acceso al ámbito de estudio, debido a la necesidad de conocer de la tecnología para el óptimo diseño del lombrifiltro, por lo que solicitará apoyo de profesionales capacitados en este procedimiento.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es viable porque cuenta con los recursos necesarios y se dispone de asesoramiento técnico de un asesor y un profesional conocedor de la metodología. Respecto a los recursos materiales el investigador solventará todos los gastos que se realicen durante el estudio hasta concretar el trabajo de investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONAL

Arguello y Neira (2018), en su investigación titulada: Elaboración de mezclas de concreto con inclusión de biosólido procedente del tratamiento de aguas residuales 2018. Tuvieron como objetivo “evaluar desde el punto de vista técnico la inclusión de biosólido como material sustituyente parcial de materia prima (Arena) para la elaboración de concreto. Para un adecuado desarrollo en la elaboración de la investigación, se realizó una caracterización de las materias primas de la elaboración de concreto, como lo son: arena, grava, biosólido. Para el desarrollo del trabajo se prepararon cuatro tipos de mezclas, la primera sin adición de biosólido, la segunda reemplazando el 5% del agregado fino por la misma cantidad de biosólido, la tercera y cuarta mezcla de la misma forma, pero con porcentajes de reemplazo de 10% y 15% respectivamente. Se realizaron ensayos con mezcla fresca (Ensayo de asentamiento (NTC-396) y ensayo de contenido de aire (NTC-1032), se evaluaron las propiedades mecánicas como: resistencia a la compresión y a la tensión indirecta; Los ensayos mecánicos se evaluaron en edades de 14, 28 y 56 días; todo esto de acuerdo a las Normas Técnicas Colombianas NTC 396,673, 722,1032. Finalmente se concluyó que la resistencia a la compresión y a la tensión indirecta de los especímenes que se sustituyó parcialmente la arena por biosólido se ven afectados; esta resistencia se ve disminuida con respecto a la mezcla base la cual no tiene inclusión de biosólido; a medida que aumenta la cantidad de biosólido presente en las mezclas disminuye la resistencia de los especímenes”.

Gutiérrez y Sánchez (2018), en su investigación titulada: Efecto del uso de aguas lluvias en la resistencia a compresión de concreto simple. Tuvieron como objetivo “medir el efecto del uso de aguas lluvias recolectadas en Soacha Compartir, sobre la resistencia a compresión del concreto simple. Para tal fin, se elaboran cilindros de prueba con aguas

lluvias y cilindros de prueba con agua potable tomada del acueducto de Bogotá, la cual es un agua patrón ya que su calidad está verificada y aprobada para ser utilizada en la elaboración de concreto. Inicialmente se recolectan los materiales necesarios para la elaboración de los cilindros de prueba, durante este desarrollo se realiza la documentación pertinente, respecto a las aguas lluvias, los agregados pétreos y el cemento, que son los principales materiales utilizados para la elaboración de concreto en obra. Los materiales se ensayan en el laboratorio para poner a prueba sus características y verificar su cumplimiento según las normas técnicas Colombianas NTC, se elaboran los cilindros de prueba con estos materiales, 45 con agua lluvia y 18 con agua potable, siendo la fuente de obtención del agua la única variable entre unos y otros. Todos los cilindros se fallan a compresión para analizar e interpretar los resultados aplicando los principios básicos y conceptos aprendidos durante la carrera y la investigación realizada para este proyecto. Se concluye que las aguas de lluvias pueden utilizarse como material de mezclado, de lavado y de curado en la elaboración de concreto, siempre y cuando su recolección y almacenamiento se realice de manera cuidadosa evitando incorporar sustancias perjudiciales para el concreto”.

Gómez (2020), en su investigación titulada: “Evaluación de la resistencia a la compresión de especímenes de concreto simple elaborados a partir de agua potable y aguas residuales tratadas de tipo doméstico e industrial, con concentraciones totales de cloruros, sulfatos y álcalis diferentes”. Evaluó la “resistencia a la compresión de especímenes de concreto simple elaborados a partir de tres tipos de agua, agua potable y aguas residuales tratadas de tipo doméstico e industrial, y con mezclas compuestas cada una por un tipo de agua diferente. Se determinaron las concentraciones totales de cloruros, sulfatos y álcalis de cada uno de los tipos de agua mencionados anteriormente, las cuales se pretenden comparar de acuerdo con los valores máximos que recomienda la norma NTC 3459 (ICONTEC, 2001) para verificar si dichas aguas son aptas y cumplen con los estándares de calidad requeridos para la elaboración de concreto. Se evaluó de manera directa el comportamiento de los

especímenes de concreto elaborados a partir de los diferentes tipos de agua, mediante la determinación de su resistencia a la compresión a la edad de 28 días de curados para corroborar si estos cumplen con la resistencia establecida en el diseño y así se concluyó que la reinvención en el uso de aguas reutilizadas es un camino rentable y una alternativa segura para utilizar en la producción de concreto y del mismo modo contribuir con la conservación del agua potable la cual es un recurso de tipo limitado”.

Hussein (2020) desarrolló la investigación titulada: Efecto del uso de Aguas Residuales Tratadas Secundariamente en la Producción y Curado de Hormigón, paper publicado por la Universidad Británica en Egipto – Egipto. El objetivo de la investigación fue “examinar la influencia del uso de aguas residuales tratadas secundarias en el procedimiento de mezcla y curado de cubos de hormigón y compararlos con cubos de hormigón elaborados con agua potable. Los resultados alcanzados en la investigación denotan que la fuerza de compresión media utilizando agua potable después de 7, 28 y 56 días fue de 26,17, 36,49 y 37,84 MPa, respectivamente, la compresión media utilizando agua potable y agua residual tratada fueron de 26,59, 32,88 y 36,45 MPa respectivamente, finalmente la resistencia de compresión media utilizando y agua residual tratada fueron de 36,78, 38,61 y 39,24 MPa después de 7, 28 y 56 días respectivamente, se concluyó que el uso de aguas residuales tratadas y mixtas lograron una mayor resistencia a la compresión que el uso de agua potable, siendo la mayor resistencia a la compresión de 41,63 MPa con un valor promedio de 38,4 MPa, diseñado mediante el uso de agua tratada en la mezcla y curado de cubos de hormigón”.

2.1.2. NACIONAL

Chávez Rodrigo (2017), desarrolló la investigación titulada: Eficiencia de un Biofiltro en la Reducción de Carga Orgánica de un Efluente Industrial en la Ciudad de Celendín, tesis de grado publicado por la Universidad Nacional de Cajamarca – Cajamarca. La investigación tuvo por objetivo “determinar la eficiencia de remoción de carga orgánica de un biofiltro para un efluente industrial en la ciudad de Celendín, mediante un

biofiltro tipo Tohá de un metro cúbico de capacidad, obteniéndose una reducción en DQO del 92%, respecto a la DBO se ha obtenido una reducción del 94%, aceites y grasas 96%, de sólidos sedimentables 96% y el oxígeno disuelto se incrementó en un 59%; concluyendo que el tratamiento es eficiente y que puede aplicarse cualquier tipo de aguas residuales”.

Paico Revilla (2017), desarrolló la investigación titulada: Sistema Tohá, para el tratamiento de aguas residuales de la Universidad César Vallejo, tesis de grado publicada por la Universidad de Celendín Vallejo – Chiclayo. El trabajo investigativo tuvo por objetivo “reducir los agentes contaminantes de las aguas residuales, a través de la implementación del sistema de lombrifiltro Tohá para ser usadas en el regadío de sus áreas verdes, sin generar malos olores. Los resultados antes del tratamiento mostraron contenidos de 1012 mg/l de DBO, 1455 mg/l de DQO y 0.77 mg/l de SST, mientras que los resultados del agua residual después del tratamiento, mostró valores de 758 mg/l de DBO, 1125 mg/l de DQO y 0.42 mg/l de SST. La investigación concluye que el Sistema Tohá reduce significativamente los niveles de contaminación del agua residual, pero no se encuentra dentro de los niveles máximos permitidos”.

Mitma Jara (2017), desarrolló la investigación titulada: Efecto del sistema de lombrifiltro en la depuración de DBO₅ y DQO de las aguas residuales domésticas del distrito de Moche, tesis de grado publicado por la Universidad de César Vallejo – Trujillo, el objetivo fue “evaluar el efecto de un sistema de lombrifiltro en la remoción de la carga orgánica presente en el agua residual doméstica del Distrito de Moche Sub – Sector Miramar. Los resultados muestran que el sistema de tratamiento logró una remoción de 83.87% y 72.43% en DBO₅ y DQO respectivamente. Se concluye que el sistema de tratamiento logro una mejor remoción obteniendo porcentajes de 83.87% y 72.43% en DBO₅ y DQO respectivamente”.

Pinedo (2018), desarrolló la investigación titulada: “Resistencia a la Compresión del Concreto Elaborado con Agua Residual Tratada Proveniente de la PTAR del Distrito de la Encañada – Cajamarca”, tesis

de grado publicada por la Universidad Privada del Norte – Perú. El objetivo fue “determinar la variación de resistencia a la compresión del concreto elaborado con agua residual tratada, para el uso en la construcción civil, para lo cual se procedió con la elaboración de una mezcla de concreto con agregado grueso y fino obtenidos de la cantera de río Roca Fuerte de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ preparada con agua residual tratada proveniente de la PTAR del distrito de la Encañada, la cual fue comparada con una mezcla patrón realizada con agua potable. Para el diseño de mezclas se aplicó el método del ACI, para las edades 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados de la calidad del agua residual tratada se encontraron en los límites establecidos por la norma. Respecto a los resultados de resistencia a los 7, 14 y 28 días de curado, se obtuvo en promedio 201.32 kg/cm^2 , 246.24 kg/cm^2 y 272.74 kg/cm^2 respectivamente, concluyendo que el agua residual tratada se encuentra apta para ser usado como agua de mezclado para la elaboración de concreto”.

Cárdenas Saavedra (2018), desarrolló la investigación titulada: Sustitución del Recurso Agua Potable en la Fabricación del Concreto por Agua Residual Tratada en Lima Norte, tesis de post grado publicada por la Universidad Nacional Federico Villarreal – Lima. El objetivo de este trabajo de investigación fue “demostrar que se puede fabricar concreto utilizando agua residual tratada. Para ello se elaboraron 12 probetas de concreto con agua potable, 12 probetas de concreto utilizando agua residual tratada de la planta de tratamiento Santa Rosa y 12 probetas de concreto usando agua residual tratada de la planta de tratamiento CITRAR UNI, para resistencias de $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$. También se fabricaron 06 vigas de concreto para una resistencia de $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con los 3 tipos de muestra respectivamente. Se obtienen resultados para el concreto en estado fresco respecto a su peso unitario, asentamiento, exudación y temperatura y, concreto en estado endurecido respecto a la resistencia a la compresión a los 7 días de 177 kg/cm^2 para el agua potable, 187 kg/cm^2 para el agua residual tratada por la PTAR Santa Rosa y 169 kg/cm^2 para el agua residual tratada de la CITRAR, así mismo los análisis a los 14 días muestran valores de 251 kg/cm^2 , 271

kg/cm² y 218 kg/cm² respectivamente, por último los análisis a los 28 días indican valores de 276 kg/cm², 284 kg/cm² y 218 kg/cm² respectivamente. El estudio concluye que se puede elaborar concreto con agua residual tratada procedente de las plantas de tratamiento de Santa Rosa y CITRAR UNI, ya que no disminuyen su resistencia, lográndose incluso obtener mezclas más consistentes y construcciones más económicas”.

2.1.3. LOCAL

Suarez (2022), en su investigación titulada: El relave minero como agregado del concreto en el diseño de mezcla en F´C= 350 kg/cm² al 5%, 15%, 25 % en el centro poblado de Chicrin – 2021, tuvo como objetivo “determinar el comportamiento del concreto adicionándole el relave minero en el diseño de mezcla f’c =350 kg/cm², centro poblado de Chicrin. Los métodos de ensayos que se realizaron fue sacar el contenido de húmedo, granulometría de los materiales agregados, ensayos peso volumétrico, agregados grueso, agregado fino, densidad relativa relave según las especificaciones técnicas (ASTM C39), método A.C.I. Para elaborar el concreto f’c=350 kg/cm² se usó cemento, agregado grueso agua, agregado fino y relave minero elaborado en el laboratorio de la universidad de Huánuco. En el diseño de mezcla del concreto se le adicionó el relave el 5%,15%, 25%. Los días de curado del concreto fueron 1, 3, 7, 14,28 días. Ya cumpliendo los días se llevó las probetas un laboratorio donde se realizó las roturas correspondientes para obtener el resultado de la resistencia de las probetas de concreto. Los relaves mineros con el concreto dieron resultados favorables porque su trabajabilidad mantuvo en un nivel estimado, en base de los resultados que recomendó que se trabaje. Concluyendo que se puede incluir un biosólido en baja cantidad (5%) como material sustituyente del agregado fino (arena) para la elaboración de concreto”.

Flores (2022), en su investigación titulada: Diseño de concreto simple incorporado con material PET reciclado, para obtener una resistencia a la compresión fc=175 kg/cm², Provincia de Leoncio Prado – Huánuco 2020, buscó evaluar la “resistencia a la compresión del concreto endurecido incorporando el material Polietileno Tereftalato (PET)

reciclado con el fin de obtener una resistencia a la compresión de $f'c=175$ kg/cm², en Tingo María; para ello, se abarcó una población de 180 probetas cilíndricas de concreto, se partió elaborando cuatro diseños de mezclas 0%, 5%, 8% y 11% con incorporación de material PET para edades de curado de 7, 14 y 28 días. Los resultados de asentamiento para los cuatro diseños de mezcla fueron de 4.53" (11.50 cm), 4.55" (11.56 cm), 4.59" (11.65 cm) y 4.63" (11.75 cm) respectivamente, de esto se puede deducir que el diseño de 5% es el que mejor comportamiento presentó en su evaluación, ya que este valor se acerca más al diseño patrón, seguidamente se determinó los resultados de resistencia a la compresión, donde se pudo demostrar, que sí, se puede obtener concretos con buena resistencia a la compresión adicionando material PET, los valores resultantes son; para el diseño patrón 343.60 kg/cm², sin embargo, se observa que al incorporar PET, los valores de resistencia a la compresión decrecieron a 319.87 kg/cm², 317.33 kg/cm², y 316.20 kg/cm² respectivamente. Se concluye que el que presenta adición de 5 % PET es el mejor comparado con los demás, indicando también según la Norma Técnica Peruana (NTP) los concretos con valores mayores a $f'c=175$ kg/cm² son catalogados como concretos estructurales, esto corrobora que los valores de resistencia muestran que son concretos estructurales".

García (2022), en su investigación titulada: Comparación de la resistencia de compresión entre un adobe convencional y un adobe hecho con fibras de shapaja con agregados extraídos de Supte San Jorge – Tingo Maria – Huánuco – 2021, tuvo como objetivo "determinar la variación de las medias de la propiedad mecánica específicamente de la resistencia a la compresión de un conjunto de bloques de adobes hecho conforme lo mencionado en nuestra norma E-080 y un adobe hecho con fibras perteneciente al Shapaja, la muestra seleccionada ha sido de 60 bloques de adobe entre las cuales se ha considerado al bloque de adobe patrón y al bloque de adobe hecho a base de Shapaja en 1%, 3% y 7%. Los resultados obtenidos fueron de que los bloques de adobe compuestos por fibras perteneciente al shapaja en 1%, 3% y 7% mejora la resistencia

a la compresión en comparación al conjunto de bloques de adobes patrón realizados en función a nuestra norma E.080. con una contrastación según la prueba de *t Student* para muestras relacionadas ($t=-46.755$, $p=0.001<0.05$). En conclusión, los bloques de adobe elaborados con fibras perteneciente a la Shapaja mejoran la resistencia a la compresión en comparación con el conjunto de bloques de adobe hechos de conformidad con nuestra norma E080”.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

“La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto a la carga axial, generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado kg/cm^2 ” (Aguilar et al., 2009).

“La resistencia mecánica del concreto endurecido ha sido tradicionalmente la propiedad más identificada con su comportamiento como material de construcción. En términos generales, la resistencia mecánica, que potencialmente puede desarrollar el concreto, depende de la resistencia individual de los agregados y de la pasta de cemento endurecida, así como, de la adherencia que se produce en ambos materiales. La adquisición de la resistencia mecánica de la pasta de cemento conforme endurece es una consecuencia inmediata del proceso de hidratación de los granos de cemento” (Céspedes, 2003).

“La resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se puede diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascales (MPa) en unidades SI” (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2017).

2.2.2. CURADO DEL CONCRETO

“Consiste en el mantenimiento de contenidos de humedad en el concreto durante un periodo definido, en la medida que la reacción de hidratación se desarrolle y complete, influirá en la resistencia, durabilidad y en la densidad del concreto. Un curado deficiente o la falta total de curado pueden reducir la resistencia del concreto, dado que la pérdida de agua provocará que el concreto se contraiga, creando así esfuerzos de tensión, lo que podría tener como resultado agrietamientos superficiales” (Aguilar et al., 2009).

2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO

- Manejabilidad o trabajabilidad:

“Cantidad de trabajo interno útil y necesario para producir la compactación, debido a que la fricción interna es una propiedad intrínseca de la mezcla y no depende de un tipo o sistema particular de la construcción” (Sánchez de Guzmán, 2001). Contribuye a evitar la segregación y facilitar el manejo previo y durante su colocación en las cimbras.

- Permeabilidad:

“Es la propiedad del concreto que mide la velocidad de flujo de un fluido cuando pasa a través del concreto, depende de su relación agua/cemento, del tamaño máximo del agregado, el tiempo de curado y del tipo de cemento” (Bustamante, 2017).

- Exudación o sangrado:

“Es un tipo de segregación donde el agua de la mezcla tiende a elevarse a la superficie de una mezcla de concreto fresco. Este fenómeno es normal en tasas bajas, ya que al ser alta produce debilitamiento en la parte superior del concreto, mayor porosidad, fisuras de retracción, menor resistencia a la abrasión y al ataque de agentes agresivos del ambiente, y como consecuencia genera una disminución en la resistencia de la mezcla” (Reyes & Rodríguez, 2010).

- Durabilidad

“Según el comité 201 del ACI, la durabilidad del concreto se define como su resistencia a la acción del clima, a los ataques químicos, a la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. De tal manera que un concreto durable debe mantener su forma original, su calidad y sus propiedades de servicio al estar expuesto a su medio ambiente. Cabe resaltar que la durabilidad depende de las propiedades del concreto y las prácticas de colocación, no obstante, también es función de las condiciones ambientales que le rodean. Estas condiciones afectan la durabilidad del concreto y pueden ser de origen físico o químico. En su mayoría estos factores se presentan en combinación manifestándose en la aparición de manchas, eflorescencias o fisuras” (Niño, 2010).

En la tabla siguiente se resumen las características del concreto endurecido.

Tabla 1

Características del concreto endurecido

Características del concreto endurecido	Propiedades	Concepto	Factores que influyen
Características físico – químicas	Impermeabilidad	“Capacidad del concreto para impedir el paso del agua a través del mismo” (Sika, 2013)	“Finura del cemento Cantidad de agua Compacidad” (Pacheco, 2017)
	Durabilidad	“Habilidad para resistir la acción de la intemperie, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso, que produzcan deterioro del concreto” (IMCYC, 2000)	“Sales, Calor, Agente contaminante Humedad” (Pacheco, 2017)
	Resistencia térmica	“Es la capacidad del concreto para resistir los cambios de temperaturas” (Pacheco, 2017)	“Bajas temperaturas, Hielo / deshielo, Altas temperaturas >300 C” (Pacheco, 2017)
Características mecánicas	Resistencia a la compresión	“Es el esfuerzo máximo que puede soportar el concreto bajo una carga de aplastamiento” (IMCYC, 2006)	“Relación A/C, Edad del concreto, Contenido de aire, Contenido de Cemento, influencia de los agregados, Tamaño máximo Fraguado, Curado” (Pacheco, 2017)
	Resistencia a la flexión	“Es el esfuerzo máximo que puede soportar una viga a flexión antes de que se agriete” (Pacheco, 2017)	“Relación A/C Edad del concreto Contenido de aire Contenido de Cemento Influencia de los agregados Tamaño máximo Fraguado, Curado, Uso de aditivos (fibras)” (Pacheco, 2017)

Nota. Pacheco, 2017.

2.2.4. COMPONENTES DEL CONCRETO

- Cemento

En general, “se llaman conglomerantes hidráulicos aquellos productos que, amasados con el agua, fraguan y endurecen tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser estables en tales condiciones los compuestos resultantes de su hidratación. Los conglomerantes hidráulicos más importantes son los cementos” (Montoya, 2000).

“De acuerdo a las características y propiedades del cemento existen los siguientes tipos:

- Tipo I: Para uso general que no necesita propiedades especiales.
- Tipo II: Para uso general y especificaciones cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.
- Tipo III: Para ser usado cuando se requiere altas resistencias iniciales o en climas fríos por su elevado calor de hidratación.
- Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación” (Norma Técnica Peruana - NTP 334.009.2002).

Para fines del presente trabajo de investigación se usará el cemento portland de tipo I, dada que las condiciones climáticas serán controladas, al ser las acciones a desarrollarse de tipo experimental.

“La composición química del cemento Tipo I es la siguiente:

- Pérdida por Ignición: 0.0% máx.
- Residuo insoluble: 3.0% máx.
- Silicato Tricálcico, (C3S): 3.0% máx.
- Silicato Dicálcico, (C2S): 0.75% min” (Norma Técnica Peruana N.T.P 334.082).

Ahora bien, la N.T.P 334.082 también indica los requisitos físicos para el cemento de tipo I, los cuales se especifican en el siguiente cuadro:

Tabla 2*Requisitos físicos del cemento Tipo I*

Requisitos físicos	Cemento tipo I ASTM C - 1157 NTP 334.082
<u>Resistencia a la compresión</u>	<u>(kg/cm²)</u>
A los 3 días mínimo	100
A los 7 días mínimo	170
A los 28 días mínimo	200
<u>Tiempo de fraguado</u>	<u>Minutos</u>
Inicial, mínimo	46
Final, máximo	420
<u>Resistencia a los sulfatos</u>	<u>%</u>
% máximo de expansión	0.10 (6 meses)
Peso Específico	3.10 (gr/cm ³)

Nota. NTP 334.082

- **Agregados**

“Los agregados son un conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.037 y que conforma la fase discontinua del concreto, está embebido en la pasta y ocupa aproximadamente el 75 % de su volumen. Para que un agregado se considere de resistencia adecuada, debe estar constituido por partículas limpias, duras, resistentes, durables, que desarrollen buena adherencia con la pasta de cemento y ser capaz de desarrollar toda la resistencia propia del aglomerante” (Tacusi, 2016). Para la elaboración del concreto se utilizan dos tipos de agregado.

- **Agregado fino**

“Es arena natural extraída de los ríos, lagos, depósitos volcánicos o arenas artificiales, que han sido trituradas. Sus partículas deben de tener un tamaño menor a ¼ y no deben de tener más del 5% de arcillas o limos ni más del 1.5% de materia orgánica, características consideradas en la NTP 334082” (Cárdenas, 2018).

- Agregado Grueso

“Extraídos de rocas de cantera, triturados o procesados, piedra bola o canto rodado. No deben de tener más de 5% de arcillas o limos ni más de 1.5% de material orgánica. Es conveniente que su tamaño máximo sea igual a $\frac{1}{5}$ entre las paredes del encofrado, $\frac{3}{4}$ de la distancia libre de la armadura y $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa, características consideradas en la NTP 334.082. Para analizar si el agregado cumple con las cantidades y los parámetros que se deben de tener en consideración la NTP 400.12:2013.” (Cárdenas, 2018).

- Agua

“Componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. En caso de tener que usar en la dosificación del concreto, agua no potable o de calidad no comprobada, debe hacerse con ella cubos de mortero, que deben tener a los 7 y 28 días un 90% de la resistencia de los morteros que se preparen con agua potable” (Muro, 2019).

2.2.5. AGUAS RESIDUALES

“Son aquellas cuya composición natural se ha alterado por las actividades del hombre y que por minimizar el impacto que genera en el ambiente se requieren de un tratamiento previo, antes de ser reusadas o vertidas a un cuerpo natural de agua o las redes de alcantarillado” (OEFA, 2014).

- Orígenes, aspectos y componentes de las Aguas Residuales.

“Pueden ser originadas por: Desechos humanos y de animales, desperdicios orgánicos domésticos, corrientes pluviales, desechos industriales, infiltraciones de aguas subterráneas” (López, 2014).

“Es característico del agua residual presentar una coloración turbia, contener material sólido en suspensión, sustancias fecales, restos de alimentos, basura y otros residuos. Respecto a la composición biológica, las aguas residuales contienen una gran cantidad de microorganismos vivos de gran importancia para la degradación y la descomposición de la materia orgánica que se constituye básicamente de proteínas (40% al 60%), carbohidratos (25% al 50%), grasas y aceites (8% al 12%), urea y pequeñas cantidades de un gran número de moléculas orgánicas sintéticas, que de descargarse directamente a un cuerpo de agua, ocasionan efectos negativos en los ecosistemas” (León y Lucero, 2009).

Además, las aguas residuales se caracterizan por presentar olores desagradables, causados por los gases formados en el proceso de descomposición anaerobia.

- Clasificación de Aguas Residuales
 - a) “Aguas Residuales Domésticas: estas aguas se caracterizan por ser de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, materia orgánica, entre otros, generada de las diferentes actividades económicas que deberían ser dispuestas adecuadamente” (OEFA, 2014).
 - b) “Aguas residuales industriales: Se consideran así, a aquellas aguas que son el producto del uso de actividades mineras, agrícolas, energéticas, agroindustriales, durante todos sus procesos” (OEFA, 2014).
 - c) “Aguas Residuales municipales: Es la mezcla de las aguas residuales domésticas con aguas del drenaje de origen industrial, pero con un previo tratamiento, para luego ser emitidas en los sistemas de alcantarillado” (OEFA, 2014).

2.2.6. ESTÁNDARES PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

“Muchos países cuentan con regulación del reúso del agua residual tratada, que fueron realizados tomando como referente los estándares oficiales analizados en Estados Unidos en septiembre de 1990 y que

fueron presentados ante la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos” (United States Environmental Protection Agency, EPA), quienes recomiendan su reutilización en área de las siguientes categorías:

- Reutilización urbana: Riego de zonas de acceso del público, lavado de automóviles, inodoros, combate de incendios y otros.
- Reutilización agrícola: Riego superficial o por aspersión, de cualquier cultivo comestible que no se procese previo a su venta. Riego de pastos, forrajes, cultivos de fibras y semillas, y otros cultivos no alimenticios.
- Usos en la construcción: Compactación de suelos, control del polvo, lavado de materiales y producción de concreto.
- Usos industriales.
- Reutilización indirecta para agua potable, otros

“La reutilización de las aguas residuales en la industria de la construcción recomendada por la EPA, como se indica en párrafos precedentes, está orientado específicamente para ser utilizada en la compactación de suelos, control del polvo, lavado de materiales y la producción de concreto, debiendo alcanzarse un nivel de tratamiento secundario, el cual es usado para remover principalmente DBO_{5,20} y sólidos suspendidos. Los procesos biológicos comúnmente usados para ello son los de lodos activados, lechos percoladores, biofiltros y sistemas de lagunas, siendo la calidad del agua exigida por la EPA para esta reutilización la siguiente” (Dieguez, 2011):

- pH = 6 – 9.
- DBO_{5,20} = 30 mg/l.
- Sólidos suspendidos totales = 30 mg/l.
- E. coli = 200 organismos /100 ml.
- Cloro residual ≥ 1mg/l.

Sin embargo, a pesar de ser recomendada internacionalmente por una entidad de prestigio como es la EPA, la reutilización de aguas residuales en la industria de la construcción, esta es una de las áreas que menos reutiliza en países mayormente latinos.

En el marco legal nacional, no existe una regulación específica para el reúso del agua residual en la industria de la construcción, sin embargo, el “Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, son los entes reguladores de los límites máximos permisibles para la descarga de estos sistemas de alcantarillado y a cuerpos de aguas respectivamente” (MVCS, 2022).

Tabla 3

Valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado

Parámetro	Unidad	Simbología	VMA para descargas al sistema de alcantarillado
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/l	DBO	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	SST	500
Aceites y Grasas	mg/l	AG	100

Nota. Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA

Tabla 4

Límites máximos permisibles de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y Grasas	mg/l	20
Coliformes Termotolerables	NMP/100	10000
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	200
pH	unidad	6.5 - 8.5
Sólidos Suspendidos Totales	ml/l	150
Temperatura	°C	<35

Nota. Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

2.2.7. SISTEMAS DE AGUA RESIDUAL TRATADA

“Son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reúso” (SINIA, 2021).

“La complejidad del sistema de tratamiento está en función de los objetivos que se establezca para el efluente resultante, para lo cual existen niveles de tratamiento, que han sido clasificados como:

“Preliminar o pretratamiento: El objetivo es la retención de sólidos gruesos y sólidos finos con densidad mayor al agua y arenas, con el fin de facilitar el tratamiento posterior.

Tratamiento primario: Permite remover material en suspensión, excepto material coloidal o sustancias disueltas presentes en el agua, permite quitar entre el 60 a 70% de sólidos suspendidos totales y hasta un 30% de la DBO.

Tratamiento secundario: Es la inclusión de procesos biológicos en los que predominan las reacciones bioquímicas, generadas por microorganismos que logran eficientes resultados en la remoción de entre el 50% y el 95% de la DBO. Los sistemas más empleados son biofiltros, lodos activados, lagunas de estabilización.”

- Tratamiento terciario o avanzado: Tiene como objetivo lograr fundamentalmente la remoción de nutrientes como nitrógeno y fósforo” (SINIA, 2021).

2.2.8. SISTEMA TOHÁ O LOMBRIFILTRO

Para la presente investigación se ha seleccionado el sistema de tratamiento biológico desarrollado por el Dr. José Tohá, en el año 1992, denominado Sistema Tohá o Lombrifiltro (Manrique y Piñeros, 2016).

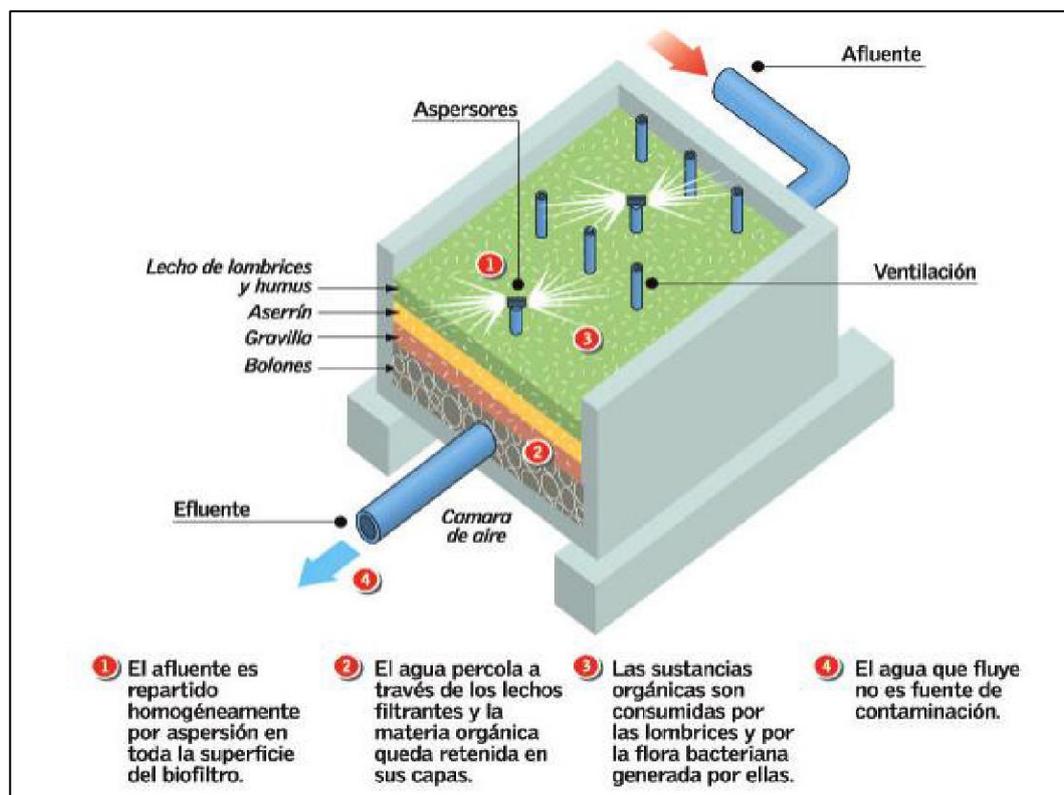
El sistema Tohá o Lombrifiltro es un sistema de tratamiento de diferentes etapas, que no genera lodos al ser consumida la materia orgánica por lombrices, además no requiere el uso de insumos químicos.

“Muestra una alta eficiencia en la eliminación de los parámetros contaminantes del agua, el efluente resultante presenta una disminución del 99% de los coliformes totales, 95% de la DBO5; 95% de los sólidos totales; 93% de los sólidos suspendidos volátiles; y 60% a 80% del nitrógeno y 60% a 70% del fósforo. Además, los costos de inversión y operación son bajos, con respecto a otros tratamientos tradicionales de aguas residuales” (Manrique y Piñeros, 2016).

“A diferencia de los sistemas tradicionales, en el biofiltro, el sustrato es proporcionado por las aguas residuales que percolan a través de un medio filtrante, donde se encuentran las lombrices (Salazar, 2005) y, comúnmente en orden descendente por los siguientes estratos; humus, aserrín y/o viruta, gravilla y bolones, además posee un doble fondo, ductos de ventilación y un sistema de aspersión para la distribución del agua” (InduAmbiente, 2013).

Figura 1

Corte esquemático del biofiltro Tohá



Nota. Guzmán, 2004.

“El tratamiento biológico que se realiza en el biofiltro tiene el carácter de tratamiento de tipo aeróbico, dado que la acción de la *Eisenia foetida*

ayuda a mantener la permeabilidad del lecho impidiendo la colmatación de éste, debido a que las lombrices consumen el material orgánico retenido en el filtro integrándose al suelo en forma de humus, cuya estructura granular de éste aumenta en forma progresiva la porosidad del medio filtrante, facilitando la oxigenación, producto de las constantes excavaciones que realiza en el terreno, en forma de túneles y canales, a través de los movimientos migratorios de ésta, provocando un alto índice de absorción del biofiltro, lo que conlleva a la no producción de olores desagradables y consecuentemente evita la proliferación de vectores como moscas y otros” (AVF Ingeniería Ambiental, 2003).

El sistema logra los siguientes parámetros de eficiencia:

Tabla 5

Parámetros de eficiencia del sistema Tohá

Parámetros	Eficiencia
Coliformes fecales	99%
DBO5	95%
Sólidos totales	95%
Sólidos suspendidos	93%
Nitrógeno total	60% a 80%
Aceites y grasas	80%
Fósforo total	60% a 70%

Nota. Manrique y Piñeros, 2016.

Respecto a otros indicadores, “alcanza los siguientes niveles de remoción de contaminantes: 95% de la DBO, 93% de los sólidos suspendidos volátiles” (Salazar, 2005).

2.2.9. USO DE *EISENIA FOÉTIDA* EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

“La lombriz roja californiana es de origen Euroasiático, forma parte del grupo de los anélidos hasta la actualidad se han identificado 8000 especies de lombrices de las cuales 3 especies son domesticables y entre

ellas se encuentra la *Eisenia foétida* siendo la de mayor adaptabilidad a diversos sustratos, variaciones de temperatura, variabilidad de pH, humedad” (Compagnoni & Ptzolu, 1998).

“Estas lombrices, se caracterizan por consumir la materia orgánica de los afluentes residuales transformándola por oxidación en anhídrido carbónico y agua, para lo cual necesitan condiciones adecuadas de temperatura siendo la ideal entre 15 a 24 °C, una humedad entre 70 a 80 %, un pH entre 6.0 a 8.0, una conductividad eléctrica de 3.0 mmhos/cm y un porcentaje de proteínas entre 7.5 a 13%” (Manrique y Piñeros, 2016).

“Las lombrices son voraces degradando la materia orgánica presente en el agua residual y que será su fuente de alimento para generar energía que usará en sus procesos metabólicos, pasando una fracción a formar parte de su masa corporal. Producto de la digestión de las lombrices, a través de sus deyecciones, se genera el denominado humus de lombriz, que es “una sustancia que resulta de la excreción de las lombrices, siendo que el 60% del alimento ingerido por la lombriz es transformado en humus y este es un abono orgánico que tiene abundante flora bacteriana, ausente de malos olores y rico en, N, P, K, Ca y Mg”, el cual cada cierto tiempo puede extraerse y ser utilizado como abono orgánico para el suelo” (Mejía, 2006).

2.2.10. IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

El agua es uno de los componentes esenciales en las mezclas de concreto, “la relación entre el agua y cemento es de mucha importancia en esta formación, no solo para que se dé la unión de materiales, sino también para que el concreto se encamine a conseguir la resistencia y durabilidad en el tiempo para el cual fue diseñado. El concreto necesita una cantidad de agua por determinada cantidad de cemento para que se produzca la reacción química que hará que se endurezca, siendo uno de los parámetros más importantes de la tecnología del concreto” (Muro, 2019). Dentro de la elaboración de un concreto existe dos clasificaciones

para el agua; la de mezclado y la de curado, siendo las definiciones de estas las siguientes:

- Agua de Mezclado

“Es la cantidad de agua que requiere el concreto por unidad de volumen para que se hidraten las partículas del cemento y para proporcionar las condiciones de manejabilidad adecuada que permitan la aplicación y el acabado del mismo en el lugar de la colocación en estado fresco” (Bauzán, 2010).

- Agua de Curado.

“Es la cantidad de agua adicional que requiere el concreto una vez endurecido a fin de que alcance los niveles de resistencia para los cuales fue diseñado” (Bauzán, 2010).

- Funciones del Agua en el Concreto.

“El agua reacciona con el cemento para hidratarlo, funciona como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto y procura la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse” (Bauzán, 2010).

2.2.11. CALIDAD DEL AGUA PARA MEZCLADO

“El requisito de calidad para el agua de mezclado no tiene ninguna relación con el aspecto bacteriológico, básicamente se refiere a las características fisicoquímicas y sus efectos que podría tener en las propiedades del concreto. Normalmente se recomienda agua potable para la mezcla de concreto, pero aún dentro de esta pueden existir componentes que pueden afectar al concreto” (Vázquez, 2001). Sin embargo, no existe un “consenso general en cuanto a las limitaciones que deben imponerse a las sustancias e impurezas cuya presencia es relativamente frecuente, como puede ser el caso de algunas sales inorgánicas (cloruros, sulfatos), sólidos en suspensión, materia orgánica, dióxido de carbono disuelto, etc. En lo que sí parece haber acuerdo es en que no debe tolerarse la presencia de sustancias como grasas, aceites, azúcares y ácidos” (IMCYC, 2001).

Sin embargo, como referente, se presentan los valores establecidos en normas técnicas nacional e internacional:

- Norma Técnica Peruana NTP 339.088, elaborada por el comité técnico de normalización de agregados, hormigón (concreto), hormigón armado y hormigón prensado respecto, que establece los requisitos de composición de y performance para el agua utilizado como agua de mezcla en la producción de concreto, mostrándose estos en las siguientes tablas:

Tabla 6

Requisitos de performance de concreto para el agua de mezcla

Ensayo	Límites	Métodos de ensayo
Resistencia a la compresión, mínimo % de control a 7 días	90	NTP 339.033 NTP 339.034
Tiempo de fraguado, desviación respecto al control, hora: minutos	De 1:00 más temprano a 1:30 más tarde	NTP 339.082

Tabla 7

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm Máximo
Sulfatos (ion SO ₄)	600 ppm Máximo
Cloruros (ion Cl ⁻)	1000 ppm Máximo
pH	5 a 8 ppm Máximo

Nota. Torres y Cachay, 2004.

- Norma Mercosur NM 137:97, realizada en Brasil y forma parte de los Organismos de Normalización de los países integrados

del MERCOSUR, en la cual se establecen parámetros del agua para la preparación de morteros y concreto de cemento Portland, siendo requisitos físicos:

- Determinación de tiempos de fraguado: No puede diferir en más de 30 min entre el agua potable y el agua que se desea utilizar.
- Ensayos a compresión: No puede diferir en más de 10% entre las muestras realizadas con el agua potable y el agua de estudio, los cuales se deben ensayar a los 7 y 28 días.

Tabla 8

Límites adecuados para los parámetros presentes en el agua para mezclado de concreto

Parámetro	Límites	
	Mínimo	Máximo
Residuos Sólidos (mg/l)	--	5000
pH	5.5	9
Hierro (mg/l)	--	1
Sulfatos (mg/l)	--	2000
Cloruro (mg/l)	Concreto simple	2000
	Concreto armado	700
	Concreto pretensado	500

Nota. norma MERCOSUR NM 137:97.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Para interpretar el contenido del presente tema, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones relacionadas al tratamiento de aguas residuales con lombrices y su aplicación al diseño de mezclas.

Aguas Residuales: “Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado” (OEFA, 2014).

Agregado Grueso: “Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas” (NTE E060, 2011)

Agregado Fino: “Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8)” (NTE E060, 2011).

Arena: “Es el agregado fino proveniente de la desagregación natural de las rocas” (NTE E060, 2011).

Asentamiento: “Medida de la consistencia del mortero o hormigón (concreto) fresco expresada por el descenso de una masa plástica representativa del pastón, al quedar libre del soporte metálico en que fue moldeado” (NTP 334001, 2001).

Biofiltro: “Módulo con muros externos, de largo 101.9 m por ancho de 25.8 m y muros internos divisorios a cada 10 m aproximadamente” (Rodríguez, 2014).

Concreto Fresco: “El concreto recién mezclado se encuentra en estado fluido (plástico y moldeable) en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento para ser depositado en una formaleta y/o sitio permanente” (Wagner, 2014).

Calidad de Agua: “Atributos que presenta el agua de tal manera que reúna los criterios de aceptabilidad para diversos usos” (Chávez, 2011).

Cemento Portland: “Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio” (NTE E060, 2011).

Curado del concreto: “El curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de hidratación del cemento. Este factor aumenta o disminuye la resistencia del concreto de acuerdo a la intensidad del secamiento con que se efectúe el proceso de fraguado” (Sánchez de Guzmán, 2001).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): “Cantidad de oxígeno utilizada durante la descomposición de la materia orgánica biodegradable. La DBO nos permite determinar la fracción biodegradable de la materia orgánica presente en una muestra y además nos sirve como indicador de la comida disponible para el sistema biológico, carga orgánica” (Ramalho, 1996).

Demanda química de oxígeno (DQO): “Cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de Dicromato de Potasio, en una solución de Ácido Sulfúrico y convertirla en dióxido de carbono y agua, en consecuencia, la DQO representaría la cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar químicamente una muestra” (Ramalho,1996).

Efluente: “Líquido que sale de un proceso de tratamiento” (NTE OS090, 2015).

Fraguado: “Condición alcanzada por una pasta, mortero o hormigón (concreto) de cemento cuando éste ha perdido plasticidad a un grado arbitrario, generalmente medido en términos de resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidez; fraguado final se refiere a la adquisición de una rigidez significativa” (NTP 334001, 2001).

Grava: “Agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de los materiales pétreos. Se encuentra comúnmente en canteras y lechos de ríos” (NTE E060, 2011).

Probetas: “Muestras para ensayos de forma cilíndrica con una relación de dos veces la altura con relación a la base” (ASTM-C39M, 2017).

Peso unitario: “Puede ser definido como el peso de un volumen determinado. El peso unitario, mide el volumen que el agregado ocupará dentro del concreto e incluye ambos, a las partículas sólidas y a los espacios vacíos que quedan entre ellas” (Céspedes, 2003).

Resistencia a la compresión del concreto ($f'c$): “El ensayo se hace preparando un mortero hecho de una parte de cemento y 2,75 partes de agregados naturales, normalizada para el ensayo” (Rivera, 1992).

Tiempo de fraguado: “Fraguado se refiere al paso de la mezcla del estado fluido o plástico al estado sólido” (Rivera, 1992).

Trabajabilidad: “La manejabilidad es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que este puede ser: mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin que pierda su homogeneidad, exude o se segregue” (Rivera, 1992).

2.4. HIPÓTESIS

- El uso del agua residual tratada mediante un lombrifiltro influye de manera favorable en la resistencia a la compresión y peso unitario del concreto.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLES DEPENDIENTES

X: Resistencia mecánica a la compresión del concreto.

La resistencia a compresión se puede definir como el esfuerzo máximo que presentan los especímenes de concreto a la compresión sin romperse. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm^2), Mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg^2 o psi).

2.5.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

Y: Agua residual tratada con un lombrifiltro.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 9

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	DIMENSIÓN
<u>Variable Independiente:</u> Agua residual tratada con lombrifiltro	“Es un biofiltro cuyos principales degradadores de la materia orgánica son las lombrices, donde ingresa toda el agua residual para su posterior tratamiento” (Ramón, León, & Castillo, 2015).	Físicos	pH
<u>Variable Dependiente:</u> La resistencia mecánica a la compresión del concreto	“Es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo” (Comité ACI 214, 1976).	Resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días Peso específico del concreto	kg/cm^2 Mega Pascal (MPa) kg/m^3

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación utilizado corresponde a un Prospectivo Experimental de corte longitudinal.

3.1.1. ENFOQUE

La presente investigación se clasifica como una investigación cuantitativa, es decir, “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, 2017).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Este proyecto está enfocado a la investigación de tipo EXPLICATIVO, porque “pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian” (Hernández, 2017), es decir, se busca demostrar si el agua residual tratada influye en las propiedades y características del concreto de fenómeno que se analiza.

3.1.3. DISEÑO

Corresponde a un diseño EXPERIMENTAL, porque se pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula (Hernández, 2017).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Estará constituida por 42 probetas de concreto, 21 elaboradas con agua residual tratada y 21 con agua potable (muestra patrón), la cantidad de población seleccionada se realizó a conveniencia y considerando la cantidad usada en los trabajos investigativos de los antecedentes más afines al presente, los cuales se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 10*Resumen de las probetas utilizadas en los trabajos detallados en los antecedentes*

Estudio	Probetas de concreto elaboradas con agua potable	Probetas de concreto elaboradas con agua residual	Total
“Sustitución del recurso agua potable en la fabricación del concreto por agua residual tratada en lima norte” (Cárdenas, 2018)	24	48	72
“Evaluación de la resistencia a la compresión de especímenes de concreto simple elaborados a partir de agua potable y aguas residuales tratadas de tipo doméstico e industrial” (Gomez, 2020).	21	21	42
“Resistencia a la compresión del concreto elaborado con agua residual tratada proveniente de la PTAR del distrito de la encañada – Cajamarca – 2018” (Pinedo, 2018)	18	18	36
Análisis a conveniencia	21	21	42

3.2.2. MUESTRA

“La muestra es de **tipo probabilístico estratificada** ya que la población se divide en segmentos y se selecciona una muestra determinada para cada segmento” (Hernández, 2017).

Se seleccionarán 7 probetas de las 21 elaboradas con agua residual tratada y 7 probetas de las 21 elaboradas con agua potable (muestra patrón) para cada edad del concreto (7, 14 y 28 días).

Tabla 11*Probetas a utilizar en el presente trabajo*

Muestra	Ensayo a compresión a edades (días)			Total
	7	14	28	
Agua potable	7	7	7	21
Agua residual tratada	7	7	7	21
Total de probetas				42

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica de recolección de datos aplicada en la investigación, se realizó mediante la **observación**, “método que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables” (Hernández, 2017).

Tabla 12*Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos*

Técnica	Instrumentos	Procedimientos para la recolección de datos
Observación	“Conjunto de instrumentos para la realización de ensayos y fichas de recolección de datos”.	Recolección de datos mediante ensayos en concreto fresco: <ul style="list-style-type: none"> •NTP 339.035: “Método de ensayo para la medición de asentamiento del concreto con el cono de Abrams”. •NTP 339.082: “Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado”. •NTP 339.187: “Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto endurecido”. •NTP 339.183: “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio”.
		Recolección de datos mediante ensayos en concreto endurecido. <ul style="list-style-type: none"> •NTP 339.034: “Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto”.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento y análisis de los datos, a fin de evaluar la influencia del agua residual tratada mediante el uso de un lombrifiltro en la resistencia mecánica del concreto, se siguieron los siguientes procedimientos.

3.4.1. OBTENCIÓN DE AGUA RESIDUAL TRATADA

- Diseño y construcción del biofiltro tohá (lombrifiltro)

Para construir el sistema Tohá (lombrifiltro), se utilizó un balde de almacén de 20 litros, con el que se alimentó 01 estanque de vidrio de las siguientes dimensiones: 75 cm de profundidad, 50 cm de ancho y 75 cm de largo, el volumen de estanques fue de 281.25 litros (0.28125m^3), además, se instalaron líneas de conducción con tubo de PVC.

Figura 2

Primera capa del lombrifiltro que está conformado de bolonería.



Con el propósito de que sirva de lecho para la lombriz *Eisenia foetida*, se conformaron capas con 15 cm de bolones en la base, 10 cm de grava, 15 cm de grava más pequeña, lavadas con agua previamente, seguido de 10 cm de aserrín, 15 cm de tierra con compost y una capa de hojas para mantener la humedad.

Figura 3

Lombrifiltro terminado con sus cuatro capas (bolonería, gravilla, viruta y humus)



- Recolección de muestra de agua residual

La recolección de la muestra de agua residual se hizo de un efluente de desagüe que desemboca en el río Huallaga, el mismo se encuentra ubicado en las coordenadas S 9°55' W 76°14'13''.

Figura 4

Recolección de muestra de agua residual



- Adaptación de *Eisenia foétida* al lecho del biofiltro tohá

Es necesario que las lombrices se adapten al consumo de agua residual, por lo que fue necesario alimentarlas con humus y cantidades graduales de agua residual.

Figura 5

Lombrices rojas californianas



- Tratamiento biológico para la obtención de agua residual tratada

Una vez adaptadas las lombrices se puso en funcionamiento el sistema, se obtuvo 0.5 litros diarios de agua residual tratada.

Figura 6

Medición de temperatura y pH



3.4.2. PREPARACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

“Obtenida el agua residual tratada, se procedió a realizar los ensayos en agregado y en el concreto en estado fresco para asegurar que cumplan con las características necesarias para la elaboración de las probetas de concreto” (Cárdenas, 2018).

“Asegurada las características de los insumos y la mezcla, se elaboró 7 probetas de concreto usando agua residual tratada y 7 probetas usando agua potable, los ensayos de resistencia se realizaron a los 7 día, a los 14 días y a los 28 días, siguiendo los procedimientos y técnicas establecidas en las Normas Técnicas Peruanas” (Cárdenas, 2018).

En este contexto, se detallan los procedimientos de los ensayos que llevaron a la obtención de las probetas:

3.4.3. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

“Para este ensayo se requiere; agregado fino 1000 gr., tamices N° 4, N° 8, N° 16, N°30, N° 50 y N° 100, zarandas, cuarteadora para agregados, balanza de 0.1 gr de precisión, recipientes metálicos para peso de muestras, brocha” (Cárdenas, 2018).

“El procedimiento consiste en la obtención de una muestra representativa del agregado, usando cuarteadora, luego se seca la muestra en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, para pesarla con una aproximación al 0.1 % en masa. Secada la muestra, usando los tamices de diversos tamaños de forma decreciente, con la ayuda de la máquina vibradora se tamiza la muestra por un tiempo entre uno y dos minutos, para posteriormente pesar el material retenido” (Cárdenas, 2018).

3.4.4. ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

“Este ensayo permite determinar la mayor o menor cantidad de agua que posee el agregado fino en su superficie. Para el procedimiento se requieren 0.5 kg de agregado fino, cuarteadoras, lampas, horno y balanza electrónica. Se pesa la muestra para colocarla en el horno en estado natural, revolviendo para evitar un sobrecalentamiento localizado, ello a

una temperatura de 110 ° C +- 5 °C hasta conseguir un peso constante, se deja al aire por el intervalo de una hora y luego se pesa la muestra totalmente seca para realizar el siguiente cálculo según la ecuación: $H (\%) = (W_h - W_s) / W_s * 100$ de donde se obtiene el porcentaje de humedad” (Cárdenas, 2018).

3.4.5. ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO

“Para realizar este procedimiento se requiere 500gr. de agregado fino, lampas, recipientes metálicos, balanza electrónica de 0.1gr de precisión, fiola de 500 ml de capacidad, pipetas, horno con capacidad de mantener temperaturas entre 110 +- 5°C, hornilla o secador eléctrico, cono, pisón y pliegos de plástico transparente” (Cárdenas, 2018).

“Con la muestra obtenida por cuarteo, se debe saturar a mayor de 1000 gr por 24 +- 4 horas en un balde de tamaño mediano, para luego retirar del agua y dejarla secar al ambiente sobre un pliego de plástico durante 24 horas, usando una hornilla eléctrica. Luego, seleccionar 500 gr de muestra saturada superficialmente seca, pesar la fiola (picnómetro) e introducir la muestra en estado S.S.S., llenarla con agua a un nivel que se encuentre por encima del material, agitar el recipiente para evitar la presencia de burbujas de aire, para poder llenar la fiola con agua hasta los 500ml y determinar el peso total” (Cárdenas, 2018).

“Realizado lo anterior, es necesario vaciar el material en un recipiente y dejar reposar por 15 a 20 minutos, eliminando el agua del recipiente usando una pipeta, teniendo cuidado de no retirar las partículas finas del material para secar el agregado en el horno por un periodo de 24 horas y finalmente dejar enfriar a temperatura ambiente durante una hora y registrar su peso, con la finalidad de obtener los valores de absorción y los pesos específicos con la ecuación siguiente” (Cárdenas, 2018):

*P.E. Masa= Peso de la arena secada al horno/ (Volumen del frasco-
Peso del agua)*

P.E. Masa sss= 500 / (Volumen del frasco – Peso del agua)

*P.E. Aparente = D/ (Volumen del frasco- Peso del agua) – (500 –
Peso de la arena Secada al horno).*

3.4.6. ELABORACIÓN DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO

“El concreto se preparó de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.183 Elaboración y curado de especímenes de concretos hechos en el Laboratorio” (Cárdenas, 2018).

“El concreto en principio se encuentra en estado fresco, que es similar a un plástico moldeable, las propiedades del concreto en este estado nos brindan información sobre el peso unitario, asentamiento, exudación y temperatura, propiedades que dependen del tipo de materiales a utilizar” (Cárdenas, 2018).

3.4.7. ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO

“Se requiere de balanza con una precisión del 0.1 % de peso de la muestra que se va a ensayar, barra de acero de 16mm de diámetro y 600 mm de largo, con una superficie lisa y un extremo redondeado, recipiente cilíndrico de acero, martillo de goma, cuchara metálica y badilejo” (Cárdenas, 2018).

“Se inicia, por selección el recipiente de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso usado en la mezcla, el cual debe ser pesado con una precisión de 0.01 Kg., para lograr una mayor precisión se suele llenar el recipiente con agua y colocar una placa de vidrio en la parte superior para asegurar el volumen, dado que debe ser registrado con una precisión de 0.01L para lo cual se debe llenar la tercera parte del recipiente comenzando por el perímetro interior del molde para un mejor acomodo de las partículas” (Cárdenas, 2018).

Posteriormente, “con ayuda de la varilla de 5/8 pulgadas se compacta la primera capa con 25 golpes distribuidos progresivamente en forma de espiral, intentando no golpear el fondo del recipiente para luego llenar la siguiente capa hasta las 2/3 partes del volumen del recipiente y compactar de manera análoga, colocando la última capa excediendo el volumen del recipiente y enrasando su superficie. Al compactar las dos últimas capas la barra deberá penetrar hasta un máximo de 5cm de la capa anterior, después de llenar cada capa se darán tres golpes con el martillo de caucho en cada uno de los cuadrantes de la sección y a la

altura correspondiente a cada capa, alisar la superficie superior con la varilla de acero, limpiar el concreto adherido a los bordes y paredes exteriores del recipiente. Se aplica la siguiente ecuación:

$$P.U. = (Mc - Mm) / Vm$$

Donde:

Mc = Peso del recipiente lleno de concreto, en Kg.

Mm = Peso del recipiente, en Kg.

Vm = Volumen del recipiente, en m³.

Finalmente, registrar el peso del recipiente con su contenido considerando una precisión de 0.01 Kg” (Cárdenas, 2018).

3.4.8. ENSAYO DE ASENTAMIENTO

“Para el asentamiento o SLUMP, en el Perú rige la NTP 339.035 y el ensayo se denomina: Método para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams, que permite calcular una aproximación numérica de la consistencia del concreto, es decir, su capacidad para adaptarse a los moldes, que también se puede interpretar como un indicador de su trabajabilidad. Frecuentemente, en obra, esta prueba se realiza durante la descarga del concreto, dentro de los cinco minutos siguientes de haber obtenido una muestra representativa del mismo” (Cárdenas, 2018).

“Esta prueba suele ser un condicionante de aprobación o negativa del concreto fresco, diferenciándose en ella 3 tipos de asentamientos característicos; normal cuando es una mezcla con una cantidad correcta de agua, que indica que el concreto no sufrió grandes deformaciones, continúan unidos al cemento que los liga, el corte suele producirse por un exceso de agua, la pasta pierde su poder aglutinante produciendo asentamiento mayor y reduciendo el coeficiente de rozamiento y Desplomado, cuando el concreto tiene mucha cantidad de agua y es pobre en arena, en lugar de asiento se produce rotura por derrumbamiento y algunas veces por corte” (Cárdenas, 2018).

“Lo materiales necesarios para el ensayo es una barra de acero de 16 mm (5/8 pulgadas) de diámetro y 600 mm (24 pulgadas) de largo, con una superficie lisa y un extremo en forma de punta semiesférica, cuchara metálica, wincha y un cono de Abrams” (Cárdenas, 2018).

“El procedimiento comprende humedecer el interior del molde, colocar el cono de Abrams sobre una superficie plana no absorbente (plancha de metal) y pisar firmemente las aletas, para colocar un accesorio en la parte superior, a fin de evitar la pérdida innecesaria de la mezcla durante el llenado de cono y luego llenar un tercio del volumen del cono (aproximadamente 67mm de altura) con la muestra de concreto, compactado esta primera capa con 25 golpes en forma de espiral, inclinando un poco la barra y dando la mitad de los golpes alrededor del perímetro, llenando el cono hasta las 2/3 de su volumen total (la mitad de la altura). Luego compactar también una segunda capa con 25 golpes distribuidos en forma de espiral procurando penetrar ligeramente la capa anterior, llenar una última capa en exceso y compactarla de la misma forma, enrasando la superficie del cono utilizando la varilla de acero o un badilejo, retirando el accesorio de la parte superior y devolviendo el material retenido a la carretilla para levantar posteriormente de forma cuidadosa el cono en dirección vertical, en un tiempo de 5 a 10 segundos evitando movimientos laterales” (Cárdenas, 2018).

“El tiempo transcurrido desde el llenado de la mezcla hasta la remoción del molde no deberá ser mayor a 2 minutos, después de lo cual se debe retirar el cono a un lado de mezcla en forma invertida, para colocar la varilla de acero horizontalmente sobre la base mayor del cono y usando una huincha que permite medir la diferencia de la parte inferior de la varilla y centro original del cono deformado y finalmente registrar esta medida como asentamiento de la mezcla” (Cárdenas, 2018).

3.4.9. ENSAYO DE EXUDACIÓN

“Este ensayo está normado por la N.T.P N° 339.077 (Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón), se requiere de una balanza

sensible al 0,1 % del peso de la muestra que se va a ensayar, una barra de acero de 16mm de diámetro y 600mm de largo, con una superficie lisa y un extremo en forma de punta semiesférica, un recipiente cilíndrico de metal, un martillo de goma, una cuchara metálica, una pipeta y una probeta graduada. Solo se debe usar muestras cuyo agregado grueso no sea mayor a 50mm, sino se debe tamizar” (Cárdenas, 2018).

“El procedimiento inicia por llenar el recipiente hasta una altura de $254\text{mm} \pm 3\text{mm}$., luego alisar la superficie, registrando la hora de inicio del ensayo, el peso del recipiente con su contenido y la temperatura del ambiente (18 y 24°C), colocar el recipiente sobre una superficie plana cubriendo el recipiente, a fin de evitar la evaporación del agua de exudación, para después utilizando una pipeta se retire el agua acumulada sobre la superficie en intervalos de 10 minutos y depositándola en una probeta graduada registrando su peso después de cada transferencia. De las primeras 4 mediciones se retira el agua en intervalos de 30 min hasta que cese la exudación. Finalmente, se calcula el volumen del agua de exudación por unidad de superficie V a partir de la siguiente expresión:

$$V=V_e/A$$

Donde: V_e = Volumen del agua(cm^3) de exudación durante un determinado intervalo. A = Área de la sección de concreto, en cm^2 .

Calcular la cantidad de agua de exudación E a partir de las siguientes expresiones:

$$C=(w/W) \times S \qquad E=(D/E) \times 100$$

Donde: C = Peso del agua en la muestra de ensayo, en gr. W = Peso total de la tanda de mezcla. w = Cantidad de agua usada en la mezcla (sin considerar aquella absorbida por los agregados). s = Peso de la mezcla contenida en el recipiente. D = Peso total del agua de exudación, en gr.

Expresada como porcentaje del agua de mezclado contenido en el recipiente” (Cárdenas, 2018).

3.4.10. ENSAYO DE TEMPERATURA

“Está regulada por la norma ASTM C- 1064, que indica la manera de medir la temperatura del concreto es con un termómetro de 0.5 °C de precisión y que el tiempo que esté introducido en la mezcla sea de 2 minutos como mínimo y 5 minutos como máximo” (Cárdenas, 2018).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

A continuación, se presentan los cálculos y resultados obtenidos de los ensayos, aplicando las ecuaciones correspondientes y con los datos recopilados en laboratorio para cada etapa de la elaboración del concreto.

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. AGREGADO GRUESO Y FINO

4.1.1.1. RESULTADOS ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

Se realizó el ensayo de granulometría a 2 muestras; una de agregado grueso y otra de agregado fino, de las cuales se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 13

Granulometría del agregado grueso

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	1518.60	31.68	31.68	68.32
3/8"	9.525	1010.10	21.07	52.75	47.25
1/4"	6.35	1025.90	21.40	74.15	25.85
N° 4	4.76	639.40	13.34	87.48	12.52
N° 8	2.6	599.10	12.50	99.98	0.02
N° 10	2	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 20	0.85	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 30	0.6	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 40	0.425	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 50	0.3	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 60	0.25	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 80	0.18	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.98	0.02
N° 200	0.074	0.00	0.00	99.98	0.02
Cazoleta	0	0.90	0.02	100.00	0.00
Total		4794.00	100.00		

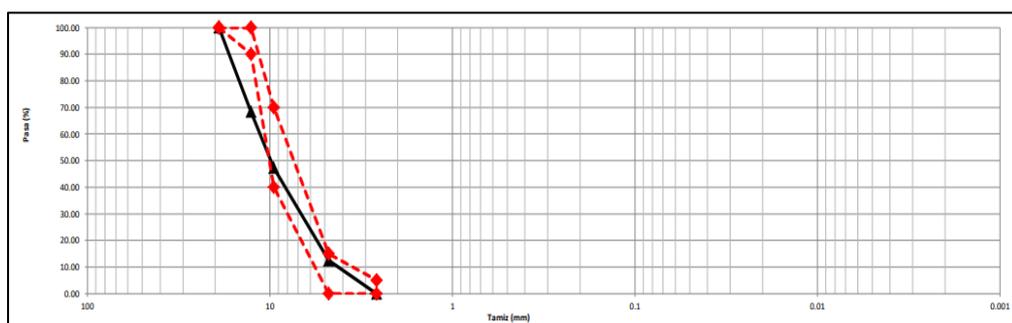
Nota: Protocolo de la granulometría del agregado grueso.

La muestra de agregado grueso tuvo un peso total de 4794.0 Gr., de la cual su muestra húmeda inicial fue de 2382.20 Gr. y seca de 2377.60 Gr. Como se observa en la tabla, se obtuvo un material granular equivalente al 99.98 % de la muestra.

Clasificación AAHSTO como material granular excelente a bueno, como subgrado. A-1-a (1), fragmentos de roca, grava y arena.

Figura 7

Estadística de la granulometría del agregado grueso



De la muestra de agregado fino se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 14

Granulometría del agregado fino

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	119.70	4.03	4.03	95.97
N° 8	2.6	256.10	8.62	12.65	87.35
N° 10	2	71.20	2.40	15.04	84.96
N° 16	1.18	335.40	11.29	26.33	73.67
N° 20	0.85	347.10	11.68	38.02	61.98
N° 30	0.6	426.90	14.37	52.38	47.62
N° 40	0.425	333.10	11.21	63.60	36.40
N° 50	0.3	352.10	11.85	75.45	24.55
N° 60	0.25	120.50	4.06	79.50	20.50
N° 80	0.18	104.60	3.52	83.02	16.98
N° 100	0.15	79.20	2.67	85.69	14.31
N° 200	0.074	91.70	3.09	88.78	11.22
Cazoleta	0	333.50	11.22	100.00	0.00
Total		2971.10	100.00		

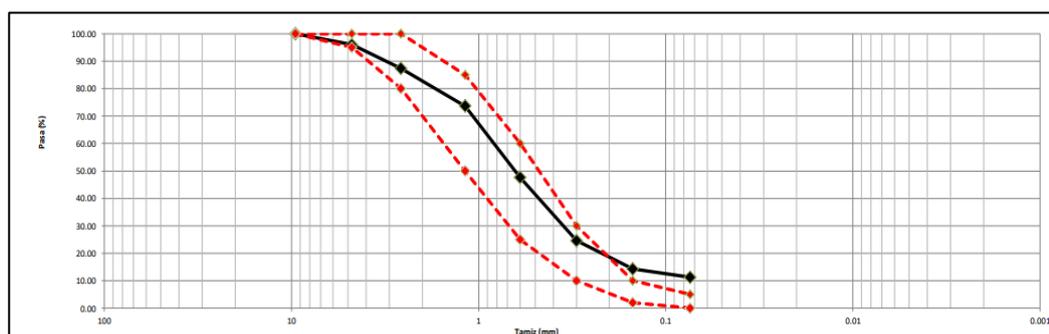
Nota: Protocolo de la granulometría del agregado fino.

La muestra de agregado fino tuvo un peso total de 2971.1 Gr., de la cual su muestra húmeda inicial fue de 1633.60 Gr y seca de 1560.70 Gr., con un porcentaje de humedad de 4.67 %. Como se observa en la tabla, se obtuvo un material granular equivalente al 88.78 % de la muestra.

Clasificación AAHSTO como material granular excelente a bueno, como subgrado. A-1-b (1), fragmentos de roca, grava y arena.

Figura 8

Representación de la granulometría del agregado fino



4.1.1.2. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

Tabla 15

Contenido de humedad agregado fino

Muestra	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Suelo Húmedo + Envase	500.00	500.00	500.00	500.00
Suelo Seco + Envase	478.20	480.30	479.10	481.40
Peso de Envase	33.10	33.50	33.10	33.70
Peso de Agua	21.80	19.70	20.90	18.60
Peso del Suelo Seco	445.06	446.78	445.96	447.75
Humedad %	4.90%	4.41%	4.69%	4.15%
Promedio %	4.54%			
	Humedad			4.54 %

Nota. Protocolo de contenido de humedad agregado fino (ASTM D – 2216)

Tabla 16

Contenido de humedad agregado grueso

Muestra	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Suelo Húmedo + Envase	1532.00	1624.00	1648.00	1574.00
Suelo Seco + Envase	1529.00	1621.00	1644.00	1570.00
Peso de Envase	55.10	52.30	54.60	51.90
Peso de Agua	3.00	3.00	4.00	4.00
Peso del Suelo Seco	1473.90	1568.70	1584.40	1518.10
Humedad %	0.20%	0.19%	0.25%	0.26%
Promedio %	0.23%			
	Humedad			0.23 %

Nota. Protocolo de contenido de humedad agregado grueso (ASTM D – 2216)

La ecuación a utilizar fue:

$$“H (%) = (Wh - Ws) / Ws * 100$$

H (%) : Porcentaje de humedad del agregado ensayado

Wh : Peso del agregado en estado húmedo = 500 gr.

Ws : Peso del agregado en estado seco = 492 gr

Wh- Ws : Peso del agua retenida en el agregado en condiciones naturales” (Cárdenas, 2018).

Aplicando los datos obtenidos del agregado grueso con muestra húmeda inicial de 2382.20 Gr. y muestra seca de inicial de 2377.60 Gr

$$\% H = (2382.20 - 2377.60) / 2377.60 * 100 = 0.19\%$$

Obteniendo un porcentaje de humedad del 0.19 %.

Aplicando los datos obtenidos del agregado fino con muestra húmeda inicial de 1633.60 Gr. y muestra seca de inicial de 1560.70 Gr.

$$\% H = ((1633.60 - 1560.70) / 1560.70) * 100 = 4.67\%$$

Obteniendo un porcentaje de humedad del 4.67 %.

4.1.1.3. Resultados del peso específico de agregados

Tabla 17

Agregado Fino - Peso Unitario Suelto Seco

Muestra	Unid	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr	6923.00	6958.00	6988.00	6945.00
Peso del recipiente	gr	2287.00	2287.00	2287.00	2287.00
Volumen de recipiente	cm ³	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr	4636.00	4671.00	4701.00	4658.00
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1637.58	1649.95	1660.54	1645.35
Peso Unitario Compacto seco		1648.36 kg/m ³			

Nota. Protocolo Agregado Fino - Peso Unitario Suelto Seco NTP 400.017. M1

Tabla 18

Agregado Grueso - Peso Unitario Suelto Seco

Muestra	Unid	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr	6374.00	6425.00	6332.00	6385.00
Peso del recipiente	gr	2287.00	2287.00	2287.00	2287.00
Volumen de recipiente	cm ³	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr	4087.00	4138.00	4045.00	4098.00
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1443.66	1461.67	1428.82	1447.55
Peso Unitario Compacto seco		1445.43 kg/m ³			

Nota. Protocolo de Agregado Grueso - Peso Unitario Suelto Seco NTP 400.017. M1

4.1.1.4. RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DE AGREGADOS

Tabla 19

Agregado Fino - Peso Unitario Suelto Seco

Muestra	Unid	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr	7252.00	7343.00	7245.00	7266.00
Peso del recipiente	gr	2287.00	2287.00	2287.00	2287.00
Volumen de recipiente	cm ³	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr	4965.00	5056.00	4958.00	4979.00
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1753.80	1785.94	1751.32	1758.74

Peso Unitario Compacto seco 1762.45 kg/m³

Nota. Protocolo Agregado Fino - Peso Unitario Suelto Seco - NTP 400.017. M2

Tabla 20

Agregado Grueso - Peso Unitario Suelto Seco

Muestra	Unid	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr	6768.00	6791.00	6702.00	6745.00
Peso del recipiente	gr	2287.00	2287.00	2287.00	2287.00
Volumen de recipiente	cm ³	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr	4481.00	4504.00	4415.00	4458.00
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1582.83	1590.96	1559.52	1574.71

Peso Unitario Compacto seco 1577.00 kg/m³

Nota. Protocolo Agregado Grueso - Peso Unitario Suelto Seco - NTP 400.017. M2

4.1.1.5. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Tabla 21

Agregado Fino

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	250	250	250	
B	Peso Frasco + Agua	360	354	354	
C	Peso Frasco + Agua + A (gr)	610	604	604	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	517	510	511	
E	Vol. de masa + vol. de vacío = C-D (gr)	93	94	93	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	243.2	241.9	243.1	
G	Vol. de masa = E - (A - F) (gr)	86.8	85.9	86.1	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.615	2.573	2.614	2.601
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.688	2.66	2.688	2.679
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.821	2.816	2.823	2.82
	% de absorción = ((A - F) / F) *100	2.796	3.348	2.838	2.994

Nota. Protocolo Agregado Fino MTC E 205

Tabla 22*Agregado Grueso*

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	2001	2000	1479	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Agua) (gr)	1262	1263	933	
C	Vol. de masa + vol. de vacío = A-B (gr)	739	737	546	
D	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	1991	1985	1469	
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	729	722	536	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.694	2.693	2.69	2.693
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.708	2.714	2.709	2.71
	Pe aparente (Base Seca) = D/E	2.731	2.749	2.741	2.74
	% de absorción = ((A - D) /D*100)	0.502	0.756	0.681	0.646

Nota. Protocolo Agregado Grueso MTC E 206

4.1.1.6. ENSAYO DE RESISTENCIA DE DESGASTE DE AGREGADOS

Tabla 23*Ensayo de los Ángeles*

Peso antes del ensayo	5001	gr
Peso después del ensayo	4201	gr
Desgaste los ángeles	16.00%	%

Nota. Protocolo Ensayo de los Ángeles - ASTM C-131 - AASHTO T-96

4.1.2. CONCRETO EN ESTADO FRESCO

4.1.2.1. LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO

- Materiales:
 - Cemento: Portland, Tipo I. Marca "Andino"
 - Agregado fino y grueso: Proveniente de la Cantera "Chullqui"
- Método ASCI: $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- Calidad de los materiales
 - Cemento
 - Portland Tipo I
 - Peso Específico: 3.12 kg/m^3
 - Agregados

Tabla 24*Calidad de agregados*

Agregados	Fino	Grueso
Módulo de fineza (%)	2.57	6.63
Contenido de humedad (%)	4.67	0.19
Absorción (%)	2.99	0.65
Peso específico (gr/cm ³)	2.60	2.69
Peso unitario suelto seco (kg/m ³)	1648	1445
Peso unitario compacto seco (kg/m ³)	1762	1577

Agua

Peso Específico: 1000

Datos de diseño

Resistencia a la compresión requerida: 295 kg/cm²

Tamaño máximo del agregado: 3/4"

Tamaño máximo nominal del agregado: 1/2"

SLUMP: 4-6"

Diseño de mezcla

- Resistencia Promedio Requerida (f'cr)

Donde:

$$f'c=210$$

$$210 \leq f'c \leq 350 + 85$$

$$f'cr = 295 \text{ kg/cm}^2$$

- Relación Agua Cemento A/C

Donde:

Agua de mezclado: 228 L

$$f'cr = 295 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{sin aire incorporado}$$

Interpolando:

$$f'cr = A/C$$

250 ---- 0.62

300 --- 0.55

de donde:

295 --- 0.56

A/C = 0.56

- Relación A/C por durabilidad

No presenta exposición a ningún agente

Contenido de cemento

Donde:

Cemento = Agua de mezclado A/C

228 kg / 409 cm³

0.56 kg/cm³

Total de bolsas: 9.63

Contenido de agregado grueso

Volumen de agregado grueso seco compacto: 0.56 kg/cm³

Agregado Grueso: 904 kg

Cálculo de volúmenes absolutos

Cemento: 0.131 m³

Agua: 0.228 m³

Aire: (2.50 %) 0.025 m³

Agregado Grueso: 0.336 m³

0.72 m³

Volumen absoluto del agregado fino: 0.28 m³

Peso del agregado fino seco: 728 kg/m³

Valores de diseño

Cemento: 409 kg/m³

Agua de diseño: 228 lt/m³

Agregado fino seco: 728 kg/m³

Agregado grueso seco: 904 kg/m³

Ajuste por humedad de los agregados

Agregado fino húmedo: 762 kg/m³

Agregado grueso húmedo: 906 kg/m³

Aporte humedad de los agregados

Agregado Fino: 12.2

Agregado Grueso: -4.1

Agua de mezclado neta: 219.9 kg

Valores de diseño corregido

Cemento: 409

Agua de diseño: 219.9

Agregado fino húmedo: 762

Agregado grueso húmedo: 906

Proporción en peso seco C: AF: AG: A

1 : 1.78 : 2.21 : 23.67

Proporción en peso húmedo C: AF: AG: A

1 : 1.86 : 2.21 : 22.83

Para una tanda de concreto en base a una bolsa de cemento

Cemento: 42.5 kg/bolsa

Agregado fino: 79.12 kg/bolsa

Agregado grueso: 94.08 kg/bolsa

Agua efectiva: 22.83 lts/bolsa

Peso unitario húmedo del agregado

(peso suelto seco) * (1 + contenido de humedad)

agregado fino: 1725.35 kg/m³

agregado grueso: 1448.22 kg/m³

peso por pie cubico del agregado : 1m³=35p³

Agregado fino: 49.3 kg/p³

Agregado grueso: 41.38 kg/p³

Proporción en volumen C: AF: AG: A

Agregado fino: 1.61

Agregado grueso: 2.27

	1	:	1.61	:	2.27	:	22.83
1m ³	Cemento	A. Fino m ³	A. Grueso m ³		Agua m ³		
	9.63	0.44	0.62		0.22		

Proporción en volumen por bolsa de cemento

Cemento: 1 bolsa = 42.50 kg

Agregado fino: 2 x cajones con las dimensiones 0.30 x 0.30 x 0.25

Agregado grueso: 4 x cajones con las dimensiones 0.30x0.30x0.18

Todas las medidas en metros

Las medidas son interiores

4.1.2.2. RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO CONCRETO FRESCO

Aplicando

P.E. Masa= Peso de la arena secada al horno/ (Volumen del frasco- Peso del agua)

P.E. Masa sss= 500 / (Volumen del frasco – Peso del agua)

$P.E. \text{ Aparente} = D / (\text{Volumen del frasco} - \text{Peso del agua}) - (500 - \text{Peso de la arena Secada al horno}).$

$\text{Peso de la muestra en estado s.s.s. (grs)} = 500$

$\text{Peso muestra s.s.s.} + \text{Peso Balon} + \text{Peso agua (grs)} = 993.1$

$\text{Peso de la muestra secada al horno (grs)} A = 496$

$\text{Volumen del Balón (cc)} = 500$

$Pe = A / V - W = 496 / 500 - 314.6$

$Pe = 2.68 \text{ gr/cm}^3$

4.1.2.3. RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

En la **Tabla 25** se aplicó la fórmula:

$$P.U. = (Mc - Mm) / Vm$$

Donde:

Mc = Peso del recipiente lleno de concreto, en Kg.

Mm = Peso del recipiente, en Kg.

Vm = Volumen del recipiente, en m³.

Tabla 25

Peso unitario del concreto fresco f'c= 210 k/cm²

Tipo de agua	Peso de balde + mezcla (kg)	Peso del balde (kg)	Peso de la mezcla (kg)	Peso unitario del concreto (kg/m ³)
Agua potable	50.36	12.30	38.06	268.98
Agua residual tratada	50.27	12.30	37.97	268.34

Nota. Volumen de balde: 0.01415 m³.

El Peso de una muestra representativa de concreto expresado en kg/m³, a la que se le ha sometido al procedimiento de varillado, se emplea principalmente para determinar el rendimiento de la mezcla y el contenido de materiales por m³ de concreto, así como el contenido de aire.

De la **Tabla 25** se observa que el peso unitario del concretó elaborado con agua residual tratada (proveniente del tratamiento con el lombrifiltro), es menor para el concreto f'c= 210 kg/cm², que el

concreto preparado con agua potable, esto demuestra que se logra hacer un concreto más ligero.

4.1.2.4. RESULTADOS DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE LA MEZCLA DE CONCRETO

Tabla 26

Asentamiento del concreto ($f'c= 210\text{kg/cm}^2$)

Agua potable	Agua residual tratada	SLUMP de diseño (pulgadas)
5 1/2"	4 3/4"	4 - 6

La **Tabla 26** muestra que el asentamiento cumple con los límites de diseño tanto para el concreto con agua residual como para el patrón; para el concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, esto indica que la cantidad de agua en el diseño de la mezcla no se ha modificado.

4.1.2.5. Resultados de exudación

“Calcular el volumen del agua de exudación por unidad de superficie (V) a partir de la siguiente expresión:

$$V=Ve/A$$

Donde:

V_e = Volumen del agua (cm^3) de exudación durante un determinado intervalo.

A = Área de la sección de concreto, en cm^2

Calcular la cantidad de agua de exudación (E), a partir de las siguientes expresiones:

$$C = (w/W) \times S \qquad E = \left(\frac{D}{E}\right) \times 100$$

Donde:

C = Peso del agua en la muestra de ensayo, en gr.

W = Peso total de la tanda de mezcla, en Kg.

w = Cantidad de agua usada en la mezcla (sin considerar aquella absorbida por los agregados), en gr.

s = Peso de la mezcla contenida en el recipiente, en Kg.

D = Peso total del agua de exudación, en gr.

Expresada como porcentaje del agua de mezclado contenido en el recipiente” (Cárdenas, 2018).

La presentan el comportamiento de una muestra de concreto fresco con respecto a la exudación de la misma, en función del tiempo: Volumen total de agua de la mezcla: 2900 ml.

Tabla 27

Exudación del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – agua potable

Hora de ensayo	Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Volumen parcial (ml)	Volumen acumulado (ml)
09:00	0	0	0	0
09:10	10.00	10.00	1.10	1.10
09:20	10.00	20.00	6.00	7.10
09:30	10.00	30.00	7.50	14.60
09:40	10.00	40.00	7.00	21.60
10:10	30.00	70.00	18.50	40.10
10:40	30.00	100.00	14.00	54.10
11:10	30.00	130.00	0.20	54.30

Tabla 28

Exudación del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – agua residual tratada

Hora de ensayo	Tiempo parcial (min)	Tiempo acumulado (min)	Volumen parcial (ml)	Volumen acumulado (ml)
10:45	0	0	0	0
10:55	10.00	10.00	11.05	11.05
11:05	10.00	20.00	8.05	19.10
11:15	10.00	30.00	14.00	33.10
11:25	10.00	40.00	32.00	65.10
11:55	30.00	70.00	57.00	122.10
12:25	30.00	100.00	21.00	143.10

De la **Tabla 28**, se observa que el concreto elaborado con agua residual tratada alcanza mayor volumen de exudación que el concreto patrón.

4.1.2.6. RESULTADOS DE TEMPERATURA

Tabla 29

Temperatura del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de agua	Temperatura ° C	Δ Temperatura °C
Agua potable	27.8	0.4
Agua residual tratada	28.2	

La **Tabla 29** se puede apreciar que la temperatura del concreto aumenta en $0.4 \text{ }^\circ\text{C}$ aproximadamente al reemplazar al agua potable por el agua residual tratada en la fabricación del concreto para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

4.1.3. CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

4.1.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 30

Resultados de laboratorio de la resistencia a la compresión

Nº	Probeta con:	F. de muestreo	F. de rotura	Diámetro cm.	Área cm^2	Resis. área total kn	Resis. área total kg	Edad en días	$f_c = \text{kg/cm}^2$	Objetivo $f_c = \text{kg/cm}^2$	Tipo de falla
1	Agua potable	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	314.87	32107	7	180.48	210	V
2	Agua potable	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	313.48	31966	7	179.69	210	VI
3	Agua potable	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	318.54	32482	7	182.59	210	V
4	Agua potable	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	320.28	32659	7	183.59	210	V
5	Agua potable	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	313.3	31947	7	179.58	210	VI
6	Agua potable	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	322.03	32837	7	184.59	210	V
7	Agua potable	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	296.9	30275	7	170.18	210	V
8	Agua potable	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	370.73	37803	14	212.5	210	VI
9	Agua potable	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	365.32	37252	14	209.4	210	V
10	Agua potable	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	367.41	37465	14	210.6	210	V
11	Agua potable	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	381.2	38871	14	218.51	210	VI

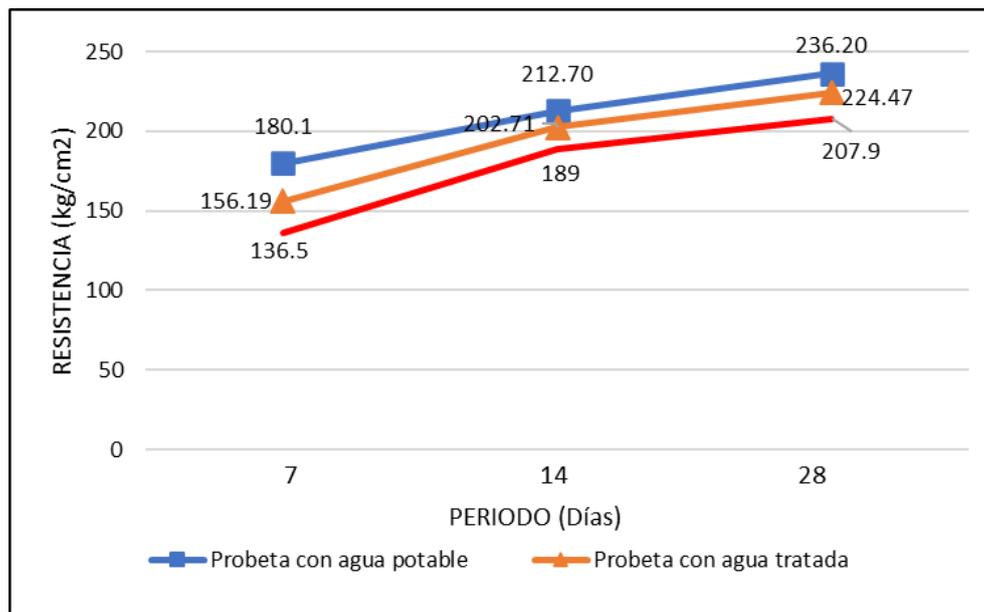
Nº	Probeta con:	F. de muestreo	F. de rotura	Diámetro cm.	Área cm ²	Resis. área total kn	Resis. área total kg	Edad en días	fc= kg/cm ²	Objetivo fc= kg/cm ²	Tipo de falla
12	Agua potable	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	369.5	37678	14	211.8	210	V
13	Agua potable	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	370.55	37785	14	212.4	210	V
14	Agua potable	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	372.82	38016	14	213.7	210	VI
15	Agua potable	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	405.98	41398	28	232.71	210	V
16	Agua potable	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	416.98	42519	28	239.01	210	V
17	Agua potable	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	411.39	41949	28	235.81	210	VI
18	Agua potable	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	417.5	42572	28	239.31	210	V
19	Agua potable	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	401.62	40953	28	230.21	210	V
20	Agua potable	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	409.3	41736	28	234.61	210	VI
21	Agua potable	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	421.69	43000	28	241.71	210	V
22	Agua tratada	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	274.55	27996	7	157.37	210	V
23	Agua tratada	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	262.16	26732	7	150.27	210	VI
24	Agua tratada	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	267.75	27302	7	153.48	210	V
25	Agua tratada	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	279.62	28513	7	160.28	210	V
26	Agua tratada	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	265.83	27107	7	152.37	210	VI
27	Agua tratada	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	272.11	27747	7	155.97	210	V
28	Agua tratada	3/05/22	10/05/22	15.1	177.89	285.38	29100	7	163.58	210	V
29	Agua tratada	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	353.1	36006	14	202.4	210	VI
30	Agua tratada	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	351.18	35810	14	201.3	210	V
31	Agua tratada	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	350.3	35720	14	200.79	210	V
32	Agua tratada	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	348.73	35560	14	199.89	210	VI
33	Agua tratada	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	358.86	36593	14	205.7	210	V
34	Agua tratada	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	355.72	36273	14	203.9	210	V
35	Agua tratada	3/05/22	17/05/22	15.1	177.89	357.61	36465	14	204.98	210	VI
36	Agua tratada	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	386.26	39387	28	221.41	210	V
37	Agua tratada	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	393.77	40153	28	225.71	210	V
38	Agua tratada	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	398.48	40633	28	228.41	210	VI
39	Agua tratada	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	392.19	39992	28	224.81	210	V
40	Agua tratada	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	384.34	39191	28	220.31	210	V

Nº	Probeta con:	F. de muestreo	F. de rotura	Diámetro cm.	Área cm ²	Resis. área total kn	Resis. área total kg	Edad en días	fc= kg/cm ²	Objetivo fc= kg/cm ²	Tipo de falla
41	Agua tratada	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	384.34	39191	28	220.31	210	V
42	Agua tratada	3/05/22	31/05/22	15.1	177.89	401.79	40971	28	230.31	210	V

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Figura 9

Resistencia a la compresión vs tiempo (concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)



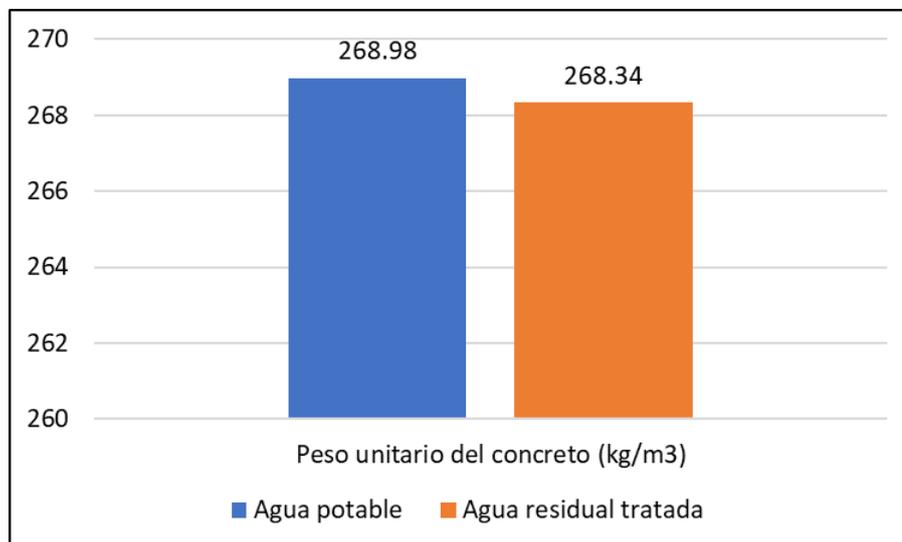
Analizando la **Figura 9** se observan los valores promedio de la resistencia a la compresión de las probetas elaboradas con agua potable y agua residual tratada a los 7, 14 y 28 días de edad, la resistencia mínima a los 7 días es de 136.5 kg/cm², el cual con el agua potable resulta 156.19 kg/cm² y con el agua tratada resulta 180.1 kg/cm²; al estar ambos por encima del mínimo es aceptable la resistencia a la compresión del concreto, la resistencia mínima a los 14 días 189 kg/cm², el cual con el agua potable resulta 202.71 kg/cm² y con el agua tratada resulta 212.70 kg/cm²; al estar ambos por encima del mínimo es aceptable la resistencia a la compresión del concreto, la resistencia mínima a los 28 días 207.90 kg/cm², el cual con el agua potable resulta 224.47 kg/cm² y con el agua tratada resulta 236.20 kg/cm²; al estar ambos por encima del mínimo es aceptable la resistencia a la compresión del concreto, siendo que se ha cumplido con la resistencia exigida para cumplir con los parámetros de calidad del concreto. Es decir, cuenta con

la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, características necesarias para la industria de la construcción, por lo que se afirma que el uso de agua residual tratada en la elaboración del concreto influye de manera favorable en la resistencia a la compresión del concreto.

Así mismo, de la **Tabla 25** se observa que el peso unitario del concreto elaborado con agua residual tratada mediante el lombrifiltro es menor para el concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que los concretos preparados con agua potable, lográndose un concreto más ligero, lo cual también es una característica favorable del concreto.

Figura 10

Peso unitario del concreto con agua potable y agua residual tratada



Por lo expuesto, se prueba la hipótesis, dado que el uso agua residual tratada mediante un lombrifiltro influye de manera favorable en la elaboración del concreto, cumpliéndose los parámetros de calidad exigidos por las NTPs en su elaboración (SLUMP, exudación, temperatura) y, encontrándose dentro de lo valores establecidos para los valores de resistencia a la compresión y peso unitario.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se hace un análisis de los resultados para los indicadores, que son especialmente relevantes en la calidad del concreto.

5.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1.1. PESO UNITARIO

De las **Tabla 25** se observa que el peso unitario del concreto elaborado con agua residual tratada mediante el lombrifiltro es menor para el concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que los concretos preparados con agua potable, lográndose un concreto más ligero.

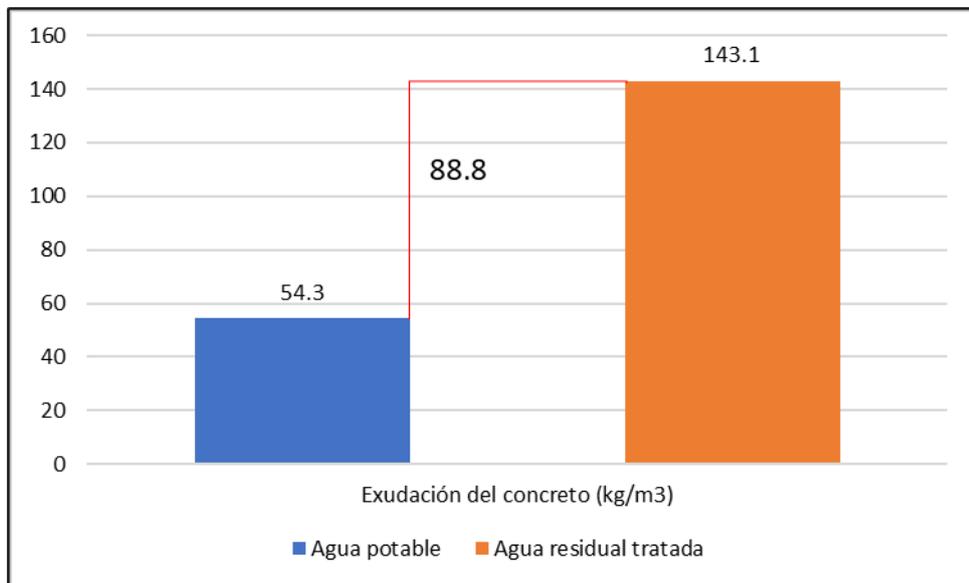
5.1.2. ASENTAMIENTO (SLUMP)

Como se puede apreciar de los valores de las **Tabla 26** el asentamiento para el concreto con las aguas residuales como para el patrón concreto cumple con los límites de diseño para el concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, esto indica que en el diseño de la mezcla no se ha modificado la cantidad de agua. Asimismo, se aprecia que el concreto elaborado con las aguas residuales tratada tiende a tener un SLUMP más bajo que el concreto patrón. Es decir, el concreto elaborado con agua potable es más consistente que el elaborado con agua residual tratada, por ende, presenta mayor trabajabilidad. No obstante, el concreto elaborado con agua residual se encuentra dentro de los límites que establece la NTP 339.035.

5.1.3. EXUDACIÓN

Figura 11

Exudación del concreto con agua potable y agua residual tratada



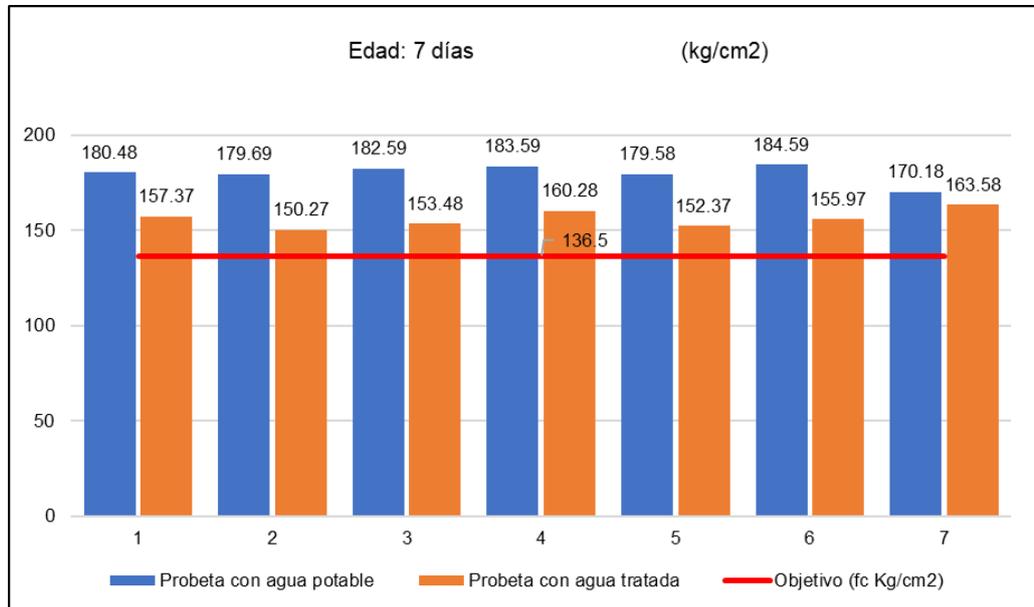
De la **Tabla 27** y **Tabla 28** se aprecia que tiende a exudar con mayor facilidad el concreto patrón elaborado con agua potable, alcanzando un volumen de exudación de 88.8 ml más que el concreto elaborado con agua residual tratada. Lo que significa que ambos concretos presentan una humedad adecuada, con lo que se asegura que no presente características porosas que podrían hacer que sea débil y poco durable.

Al evaluar y comparar la exudación del concreto elaborado con agua potable, con el concreto elaborado con agua residual tratada mediante un lombrifiltro, el segundo tiene un grado de exudación menor que el primero, con lo cual se logrará un concreto más uniforme y menos poroso en su superficie, lo que también contribuye a la calidad del concreto.

5.1.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Figura 12

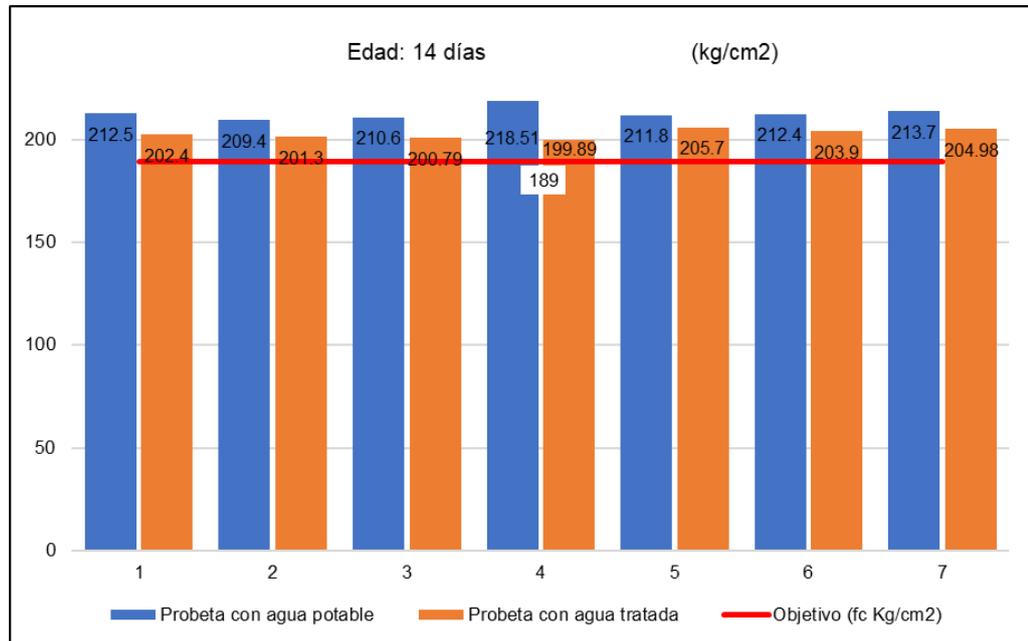
Comparación de la resistencia en probetas de 7 días



La **Figura 12** muestra el ensayo de rotura a la compresión a los especímenes de concreto la cual se siguió según la Norma ASTM C 39, donde se determinó que el concreto elaborado, de una edad de 7 días con agua potable tiene una mayor resistencia, alcanzando la resistencia promedio de 180.1 kg/cm²; a diferencia del concreto de agua residual tratada que alcanzó una resistencia de 156.19 kg/cm², teniendo una diferencia promedio de 23.91 kg/cm². No obstante, los resultados para ambos casos son mayores al límite del 65% de la resistencia (f_c 136.5 kg/cm²) a los 7 días.

Figura 13

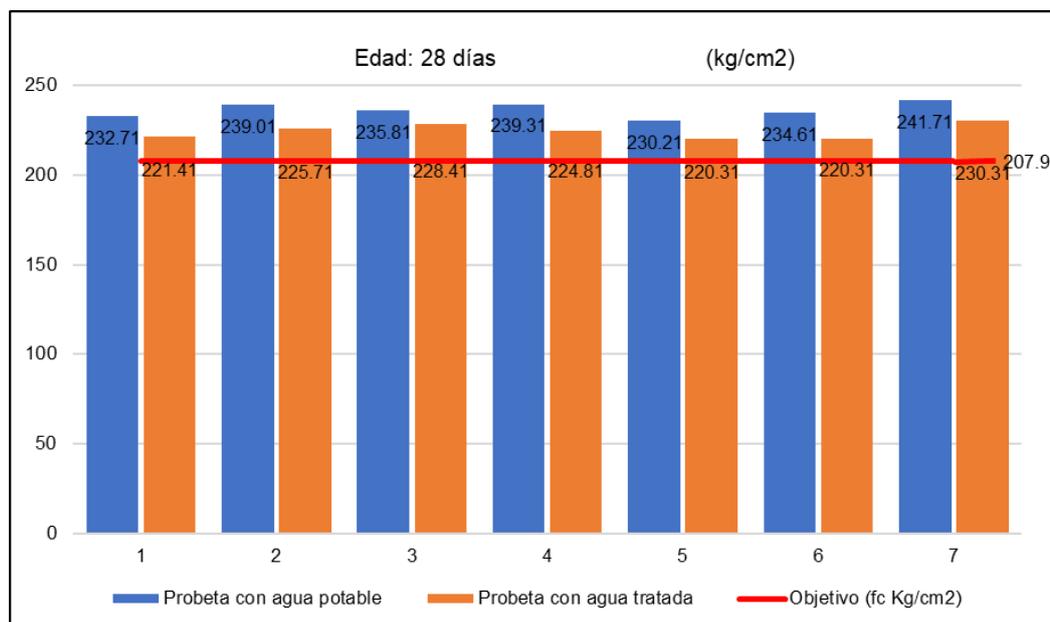
Comparación de la resistencia en probetas de 14 días



La **Figura 13** muestra el ensayo de rotura a la compresión a los especímenes de concreto la cual se siguió según la Norma ASTM C 39, donde se determinó que el concreto elaborado, de una edad de 14 días con agua potable tiene una mayor resistencia, alcanzando la resistencia promedio de 212.70 kg/cm²; a diferencia del concreto de agua residual tratada que alcanzó una resistencia promedio de 202.71 kg/cm², teniendo una diferencia de 9.99 kg/cm². No obstante, los resultados son mayores al límite del 90% de la resistencia (f'c 189 kg/cm²) a los 14 días.

Figura 14

Comparación de la resistencia en probetas de 28 días



La **Figura 14** muestra el ensayo de rotura a la compresión a los especímenes de concreto la cual se siguió según la Norma ASTM C 39, donde se determinó que el concreto elaborado, de una edad de 28 días con agua potable tiene una mayor resistencia, alcanzando la resistencia promedio de 236.2 kg/cm²; a diferencia del concreto de agua residual tratada que alcanzó una resistencia promedio de 224.47 kg/cm², teniendo una diferencia de 11.73 kg/cm². No obstante, los resultados son mayores al límite del 99% de la resistencia ($f'c$ 207.9 kg/cm²) a los 28 días.

5.2. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 31

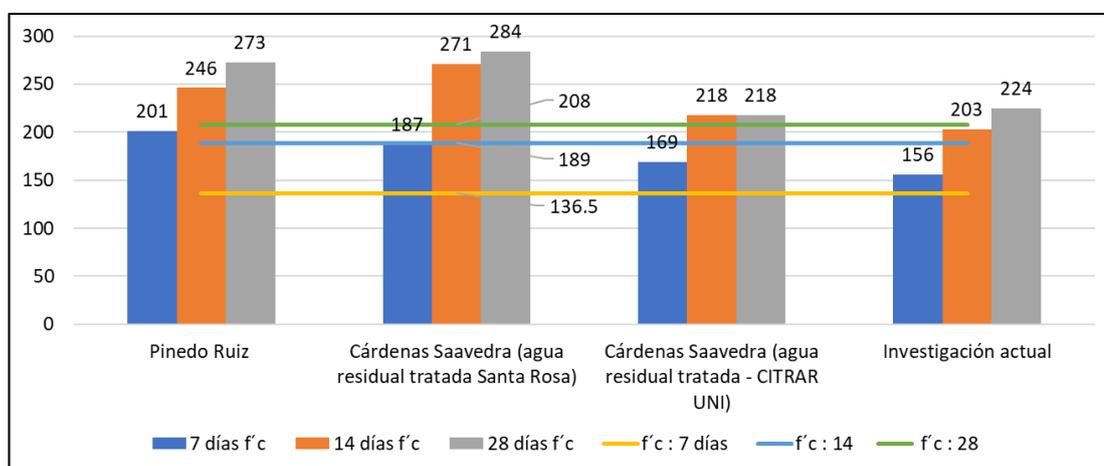
Contrastación de los resultados

Autor	Lugar	Año	7 días $f'c$	14 días $f'c$	28 días $f'c$
Pinedo Ruiz	Cajamarca	2018	201.32	246.24	272.74
Cárdenas Saavedra	Lima	2018	187	271	284
			169	218	218
Investigación actual			156.19	202.71	224.47

Los resultados en los 4 casos muestran que se cumple con la resistencia a compresión que exige la normativa en cada una de las edades del concreto. Como se detalla en los antecedentes, Pinedo (2018) “para una muestra de 36 probetas (18 probetas de concreto con agua potable y 18 probetas de concreto utilizando agua residual tratada), obtuvo en promedio 201.32 kg/cm², 246.24 kg/cm² y 272.74 kg/cm² para 7, 14 y 28 días de curado respectivamente”. En tanto Cárdenas (2018), “para una muestra de 36 probetas (12 probetas de concreto con agua potable, 12 probetas de concreto utilizando agua residual tratada de la planta de tratamiento Santa Rosa y 12 probetas de concreto usando agua residual tratada de la planta de tratamiento CITRAR UNI), obtuvo a los 7 días de 177 kg/cm² para el agua potable, 187 kg/cm² para el agua residual tratada por la PTAR Santa Rosa y 169 kg/cm² para el agua residual tratada de la CITRAR, así mismo los análisis a los 14 días muestran valores de 251 kg/cm², 271 kg/cm² y 218 kg/cm² respectivamente, por último los análisis a los 28 días indican valores de 276 kg/cm², 284 kg/cm² y 218 kg/cm² respectivamente”.

Figura 15

Contrastación de los resultados del trabajo de investigación



Es preciso considerar que se difieren en la tecnología y el procedimiento aplicado para tratar el agua residual, en Pinedo se utiliza agua residual tratada proveniente una PTAR la Encañada, en el trabajo investigativo no se hace mayor referencia al tipo de tratamiento y procedimiento que realiza y existe escasa información al respecto dado que es una PTAR rural, no obstante una PTAR opera bajo la premisa de que el proceso empleado reduce la carga

contaminante del agua residual para que pueda ser reutilizada o devuelta al medio natural. En Cárdenas se presentan dos PTARs conocidas, la CITRAR cuyo proceso se basa en un reactor UASB que es un tanque con un sistema promovido por el flujo ascensional del fluido y por las burbujas de gas, para posteriormente ser enviadas a dos lagunas facultativas. La PTAR Santa Rosa basa su tratamiento en un filtro percolador que es un sistema aerobio que utiliza cultivos fijos no sumergido.

Por lo expuesto, es evidente que el tratamiento que se brindó al agua residual que usaron estos dos autores es más complejo, es posible que una de las razones para que la resistencia obtenida en el presente trabajo de investigación sea menor a éstas obedezca a este factor, dado que el tratamiento con un lombrifiltro que se aplicó fue a menor escala y menos controlado en cuanto indicadores de calidad para el agua residual tratada, no obstante la ventaja es que además de cumplir con el parámetro de resistencia exigido, este requiere menor capacidad instalada y por ende menos recursos para su aplicación. Además, no se han encontrado investigaciones dónde se haya aplicado esta tecnología para la industria del concreto.

Por otro lado, si bien el agua es uno de los factores más importantes para la elaboración de concreto, también influye como hemos visto a lo largo del procedimiento de la elaboración del concreto la calidad de los agregados y parámetros como el peso unitario, el asentamiento (SLUMP), la exudación y la resistencia a la compresión en el concreto en estado fresco como en estado endurecido.

CONCLUSIONES

Se determinó la influencia del agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la elaboración del concreto en comparación al uso de agua potable, a través de la resistencia mecánica del concreto y el peso unitario, concluyendo que tiene una influencia favorable, dado que, las probetas cumplen con los parámetros de calidad (SLUMP, exudación, temperatura, peso unitario, resistencia a la compresión del concreto), en estado fresco, así como endurecido.

A partir de los resultados, se conoció la influencia del agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la resistencia mecánica del concreto en comparación al uso de agua potable, concluyendo que de la muestra de probetas sujetos a compresión se puede elaborar concreto con agua residual tratada mediante la técnica de lombrifiltro, ya que no disminuye su resistencia en la fabricación del concreto, por ende, no afecta su calidad.

Se conoció influencia de agua residual tratada mediante un lombrifiltro en el peso unitario del concreto en comparación del concreto usando agua potable, concluyendo que el peso unitario del concreto utilizando agua residual tratada es menor que el peso unitario del concreto elaborado con agua potable, esto indica que se conseguirá construcciones más livianas, logrando construcciones más económicas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tener cuidado con las lecturas del equipo de rotura y el buen centrado de la probeta para realizar el ensayo pues la exactitud de los resultados dependerá de ellos; asimismo tiene que estar bien determinada la edad de los especímenes.

Además de utilizar el agua residual tratada mediante lombrifiltro es recomendable el uso de agua proveniente de otras plantas de tratamiento.

En cuanto al aspecto socioeconómico para el empleo de agua residual tratada en la elaboración del concreto, este es favorable principalmente en zonas donde se tienen inconvenientes para utilizar agua con características adecuadas, lo que a su vez contribuye al medio ambiente, dado que se propone reutilizar y recuperar las características iniciales del agua residual, por lo que se recomienda su aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, O., Rodríguez, E. y Sermeño, M. (2009). *Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio*. Universidad de El Salvador.
- AVF Ingeniería Ambiental (2003). *Ventaja de los Sistemas Biofiltro en relación a los sistemas convencionales*. Chile.
- Arguello, Y. & Neira, Y. (2018). *Elaboración de mezclas de concreto con inclusión de biosólido procedente del tratamiento de aguas residuales 2018*. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Santo Tomás. Tunja. Colombia.
- Bauzán, I. (2011). *Importancia del agua en el concreto*. Argos.
- Bustamante, I. (2017). *Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú
- Cárdenas, S. (2018). *Sustitución del Recurso Agua Potable en la Fabricación del Concreto por Agua Residual Tratada en Lima Norte*. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima.
- Céspedes, M. (2003). *Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido*. Universidad de Piura.
- Chávez, J. (2011). *Calidad de agua*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Chávez, R.(2017). *Eficiencia de un Biofiltro en la Reducción de Carga Orgánica de un Efluente Industrial en la Ciudad de Celendin*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires Distrito Uno (2018). *Ahorro de Agua en la Construcción su Uso, Reciclado y Tratamiento*. Argentina.
- Compagnoni, L. & Ptzolu, G. (1998). *Cría Moderna de Lombrices y Utilización Rentable de Humus*. España
- Flores, J. (2022). *Diseño de concreto simple incorporado con material PET reciclado, para obtener una resistencia a la compresión $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$, Provincia de Leoncio Prado – Huánuco 2020*. Facultad de Ingeniería. Universidad de Huánuco. Perú.

- García, A. (2022). *Comparación de la resistencia de compresión entre un adobe convencional y un adobe hecho con fibras de shapaja con agregados extraídos de Supte San Jorge, Tingo Maria, Huánuco 2021*. Facultad de Ingeniería. Universidad de Huánuco. Perú.
- Gómez, J. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión de especímenes de concreto simple elaborados a partir de agua potable y aguas residuales tratadas de tipo doméstico e industrial, con concentraciones totales de cloruros, sulfatos y álcalis diferentes*. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Antonio Nariño. Colombia.
- Guevara, G., Hidalgo, C., Pizarro, M., Rodríguez, I., Rojas, L. y Segura, G. (2012). *Efecto de la variación agua/cemento en el concreto*. Tecnología en Marcha. España.
- Gutiérrez, L. y Sánchez, J. (2018). *Efecto del uso de aguas lluvias en la resistencia a compresión de concreto simple*. Facultad Tecnología. Universidad distrital Francisco José de caldas. Colombia
- Guzmán, M. (2004). *Estudio de Factibilidad de la Aplicación del Sistema Tohá en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Valdivia*. Chile.
- Hussein, H. (2020). *Efecto del uso de Aguas Residuales Tratadas Secundariamente en la Producción y Curado de Hormigón*. Universidad Británica en Egipto. Egipto
- División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana (2001). *Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto*. Mexico.
- Hernández, R. (2017). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición.
- InduAmbiente (2013). *El Poder Biológico*. Revista de Descontaminación Industrial Recursos Energéticos y Ecología. Chile.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007). *Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital*. Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*. Perú.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (2006). *Prueba de resistencia a la compresión del concreto*. Recuperado de: <http://www.imcyc.com/ct2006/junio06/PROBLEMAS.pdf>

- León, M. y Lucero, A. (2009). *Estudio de Eichhornia crassipes, Lemna gibba y azolla filiculoides en el tratamiento biológico de aguas residuales domesticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del cantón cotacachi*. Universidad técnica del norte. Ecuador.
- Manrique, P. y Piñeros, J. (2016). *Evaluación del Sistema de Depuración Biológica a partir de Lombrices de Tierra (eisenia foetida) en Aguas Residuales Procedentes de Industrias Lácteas a Nivel Laboratorio*. Fundación Universidad de América. Colombia.
- Mejía, P. (2006). *Manual Lombricultura*. AgroFlor Lombricultura. Chile.
- Mitma, J. (2017). *Efecto del sistema de lombrifiltro en la depuración de DBO₅ y DQO de las aguas residuales domésticas del distrito de Moche*. Universidad de Cesar Vallejo. Trujillo.
- Montoya, M. (2000). *Hormigón armado*. España.
- Organización Mundial de la Salud (2019). *Agua para consumo humano*.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima. Perú.
- Pacheco, L. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*. (Tesis de grado). Universidad José Carlos Mariátegui – Moquegua.
- Paico, L. (2017). *Sistema Tohá, para el tratamiento de aguas residuales de la Universidad Cesar Vallejo*. Universidad de Cesar Vallejo. Chiclayo.
- Pinedo, S. (2018). *Resistencia a la Compresión del Concreto Elaborado con Agua Residual Tratada Proveniente de la PTAR del Distrito de la Encañada – Cajamarca*. Universidad Privada del Norte. Perú.
- Ramallo, R. (1996). *Tratamiento de aguas residuales*. Editorial Reverté España.
- Ramón, J., Leon, J. y Castillo, N. (2015). *Diseño de un sistema alternativo para el tratamiento de aguas residuales urbanas por medio de la técnica de lombrifiltro utilizando la especie Eisenia foetida*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia.
- Reyes, B. & Rodríguez, P. (2010). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla*. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Bolivia.
- Rivera, G. (1992). *Concreto Simple*. Universidad del Cauca. Colombia.

- Salazar, P. (2005). *Sistema Tohá: Una Alternativa Ecológica para Tratamiento de Aguas Residuales en Sectores Rurales*. Escuela de Construcción Civil. Universidad Austral de Chile. Chile.
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bhandar Editores. Chile.
- Sistema Nacional de Información Ambiental (2021). *Tratamiento y Reúso de aguas residuales*. Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39054>
- Suarez, A. (2022). *El relave minero como agregado del concreto en el diseño de mezcla en $F'_{C}= 350 \text{ kg/cm}^2$ al 5%, 15%, 25 % en el centro poblado de Chicrin – 2021*. Facultad de Ingeniería. Universidad de Huánuco. Perú.
- Tacusi, M. (2016). *Estudio del Concreto con Aditivo Impermeabilizante y Cemento Portland Tipo I*. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.
- Torres, A. & Cachay, R. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.
- Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (2017). *World Water Development Report, Wastewater: The Untapped Resource*.
- Vásquez A., Gonzales F., Rocha L. y Flores J. (2001). *Elaboración de concretos con aguas tratadas*.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Inocente Caqui, J. (2023). *Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con agua potable y agua residual tratada con lombrifiltro, en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

Título: “Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con agua potable y agua residual tratada con lombrifiltro, en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema General: ¿Cuál es la influencia del agua residual tratada a través de un lombrifiltro en la elaboración del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco - Perú?</p> <p>Problema Específico 1: ¿Cuál es la influencia de agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la resistencia mecánica del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco - Perú?</p> <p>Problema Específico 2: ¿Cuál es la influencia de agua residual tratada mediante un lombrifiltro en el peso específico del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco - Perú?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la influencia del agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la elaboración del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco – Perú.</p> <p>Objetivo Específico 1: Conocer la influencia del agua residual tratada mediante un lombrifiltro en la resistencia mecánica del concreto en comparación al uso de agua potable en la ciudad de Huánuco – Perú.</p> <p>Objetivo Específico 2: Conocer la influencia de agua residual tratada mediante un lombrifiltro en el peso específico del concreto en comparación al uso de agua potable, en la ciudad de Huánuco – Perú.</p>	<p>Hipótesis General: El agua residual tratada mediante un lombrifiltro influye en la elaboración del concreto en comparación al uso de agua potable.</p>	<p>Variable Independiente: Agua residual tratada con lombrifiltro</p> <p>Variable dependiente: La resistencia mecánica a la compresión del concreto. Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. kg/cm² Mega Pascal (MPa) Peso específico (kg/m³)</p>	<p>La aplicación del método del sistema Tohá o Lombrifiltro para el tratamiento de agua residuales y la aplicación de ensayos en el laboratorio para determinar la resistencia mecánica a la compresión del concreto tanto de probetas elaboradas con agua residual como agua potable, siguiendo los procedimientos detallados en las Normas Técnicas Peruanas del rubro de la construcción.</p>

Anexo 02. Instrumentos Utilizados

Ficha de cantera para agregado

PROYECTO:					
UBICACION:					
PROPIETARIO:					
SOLICITA:					
CANTERA:		MUESTRA:		NIV. FREATICO :	
DETALLE:					
PROFUNDIDAD:				UBICACIÓN:	
FECHA:					

PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESPESOR	ESTRATO	CLASIFICACION		SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
		SUCS	AASHTO			

Ficha de granulometría de agregado grueso y agregado fino

PROYECTO:						
UBICACION:						
PROPIETARIO:						
SOLICITA:						
CANTERA:	MUESTRA:		UBICACIÓN:			
DETALLE:						
FECHA:						
PESO INICIAL:		% DE HUMEDAD :		MUESTRA HUMEDA INICIAL: FRACCION:		
MUESTRA SECA INICIAL:						
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION
3"	76.2					Material granular equivalente a: Observaciones : Modulo de fineza (MF) Limite líquido LL Limite plastico LP Índice plasticidad IP Pasa tamiz Nº 4 (5mm): Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm): D60: D30: D10 (diámetro efectivo): Coeficiente de uniformidad (Cu): Grado de curvatura (Cc):
2 1/2"	63.5					
2"	50.8					
1 1/2"	38.1					
1"	25.4					
3/4"	19.05					
1/2"	12.7					
3/8"	9.525					
1/4"	6.35					
No 4	4.76					
No 8	2.6					
No 10	2					
No 16	1.18					
No 20	0.85					
No 30	0.6					
No 40	0.425					
No 50	0.3					
No 60	0.25					
No 80	0.18					
No 100	0.15					
No 200	0.074					
CAZOLETA						
TOTAL						
Clasificación AAHSTO						
Material granular						
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)						
Granulometría						

Ficha de peso unitario suelto

PROYECTO:					
UBICACIÓN:					
PROPIETARIO:					
SOLICITA:					
CANTERA:		UBICACION:			
DETALLE:					
PROFUNDIDAD:					
FECHA:					
AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.				
Peso del recipiente	gr.				
Volumen de recipiente	cm3.				
Peso del agregado grueso	gr.				
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.				
Peso Unitario Compacto seco		Kg/m3.			
AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.				
Peso del recipiente	gr.				
Volumen de recipiente	cm3.				
Peso del agregado grueso	gr.				
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.				
Peso Unitario Compacto seco		Kg/m3.			

Ficha de gravedad específica de los agregados

PROYECTO:					
UBICACION :					
PROPIETARIO:					
SOLICITA:					
CANTERA:	MUESTRA:	UBICACIÓN:			
DETALLE :					
FECHA:					
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO FINO MTC E 205					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)				
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)				PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E				
	Pe bulk (Base saturada) = A/E				
	Pe aparente (Base Seca) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				
AGREGADO GRUESO MTC E 206					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)				
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)				
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)				
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)				
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)				PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C				
	Pe bulk (Base saturada) = A/C				
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E				
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)				

Ficha de cantera para los agregados

PROYECTO:				
UBICACIÓN:				
PROPIETARIO:				
SOLICITA:				
CANTERA:		UBICACIÓN:		
DETALLE:				
FECHA:				
ASTM D - 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase				
Suelo seco + Envase				
Peso de Envase				
Peso del Agua				
Peso de Suelo Seco				
HUMEDAD %				
PROMEDIO %				
HUMEDAD				
ASTM D - 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase				
Suelo seco + Envase				
Peso de Envase				
Peso del Agua				
Peso de Suelo Seco				
HUMEDAD %				
PROMEDIO %				
HUMEDAD				

PROYECTO:	
UBICACIÓN:	
PROPIETARIO:	
SOLICITA:	
CANTERA:	UBICACIÓN:
DETALLE:	
FECHA:	

ENSAYO DE LOS ANGELES
ASTM C-131
AASHTO T-96

TIPO DE ENSAYO :	
-------------------------	--

PESO ANTES DEL ENSAYO		Gr.
PESO DESPUES DEL ENSAYO		Gr.
DESGASTE LOS ANGELES		%

Ficha de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200

PROYECTO:	
UBICACIÓN:	
PROPIETARIO:	
SOLICITA:	
DETALLE:	
FECHA:	

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ (N°200)
(NORMA AASHTO C-117)

PESO ORIGINAL SECO (gr)	P.M. LAVADA SECA (gr)	% MATERIAL FINO

Observaciones:

Ficha de cálculo de dosificación de los materiales de mezcla

UBICACION:													
PROPIETARIO:													
SOLICITA:													
CANTERA:													
UBICACION:													
FECHA:													
<u>MATERIALES</u>													
CEMENTO : AGREGADO FINO Y GRUESO :													
METODO ASCI f'c = Kg/cm²													
CALIDAD DE LOS MATERIALES:													
CEMENTO PORTLAND TIPO PESO ESPECIFICO	<input type="text"/> <input type="text"/> kg/m3												
AGREGADOS MODULO DE FINEZA (%) CONTENIDO DE HUMEDAD (%) ABSORCION (%) PESO ESPECIFICO (gr/cm3) PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m3) PESO UNITARIO COMPACTO SECO (kg/m3)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">FINO</th> <th style="width: 50%;">GRUESO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> </tbody> </table>	FINO	GRUESO										
FINO	GRUESO												
AGUA PESO ESPECIFICO	<input type="text"/>												
DATOS DE DISEÑO RESISTENCIA A LA COMPRESION REQUERIDA TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO SLUMP	<input type="text"/> kg/cm2 <input type="text"/> " <input type="text"/> " <input type="text"/> "												
DISEÑO DE MEZCLA													
RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)													
DONDE:	$210 \leq f'c \leq 350 +$ $f'cr =$ <input type="text"/> kg/cm2 <input type="text"/> kg/cm2												
RELACION AGUA CEMENTO A/C													
DONDE: AGUA DE MEZCLADO f'cr= Interpolando	<input type="text"/> kg/m3 kg/cm2 sin aire incorporado Interpolando f'cr= A/C												
RELACION A/C POR DURABILIDAD =	de donde: <input type="text"/> <input type="text"/> A/C= <input type="text"/>												
CONTENIDO DE CEMENTO													
DONDE: CEMENTO=AGUA DE MEZCLADO/A/C	<input type="text"/> kg/cm3 = <input type="text"/> total bolsas <input type="text"/>												
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO													
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO AGREGADO GRUESO	<input type="text"/> <input type="text"/> kg												
CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS													
CEMENTO AGUA AIRE 2.5% AGREGADO GRUESO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO PESO DEL AGREGADO FINO SECO	m3 m3 m3 _____ m3 m3 m3 kg/m3												

VALORES DE DISEÑO	
CEMENTO	Kg/m3
AGUA DE DISEÑO	Lt/m3
AGREGADO FINO SECO	Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO	Kg/m3
AJUSTE POR HUMEDAD DEL LOS AGREGADOS	
AGREGADO FINO HUMEDO	<input type="text"/> Kg/m3
AGREGADO GRUESO HUMEDO	<input type="text"/> Kg/m3
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
AGREGADO FINO	
AGREGADO GRUESO	
AGUA DE MEZCLADO NETA	<input type="text"/> kg

VALORES DE DISEÑO CORREGIDO	
CEMENTO	
AGUA DE DISEÑO	
AGREGADO FINO HUMEDO	
AGREGADO GRUESO HUMEDO	

PROPORCION EN PESO SECO C: AF: AG : A	
PROPORCION EN PESO HUMEDO C: AF: AG : A	

PARA UNA TANDA DE CONCRETO EN BASE A UNA BOLSA DE CEMENTO:	
CEMENTO	Kg/bolsa
AGREGADO FINO	Kg/bolsa
AGREGADO GRUESO	Kg/bolsa
AGUA EFECTIVA	Lt/bolsa

PESO UNITARIO HUMEDO DEL AGREGADO = (PELLO SUELLO SECO)X(1+CONTENIDO DE HUMEDAD)	
AGREGADO FINO	Kg/m3
AGREGADO GRUESO	Kg/m3
PESO POR PIE CUBICO DEL AGREGADO	= p3
AGREGADO FINO	Kg/p3
AGREGADO GRUESO	Kg/p3

PROPORCION EN VOLUMEN C: AF: AG : A	
AGREGADO FINO	
AGREGADO GRUESO	
	:
1m3	CEMENTO
	:
	A. FINO m3
	:
	A. GRUESO m3
	:
	AGUA m3

PROPORCION EN VOLUMEN POR BOLSA DE CEMENTO	
CEMENTO	1 BOLSA = 42.50 kg
AGREGADO FINO	X CAJONES CON LAS DIMENSIONES 0.30 x 0.30 x 0.25
AGREGADO GRUESO	X CAJONES CON LAS DIMENSIONES 0.30 x 0.30 x 0.18
Todas las medidas en metros .	
Las medidas son interiores.	

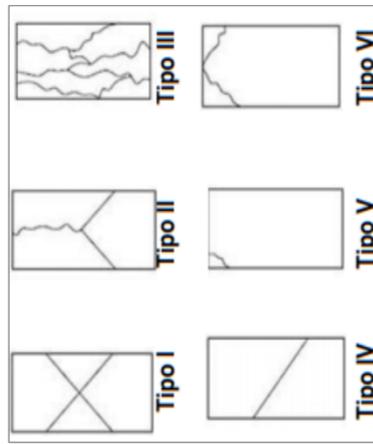
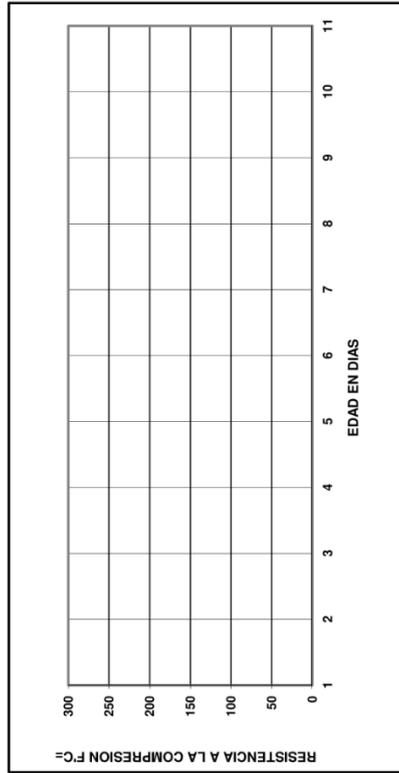
ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	
UBICACIÓN:	
SOLICITA:	
FECHA:	
EQUIPO:	

VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 338.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA



Anexo 03. Ensayos de laboratorio



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
 ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"				
UBICACION:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO				
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI				
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI				
CANTERA:	CHULLQUI	MUESTRA:	M-1 M-2	NIV. FREATICO :	NP
DETALLE:	CANTERA PARA AGREGADO				
PROFUNDIDAD:	2.00 m			UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHULLQUI
FECHA:	MAYO DEL 2022				

PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESPESOR	ESTRATO	CLASIFICACION		SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
		SUCS	AASHTO			
2.00 m	Agregado grueso (piedra chancada de 1/2")	GP	A-1-a (1)		Grava mal graduada	
	Agregado fino (arena gruesa)	SP SM	A-1-b (0)		Arena mal graduada con limo	

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL: 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022”
UBICACION:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
CANTERA:	CHULLQUI
MUESTRA:	M-1
UBICACION:	LOCALIDAD DE CHULLQUI
DETALLE:	GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO - HUSO 67
FECHA:	MAYO DEL 2022

PESO INICIAL:	4794.0 Gr.	% DE HUMEDAD :	0.19%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	2382.20 Gr.
FRACCION:	4794.0 Gr.	MUESTRA SECA INICIAL:	2377.60 Gr.		

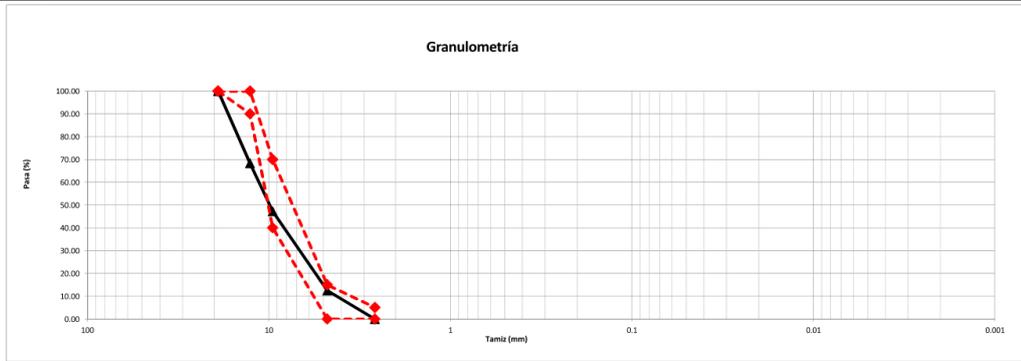
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION																																	
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: 99.98% Observaciones :																																	
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1/2"	12.7	1518.60	31.68	31.68	68.32																																		
3/8"	9.525	1010.10	21.07	52.75	47.25																																		
1/4"	6.35	1025.90	21.40	74.15	25.85																																		
No 4	4.76	639.40	13.34	87.48	12.52																																		
No 8	2.6	599.10	12.50	99.98	0.02	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Modulo de fineza (MF)</td> <td style="text-align: center;">6.53</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limite liquido LL</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limite plastico LP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Indice plasticidad IP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 4 (5mm):</td> <td style="text-align: center;">12.52</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):</td> <td style="text-align: center;">0.02</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td style="text-align: center;">11.45</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>D30:</td> <td style="text-align: center;">6.97</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td style="text-align: center;">4.33</td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td style="text-align: center;">2.65</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td style="text-align: center;">0.98</td> <td></td> </tr> </table>	Modulo de fineza (MF)	6.53		Limite liquido LL	NP		Limite plastico LP	NP		Indice plasticidad IP	NP		Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	12.52	%	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	0.02	%	D60:	11.45	mm	D30:	6.97	mm	D10 (diámetro efectivo):	4.33	mm	Coefficiente de uniformidad (Cu):	2.65		Grado de curvatura (Cc):	0.98	
Modulo de fineza (MF)	6.53																																						
Limite liquido LL	NP																																						
Limite plastico LP	NP																																						
Indice plasticidad IP	NP																																						
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	12.52	%																																					
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	0.02	%																																					
D60:	11.45	mm																																					
D30:	6.97	mm																																					
D10 (diámetro efectivo):	4.33	mm																																					
Coefficiente de uniformidad (Cu):	2.65																																						
Grado de curvatura (Cc):	0.98																																						
No 10	2	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 16	1.18	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 20	0.85	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 30	0.6	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 40	0.425	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 50	0.3	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 60	0.25	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 80	0.18	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 100	0.15	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
No 200	0.074	0.00	0.00	99.98	0.02																																		
CAZOleta	0.000	0.9	0.02	100.00	0.00																																		
TOTAL		4794.0	100.00																																				

Clasificación AAHSTO

Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-a (1) Fragmentos de roca, grava y arena

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Grava mal graduada GP



URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: 920093390



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
 ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"		
UBICACION:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO		
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
CANTERA:	CHULLQUI	MUESTRA:	M-2
UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHULLQUI		
DETALLE:	GRANULOMETRIA AGREGADO FINO		
FECHA:	MAYO DEL 2022		

PESO INICIAL:	2971.1 Gr.	% DE HUMEDAD :	4.67%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	1633.60 Gr.
FRACCION:	2971.1 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	1560.70 Gr.

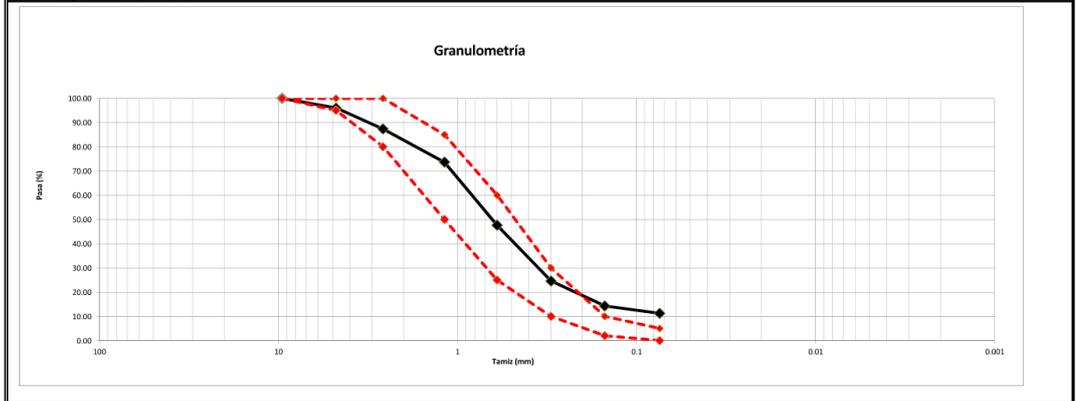
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: 88.78% Observaciones :
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.7	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	
No 4	4.76	119.70	4.03	4.03	95.97	
No 8	2.6	256.10	8.62	12.65	87.35	
No 10	2	71.20	2.40	15.04	84.96	
No 16	1.18	335.40	11.29	26.33	73.67	
No 20	0.85	347.10	11.68	38.02	61.98	
No 30	0.6	426.90	14.37	52.38	47.62	
No 40	0.425	333.10	11.21	63.60	36.40	
No 50	0.3	352.10	11.85	75.45	24.55	
No 60	0.25	120.50	4.06	79.50	20.50	
No 80	0.18	104.60	3.52	83.02	16.98	
No 100	0.15	79.20	2.67	85.69	14.31	
No 200	0.074	91.70	3.09	88.78	11.22	
CAZOLETA	0.000	333.5	11.22	100.00	0.00	Modulo de fineza (MF) 2.57 Límite líquido LL NP Límite plástico LP NP Índice plasticidad IP NP Pasa tamiz Nº 4 (5mm): 95.97 % Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm): 11.22 % D60: 0.82 mm D30: 0.36 mm D10 (diámetro efectivo): NP mm Coefficiente de uniformidad (Cu): NP Grado de curvatura (Cc): NP
TOTAL		2971.1	100.00			

Clasificación AAHSTO

Material granular
 Excelente a bueno como subgrado
 A-1-b (0) Fragmentos de roca, grava y arena

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
 Arena mal graduada con limo SP SM



URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"		
UBICACIÓN:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO		
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
CANTERA:	CHULLQUI	UBICACION:	LOCALIDAD DE CHULLQUI
DETALLE:	PESO UNITARIO SUELTO SECO		
PROFUNDIDAD:	2.00 m		
FECHA:	MAYO DEL 2022		

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017

MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6923	6958	6988	6945
Peso del recipiente	gr.	2287.00	2287.00	2287.00	2287.00
Volumen de recipiente	cm3.	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4636.00	4671.00	4701.00	4658.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.	1637.58	1649.95	1660.54	1645.35

Peso Unitario Compacto seco	1648.36	Kg/m3.
------------------------------------	----------------	---------------

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017

MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6374	6425	6332	6385
Peso del recipiente	gr.	2287.00	2287.00	2287.00	2287.00
Volumen de recipiente	cm3.	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4087.00	4138.00	4045.00	4098.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.	1443.66	1461.67	1428.82	1447.55

Peso Unitario Compacto seco	1445.43	Kg/m3.
------------------------------------	----------------	---------------

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"		
UBICACIÓN:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO		
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
CANtera:	CHULLQUI	UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHULLQUI
DETALLE:	PESO UNITARIO SUELTO SECO		
PROFUNDIDAD:	2.00 m		
FECHA:	MAYO DEL 2022		

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO COMPACTO SECO - NTP 400.017

MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	7252	7343	7245	7266
Peso del recipiente	gr.	2287.00	2287.00	2287.00	2287.00
Volumen de recipiente	cm3.	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4965.00	5056.00	4958.00	4979.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.	1753.80	1785.94	1751.32	1758.74

Peso Unitario Compacto seco	1762.45	Kg/m3.
-----------------------------	---------	--------

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO COMPACTO SECO - NTP 400.017

MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6768	6791	6702	6745
Peso del recipiente	gr.	2287.00	2287.00	2287.00	2287.00
Volumen de recipiente	cm3.	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4481.00	4504.00	4415.00	4458.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.	1582.83	1590.96	1559.52	1574.71

Peso Unitario Compacto seco	1577.00	Kg/m3.
-----------------------------	---------	--------

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"		
UBICACIÓN:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO		
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
CANTERA:	CHULLQUI	UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHULLQUI
DETALLE:	CANTERA PARA AGREGADO		
FECHA:	MAYO DEL 2022		

ASTM D - 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	500.0	500.0	500.0	500.0
Suelo seco + Envase	478.2	480.3	479.1	481.4
Peso de Envase	33.1	33.5	33.1	33.7
Peso del Agua	21.80	19.70	20.90	18.60
Peso de Suelo Seco	445.06	446.78	445.96	447.75
HUMEDAD %	4.90%	4.41%	4.69%	4.15%
PROMEDIO %	4.54%			

HUMEDAD 4.54%

ASTM D - 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	1532	1624	1648	1574
Suelo seco + Envase	1529	1621	1644	1570
Peso de Envase	55.1	52.3	54.6	51.9
Peso del Agua	3.00	3.00	4.00	4.00
Peso de Suelo Seco	1473.90	1568.70	1589.40	1518.10
HUMEDAD %	0.20%	0.19%	0.25%	0.26%
PROMEDIO %	0.23%			

HUMEDAD 0.23%

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: 920093390

PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"				
UBICACION :	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO				
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI				
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI				
CANTERA:	CHULLQUI	MUESTRA:	M-1 M-2	UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHULLQUI
DETALLE :	GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS				
FECHA:	MAYO DEL 2022				
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO FINO MTC E 205					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	250	250	250	
B	Peso Frasco + agua	360	354	354	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	610.0	604.0	604.0	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	517	510	511	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	93.0	94.0	93.0	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	243.2	241.9	243.1	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	86.2	85.9	86.1	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.615	2.573	2.614	2.601
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.688	2.660	2.688	2.679
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.821	2.816	2.823	2.820
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	2.796	3.348	2.838	2.994
AGREGADO GRUESO MTC E 206					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	2001	2000	1479	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1262	1263	933	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	739.0	737.0	546.0	
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	1991	1985	1469	
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	729.0	722	536	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.694	2.693	2.690	2.693
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.708	2.714	2.709	2.710
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.731	2.749	2.741	2.740
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.502	0.756	0.681	0.646



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"		
UBICACIÓN:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO		
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI		
CANTERA:	CHULLQUI	UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHULLQUI
DETALLE:	CANTERA PARA AGREGADO		
FECHA:	MAYO DEL 2022		

ENSAYO DE LOS ANGELES

ASTM C-131
AASHTO T-96

TIPO DE ENSAYO : B

PESO ANTES DEL ENSAYO	5001	Gr.
PESO DESPUES DEL ENSAYO	4201	Gr.
DESGASTE LOS ANGELES	16.00%	%

URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: 920093390



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022”
UBICACIÓN:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
DETALLE:	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200
FECHA:	MAYO DEL 2022

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ (N°200) (NORMA AASHTO C-117)

PESO ORIGINAL SECO (gr)	P.M. LAVADA SECA (gr)	% MATERIAL FINO
1547	1431	7.50

Observaciones:

Muestra tomada en campo para su procesamiento en laboratorio



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022”
UBICACIÓN:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
PROPIETARIO:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
SOLICITA:	BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
CANTERA:	CHULLQUI
UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHULLQUI
FECHA:	MAYO DEL 2022

MATERIALES

CEMENTO : Portlad, Tipo I, Marca "ANDINO"
 AGREGADO FINO Y GRUESO : Proveniente de la Cantera "CHULLQUI"

METODO ASCI
f'c = 210 Kg/cm²

CALIDAD DE LOS MATERIALES:

CEMENTO

PORTLAND TIPO
 PESO ESPECIFICO

1	
3.12	kg/m ³

AGREGADOS

MODULO DE FINEZA (%)
 CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
 ABSORCION (%)
 PESO ESPECIFICO (gr/cm³)
 PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m³)
 PESO UNITARIO COMPACTO SECO (kg/m³)

	FINO	GRUESO
MODULO DE FINEZA (%)	2.57	6.53
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.67	0.19
ABSORCION (%)	2.99	0.65
PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)	2.60	2.69
PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1648	1445
PESO UNITARIO COMPACTO SECO (kg/m ³)	1762	1577

AGUA

PESO ESPECIFICO

DATOS DE DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION REQUERIDA
 TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO
 SLUMP

295	kg/cm ²
3/4"	"
1/2"	"
4-6"	"

DISEÑO DE MEZCLA

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)	DONDE:	f'c	<input style="width: 40px;" type="text" value="210"/>
		210 ≤ f'c ≤ 350 +	<input style="width: 40px;" type="text" value="85"/>
		f'cr =	<input style="width: 40px;" type="text" value="295"/> kg/cm ²

RELACION AGUA CEMENTO A/C	DONDE:	AGUA DE MEZCLADO	<input style="width: 40px;" type="text" value="228"/> kg/m ³
		f'cr =	295 kg/cm ² sin aire incorporado
		Interpolando	
RELACION A/C POR DURABILIDAD	NOPRESENTA EXPOSICION A NINGUN AGENTE	f'cr =	A/C
=		250	0.62
		300	0.55
de donde:		<input style="width: 40px;" type="text" value="295"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0.56"/>
		A/C =	<input style="width: 40px;" type="text" value="0.56"/>

CONTENIDO DE CEMENTO	DONDE:	CEMENTO=AGUA DE MEZCLADO/A/C	
		<input style="width: 40px;" type="text" value="228"/> kg/cm ³	= <input style="width: 40px;" type="text" value="409"/>
		<input style="width: 40px;" type="text" value="0.56"/>	total bolsas <input style="width: 40px;" type="text" value="9.63"/>

CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO		VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO	<input style="width: 40px;" type="text" value="0.57"/>
		AGREGADO GRUESO	<input style="width: 40px;" type="text" value="904"/> kg

CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
CEMENTO			0.131 m ³
AGUA			0.228 m ³
AIRE	2.5%		0.025 m ³
AGREGADO GRUESO		_____	0.338 m ³
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO			0.720 m ³
PESO DEL AGREGADO FINO SECO			728 kg/m ³



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

VALORES DE DISEÑO			
CEMENTO		409	Kg/m ³
AGUA DE DISEÑO		228	L/m ³
AGREGADO FINO SECO		728	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO SECO		904	Kg/m ³
AJUSTE POR HUMEDAD DEL LOS AGREGADOS			
AGREGADO FINO HUMEDO		762	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO		906	Kg/m ³
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
AGREGADO FINO		12.2	8.1
AGREGADO GRUESO		-4.1	
AGUA DE MEZCLADO NETA		219.9	kg
VALORES DE DISEÑO CORREGIDO			
CEMENTO		409	
AGUA DE DISEÑO		219.9	
AGREGADO FINO HUMEDO		762	
AGREGADO GRUESO HUMEDO		906	
PROPORCION EN PESO SECO C: AF: AG : A			
	1	:	1.78
	:	:	2.21
	:	:	23.67
PROPORCION EN PESO HUMEDO C: AF: AG : A			
	1	:	1.86
	:	:	2.21
	:	:	22.83
PARA UNA TANDA DE CONCRETO EN BASE A UNA BOLSA DE CEMENTO:			
CEMENTO	42.5	Kg/bolsa	
AGREGADO FINO	79.12	Kg/bolsa	
AGREGADO GRUESO	94.08	Kg/bolsa	
AGUA EFECTIVA	22.83	L/bolsa	
PESO UNITARIO HUMEDO DEL AGREGADO = (PESO SUELTO SECO)X(1+CONTENIDO DE HUMEDAD)			
AGREGADO FINO		1725.35	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO		1448.22	Kg/m ³
PESO POR PIE CUBICO DEL AGREGADO		1m ³ =35p ³	
AGREGADO FINO		49.30	Kg/p ³
AGREGADO GRUESO		41.38	Kg/p ³
PROPORCION EN VOLUMEN C: AF: AG : A			
AGREGADO FINO		1.61	
AGREGADO GRUESO		2.27	
1m³	1	:	1.61
CEMENTO	9.63	:	2.27
A. FINO m³	0.44	:	22.83
A. GRUESO m³	0.62	:	0.22
AGUA m³	0.22		
PROPORCION EN VOLUMEN POR BOLSA DE CEMENTO			
CEMENTO	1 BOLSA = 42.50 kg		
AGREGADO FINO	2 X CAJONES CON LAS DIMENSIONES 0.30 x 0.30 x 0.25		
AGREGADO GRUESO	4 X CAJONES CON LAS DIMENSIONES 0.30 x 0.30 x 0.18		
Todas las medidas en metros .			
Las medidas son interiores.			

Anexo 04. Rotura a la compresión



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERU
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

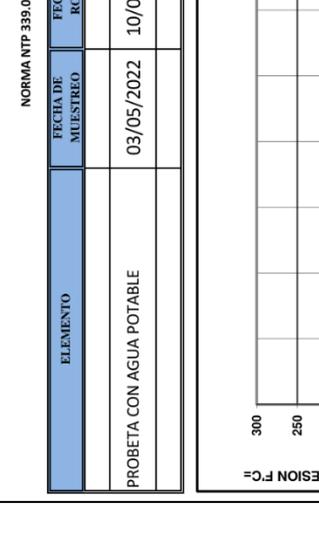
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	314.87	32107	7	180.48	210	V





NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL: MOVISTAR: 920093390

ROTURA A LA COMPRESIÓN

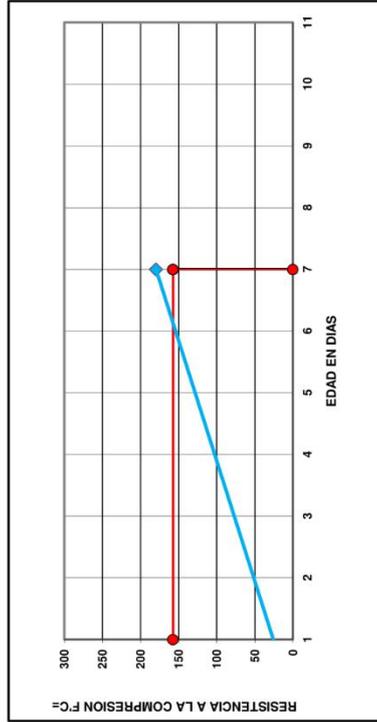
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

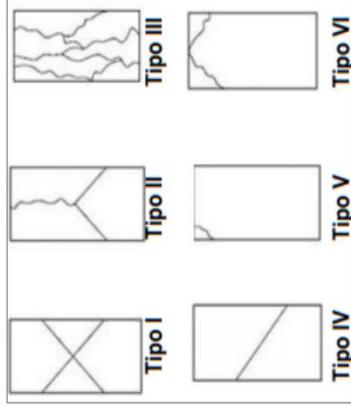
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	313.48	31966	7	179.69	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

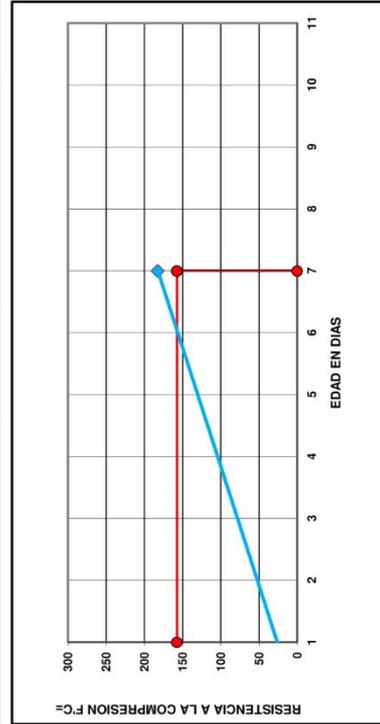
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO
SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STIYE-2000 MARCA KAYZACORP

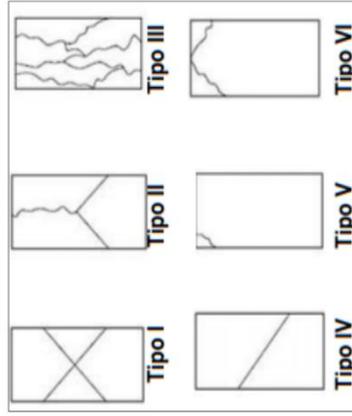
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 399.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL EN KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	318.54	32482	7	182.59	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESION

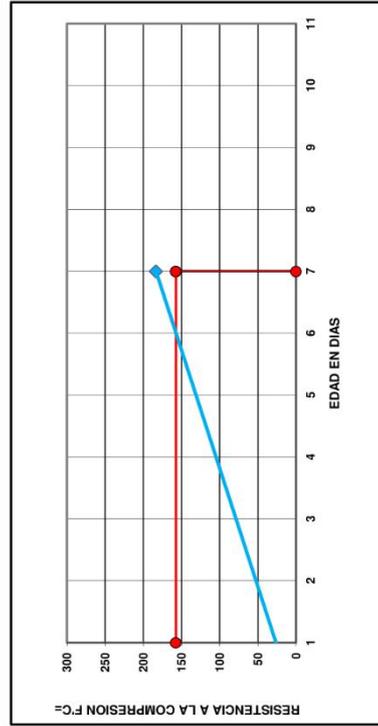
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH, JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

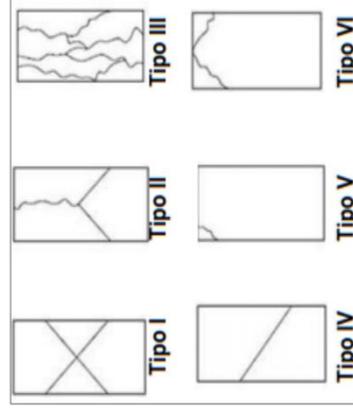
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 335.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG.	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	320.28	32659	7	183.59	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

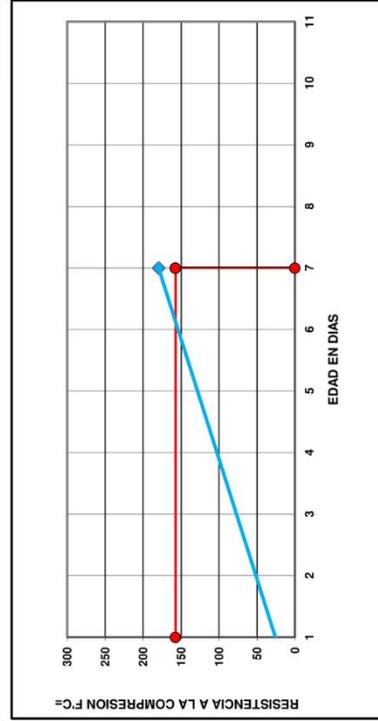
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

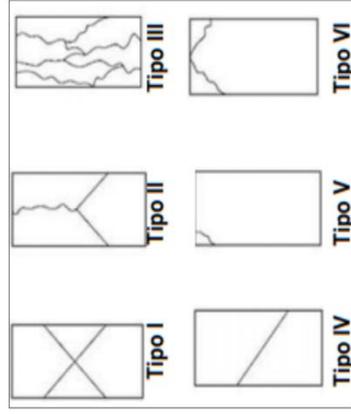
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	313.30	31947	7	179.58	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

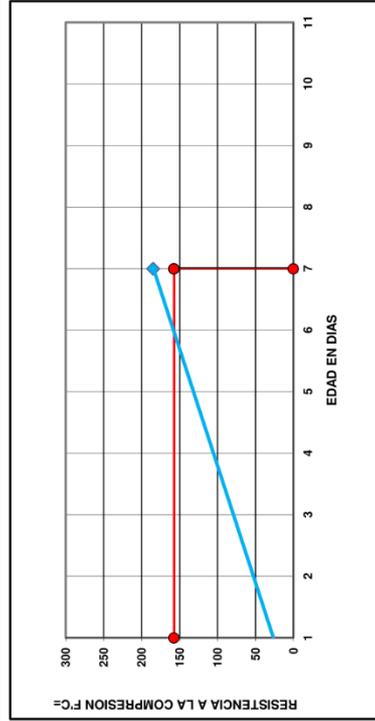
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

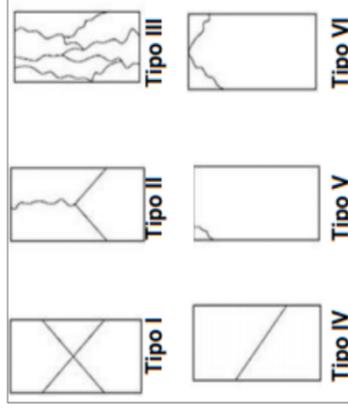
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	322.03	32837	7	184.59	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESION

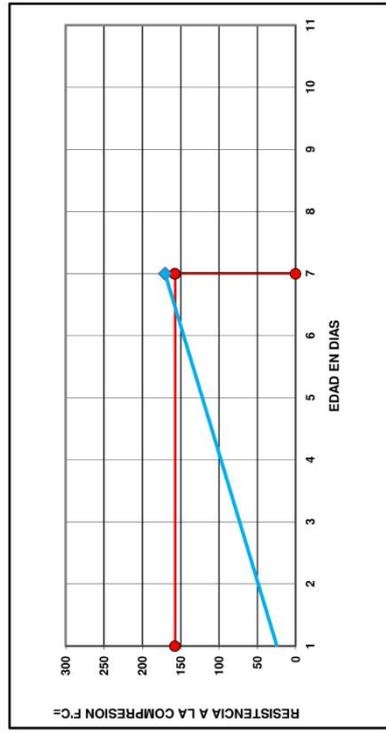
OBRA: "COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA A LA COMPRESION DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUANUCO - PERU, 2022"

UBICACION: HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

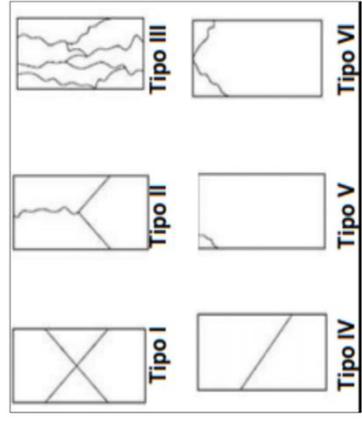
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ²	OBJETIVO f _c = Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	296.90	30275	7	170.18	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO

SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI

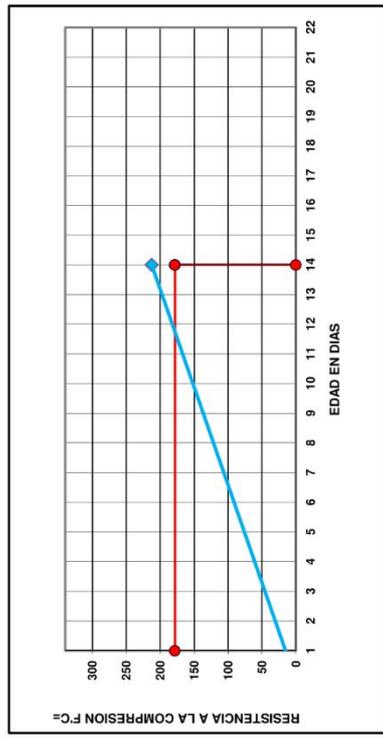
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STVE-2000 MARCA KAYZACORP

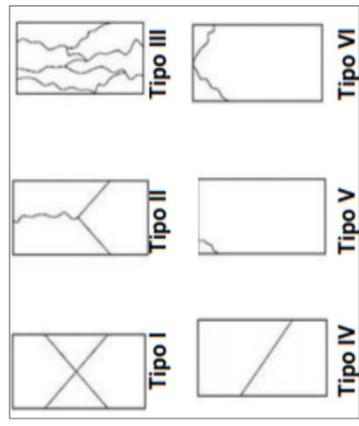
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG.	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	370.73	37803	14	212.50	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

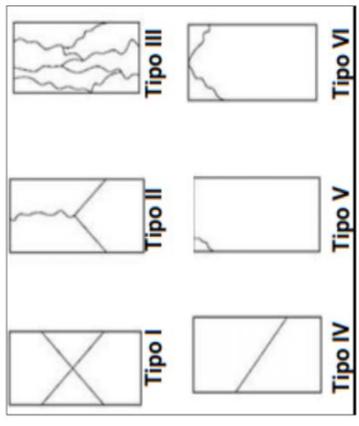
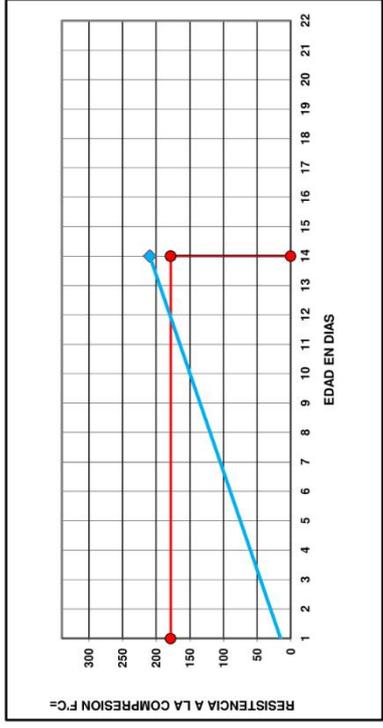
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 399.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	365.32	37252	14	209.40	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

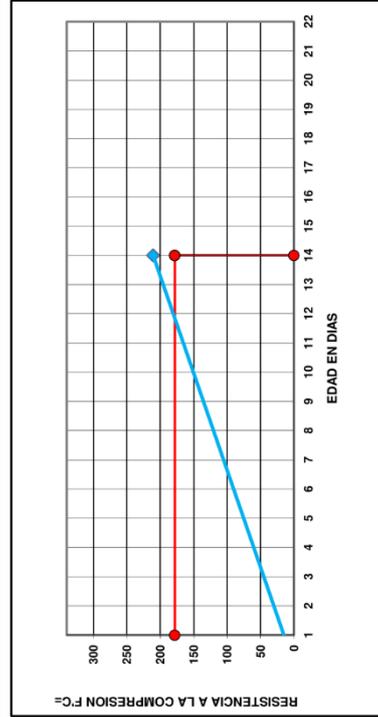
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

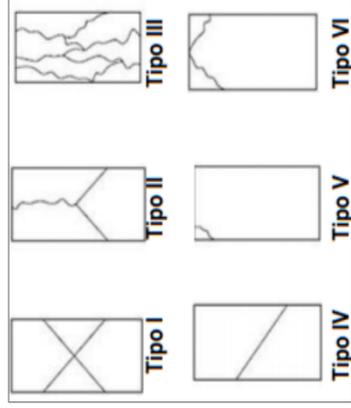
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg.cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg.cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	367.41	37465	14	210.60	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUANUCO / CEL. MOVISTAR: 920093390

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH, JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

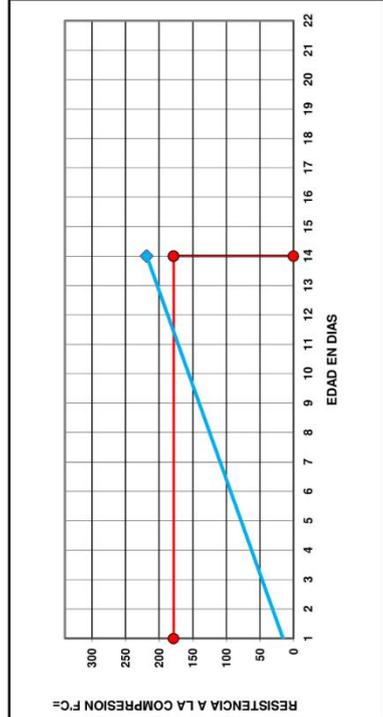
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

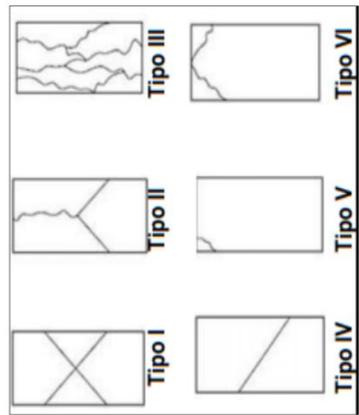
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 335.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	381.20	38871	14	218.51	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE





ROTURA A LA COMPRESIÓN

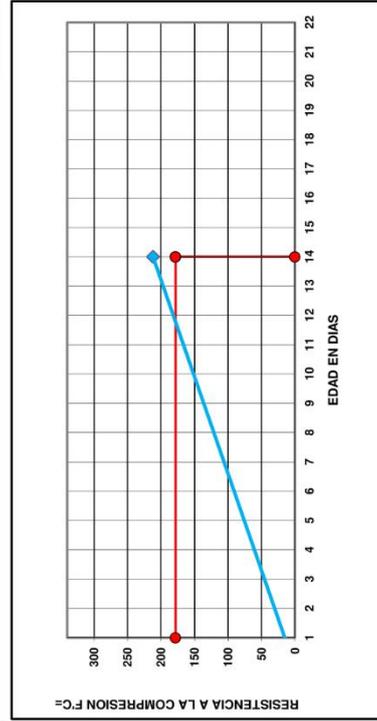
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO
SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

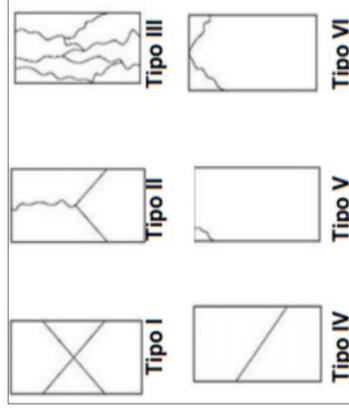
VERIFICACIÓN DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ²	ORBITIVO f _c = Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	369.50	37678	14	211.80	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



URB. SAN ANDRES MZ "C" LT "6" PILLCO MARCA - HUÁNUCO / CEL. MOVISTAR: 920093390

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO

SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

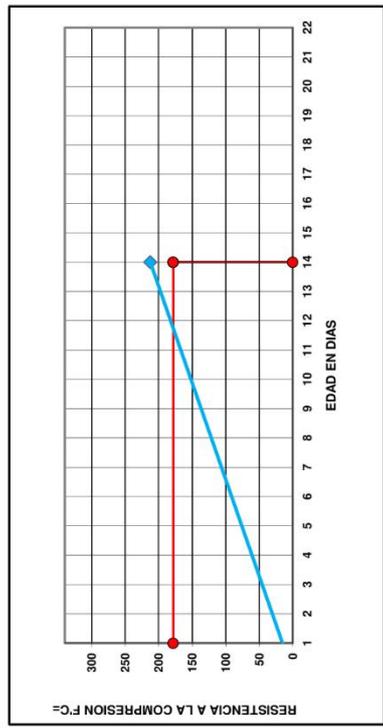
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

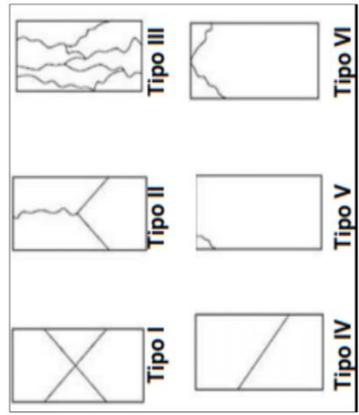
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm2	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm2.	OBJETIVO fc= Kg/cm2.	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	370.55	37785	14	212.40	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO

SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI

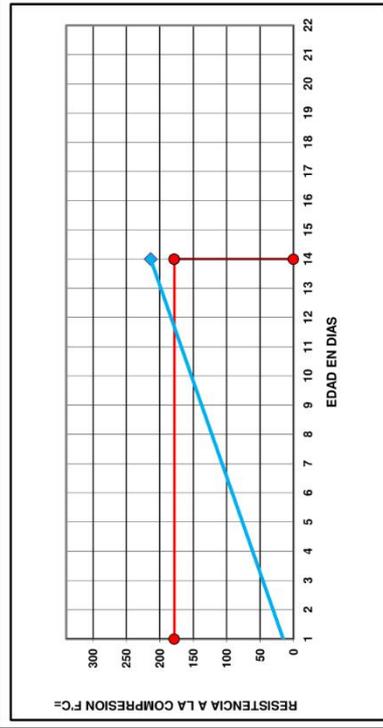
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

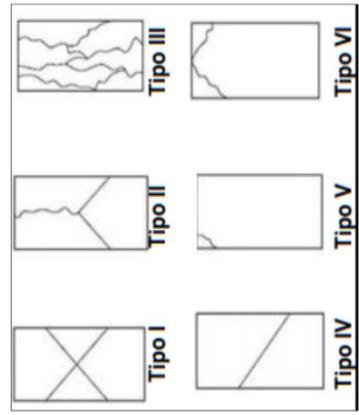
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	372.82	38016	14	213.70	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



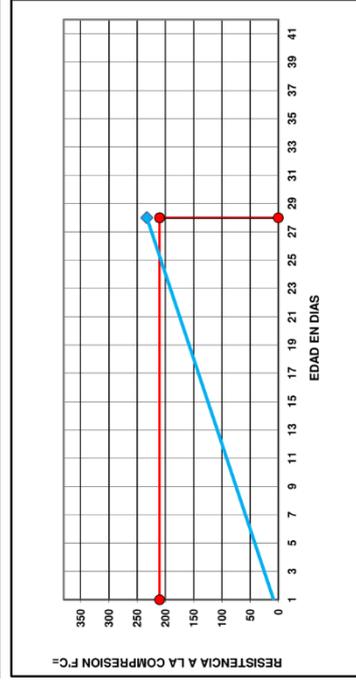


ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022”
UBICACIÓN:	HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA:	BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA:	MAYO DEL 2022
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

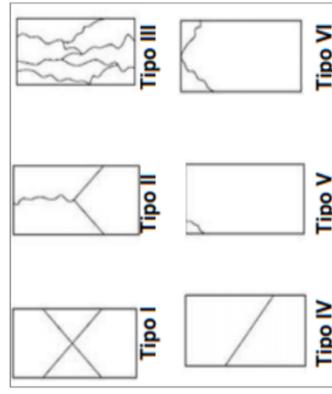
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ²	OBJETIVO f _c = Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	405.98	41398	28	232.71	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO

SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI

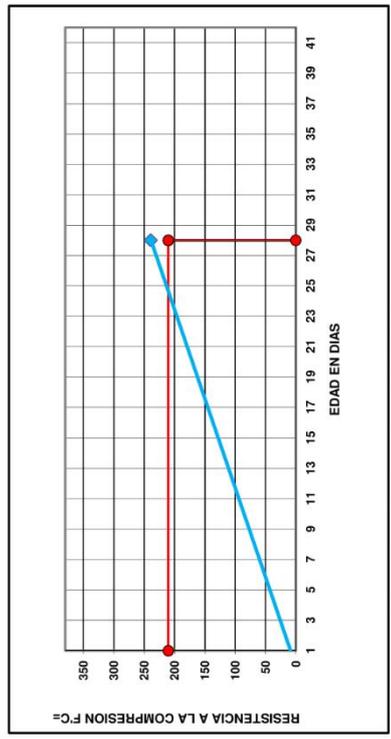
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

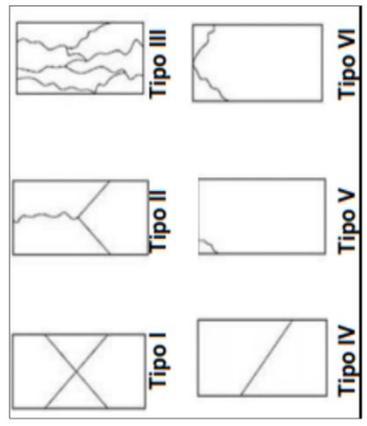
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG.	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	416.98	42519	28	239.01	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESION

OBRA: "COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA A LA COMPRESION DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUANUCO - PERU, 2022"

UBICACION: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMEHO JESHUA INOCENTE CAQUI

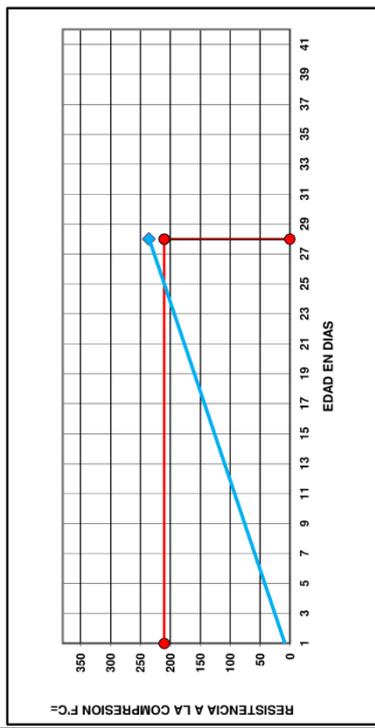
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

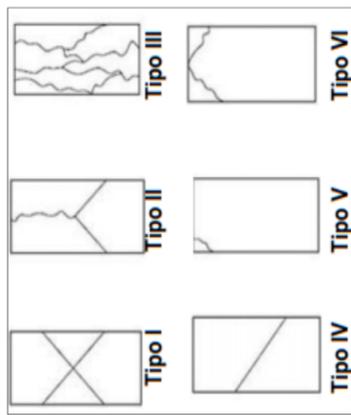
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA C _{m2}	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	ORBITIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	411.39	41949	28	235.81	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO

SOLICITA: BACH. JERMHEO. JESHUA INOCENTE CAQUI

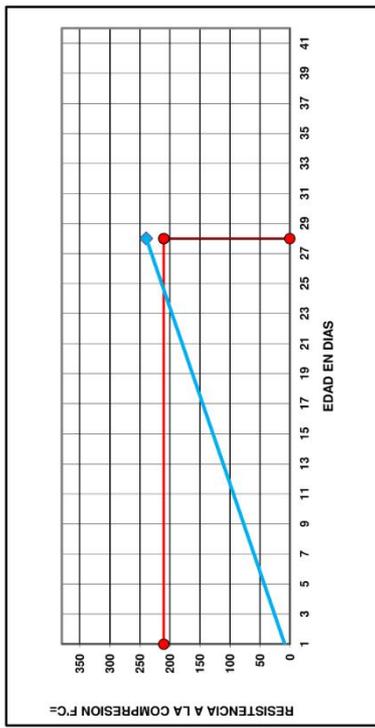
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

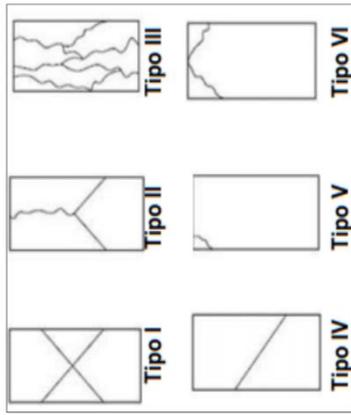
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG.	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	417.50	42572	28	239.31	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

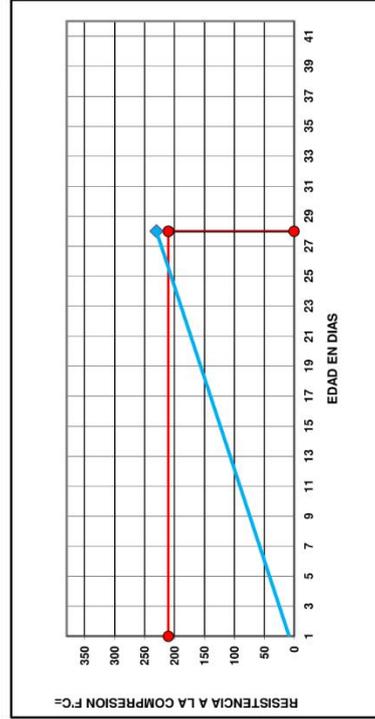
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

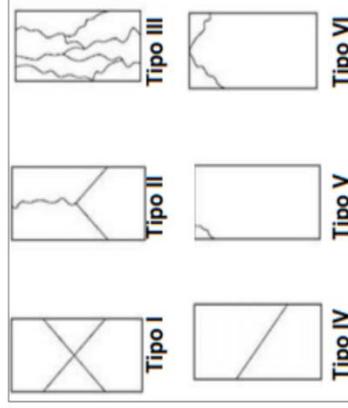
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	401.62	40953	28	230.21	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

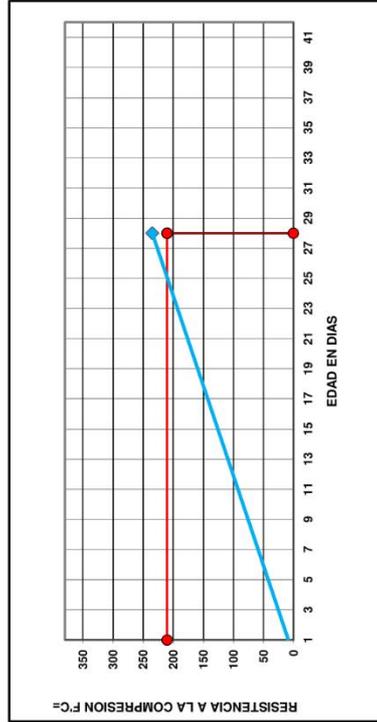
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH, JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

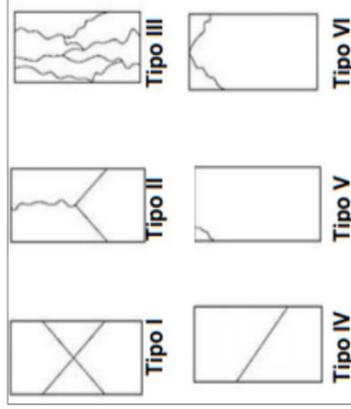
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 399.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ²	OBJETIVO f _c = Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	409.30	41736	28	234.61	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO

SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI

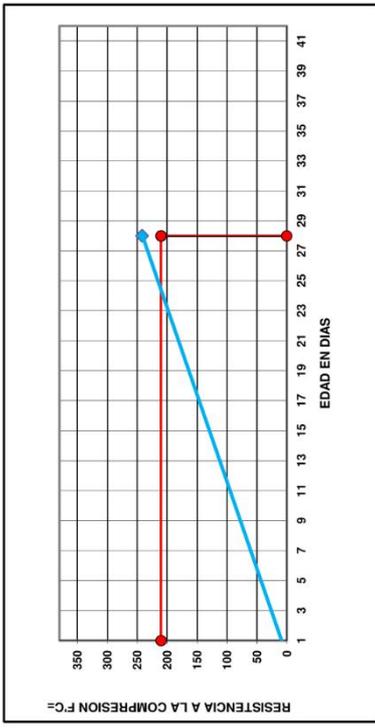
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

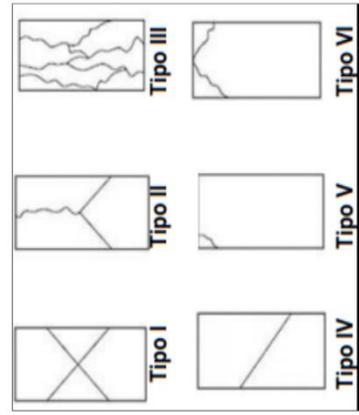
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA POTABLE	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	421.69	43000	28	241.71	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO

SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

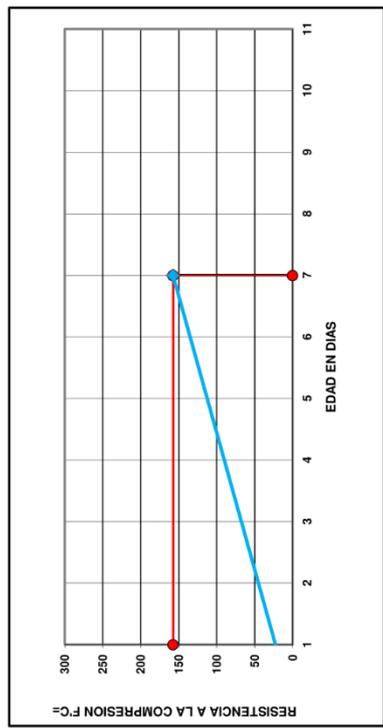
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

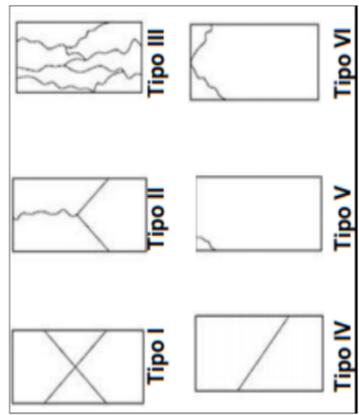
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 338.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	274.55	27996	7	157.37	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

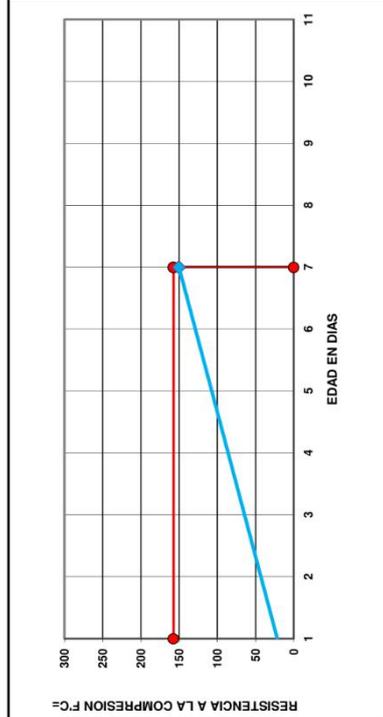
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

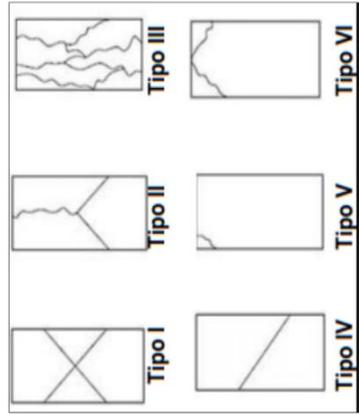
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	262.16	26732	7	150.27	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

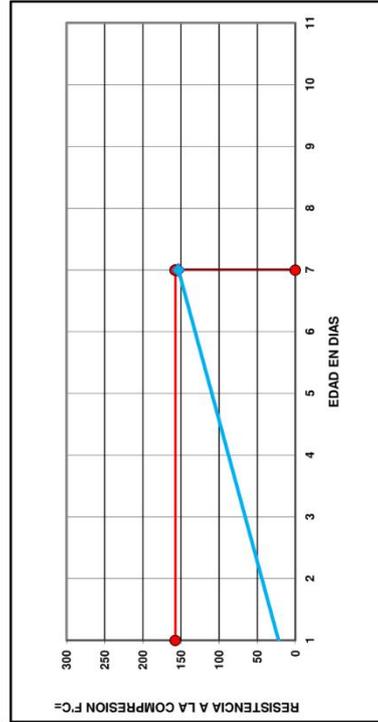
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

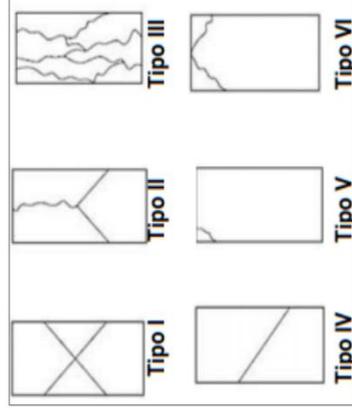
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	ORIENTIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	267.75	27302	7	153.48	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

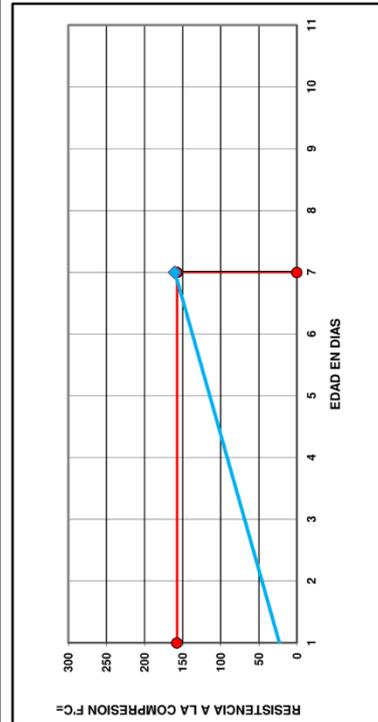
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

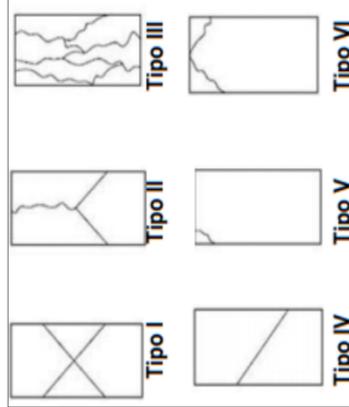
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	279.62	28513	7	160.28	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

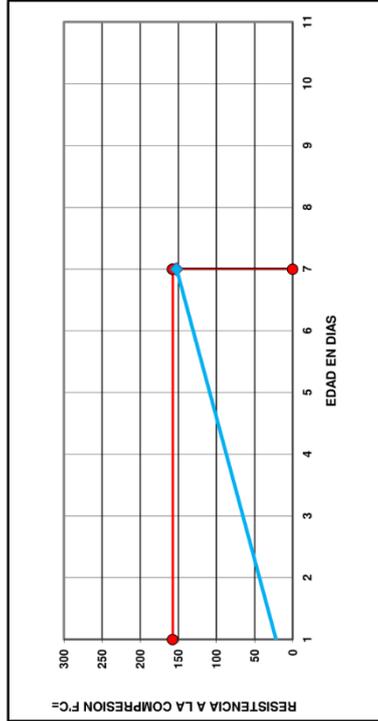
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH, JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

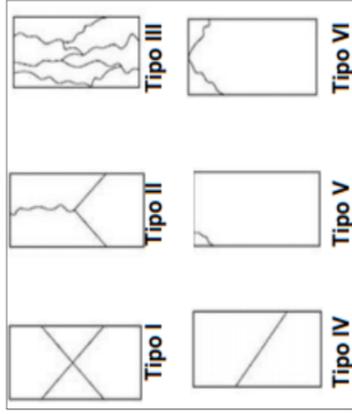
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	265.83	27107	7	152.37	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMIEO JESHUA INOCENTE CAQUI

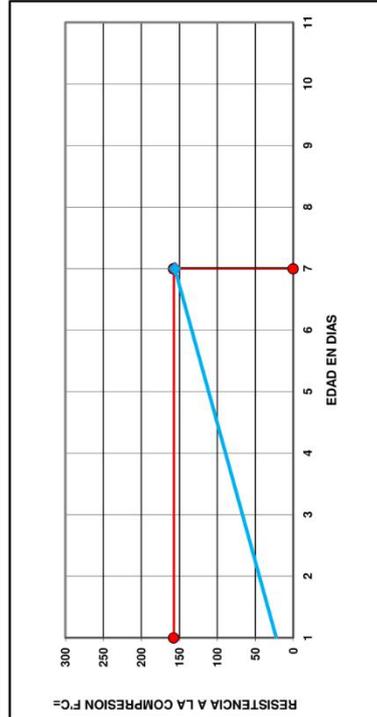
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

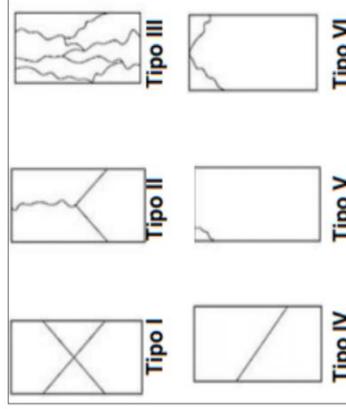
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO C.m.	ÁREA C.m ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ²	OBJETIVO f _c = Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	272.11	27747	7	155.97	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH, JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

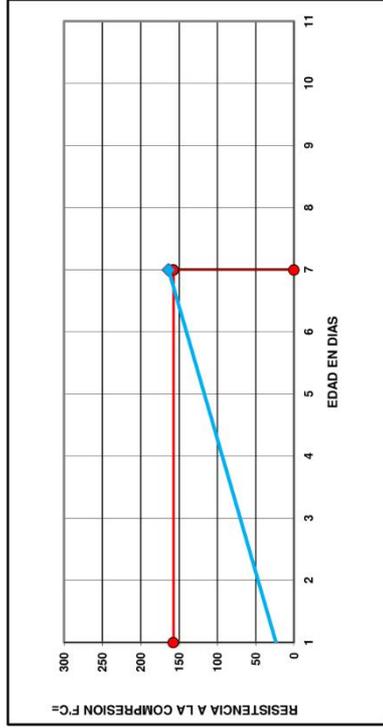
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

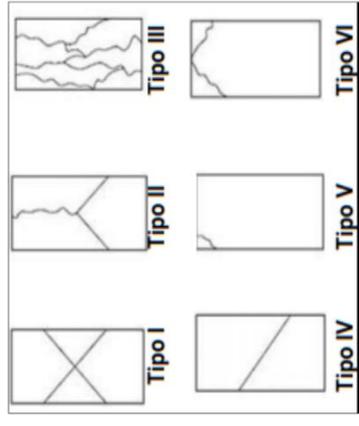
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 338.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	10/05/2022	15.1	177.89	285.38	29100	7	163.58	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

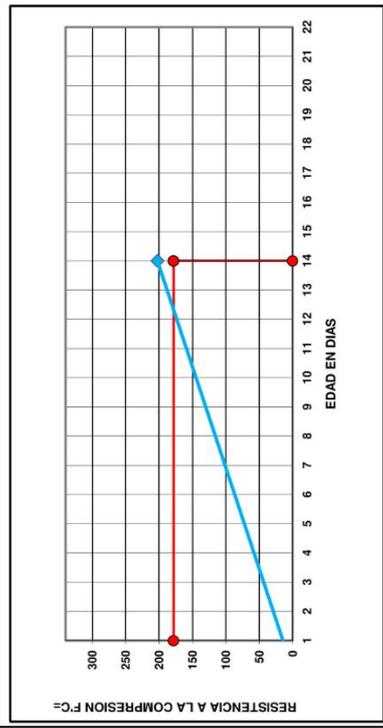
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

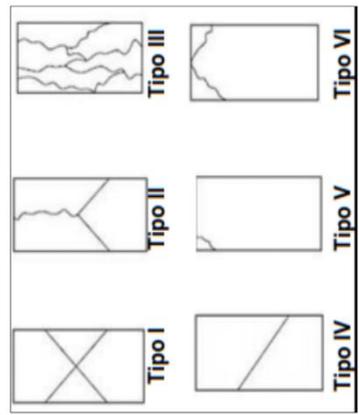
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	353.10	36006	14	202.40	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



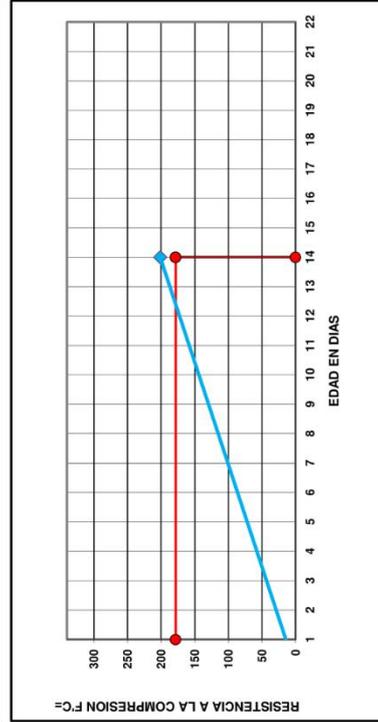
ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022”
UBICACIÓN:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA:	BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA:	MAYO DEL 2022
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

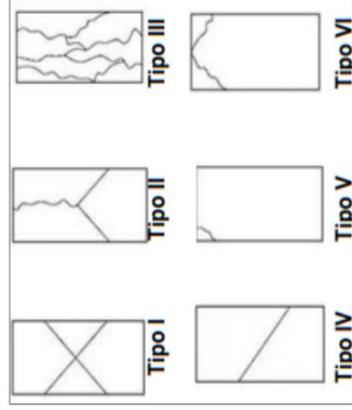
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm ² .	ORJETIVO fc= Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	351.18	35810	14	201.30	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

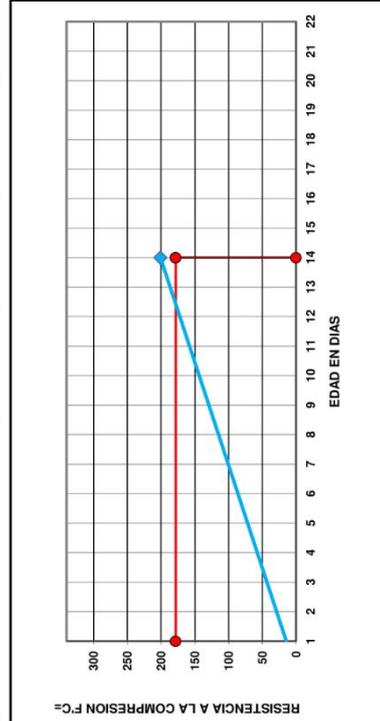
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

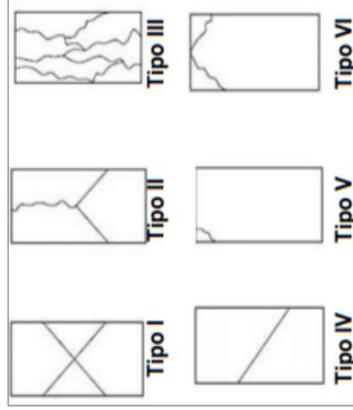
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	ORBITIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	350.30	35720	14	200.79	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

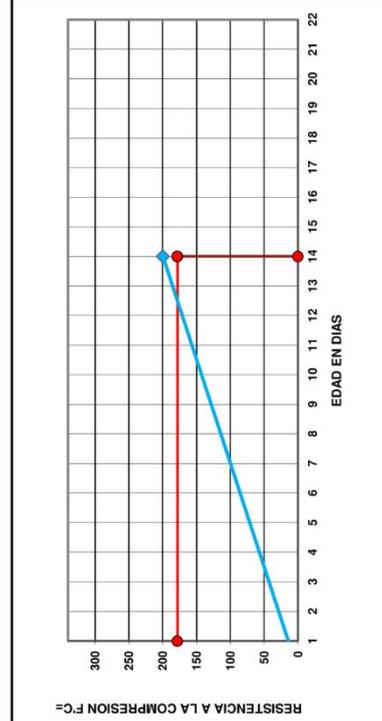
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

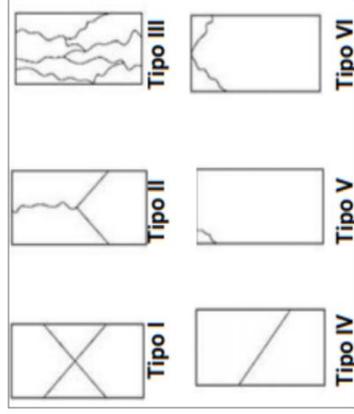
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL EN KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm ²	OBJETIVO fc= Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	348.73	35560	14	199.89	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

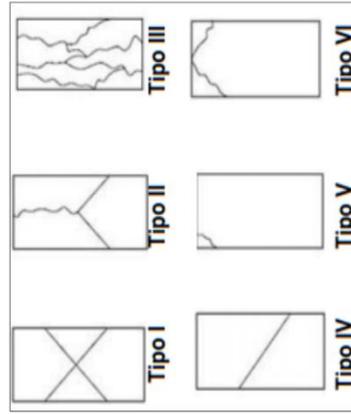
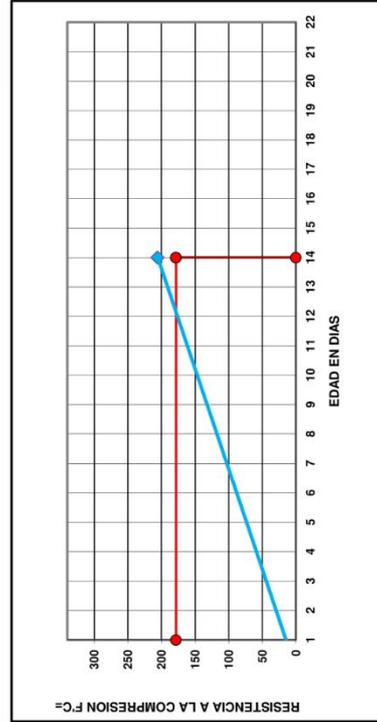
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH, JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 399.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL EN KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ²	OBJETIVO f _c = Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	358.86	36593	14	205.70	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESION

OBRA: "COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECANICA A LA COMPRESION DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUANUCO - PERU, 2022"

UBICACION: HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI

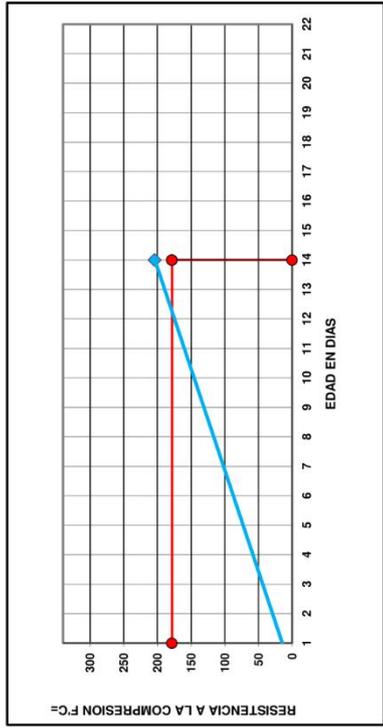
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

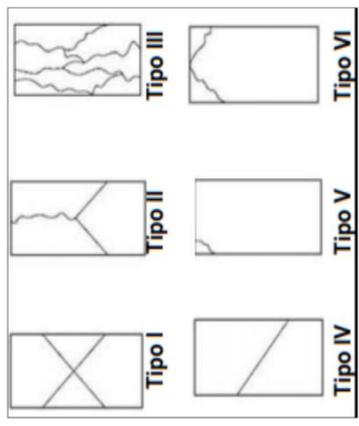
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 399.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL EN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ²	OBJETIVO f _c = Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	355.72	36273	14	203.90	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

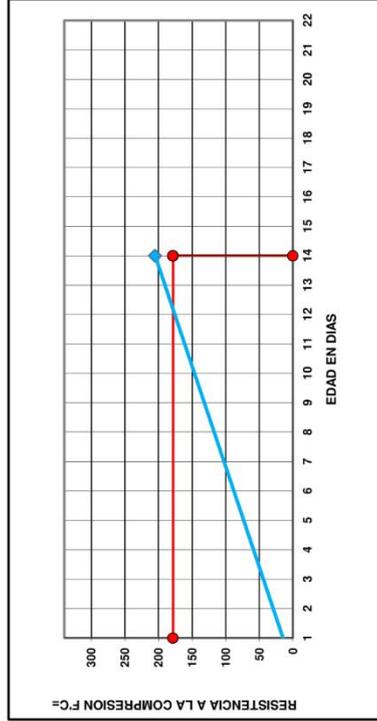
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

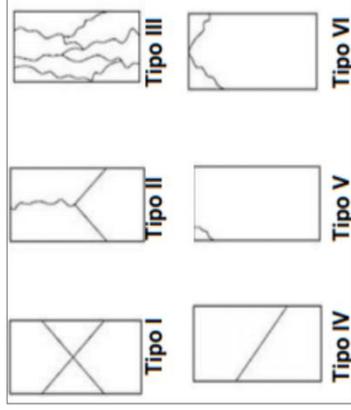
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	17/05/2022	15.1	177.89	357.61	36465	14	204.98	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

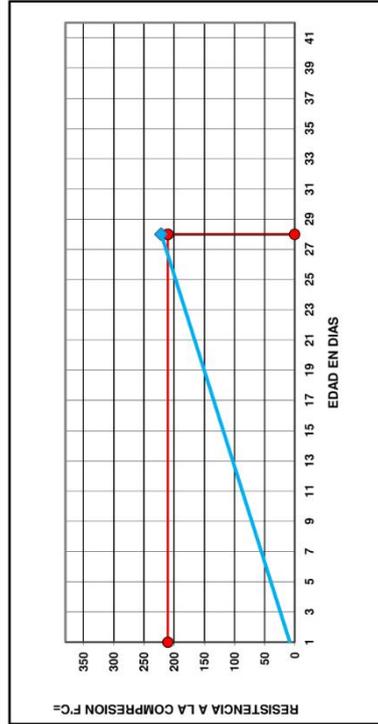
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

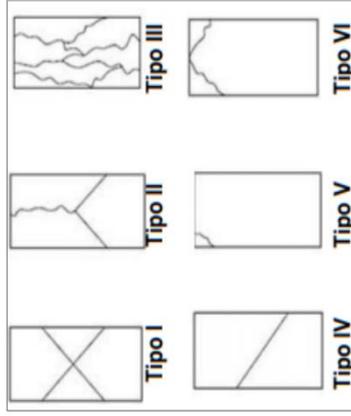
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm ²	OBJETIVO fc= Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	386.26	39387	28	221.41	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

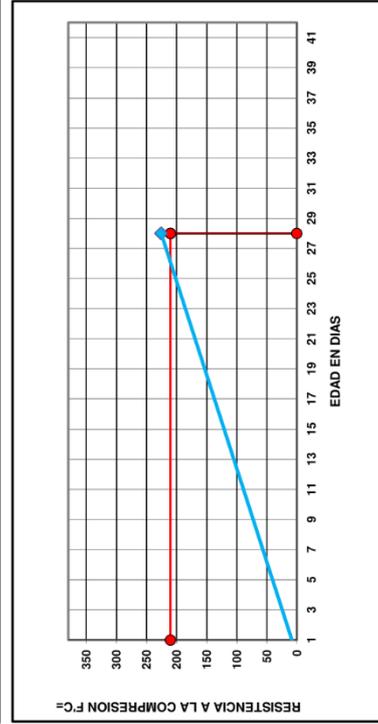


ROTURA A LA COMPRESION	
OBRA:	“COMPARACION DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESION DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022”
UBICACION:	HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA:	BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA:	MAYO DEL 2022
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

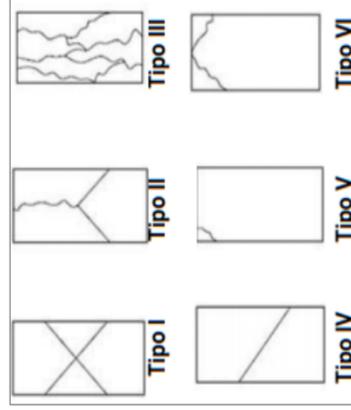
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA MTP 399.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ²	OBJETIVO f _c = Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	393.77	40153	28	225.71	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI

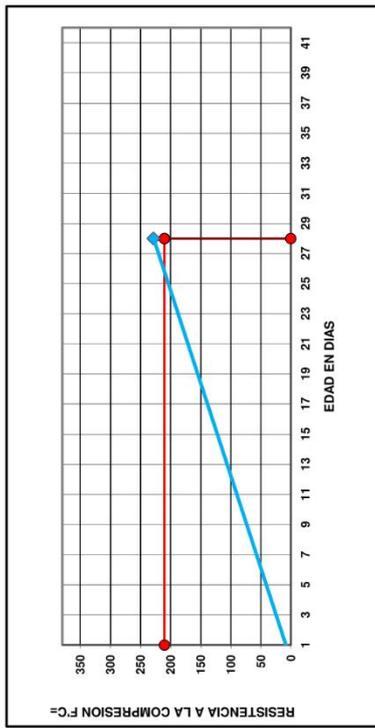
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STVE-2000 MARCA KAYZACORP

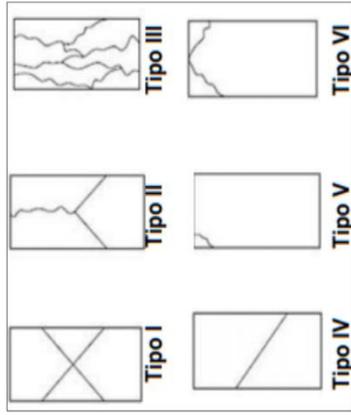
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	f _c Kg.cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg.cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	398.48	40633	28	228.41	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

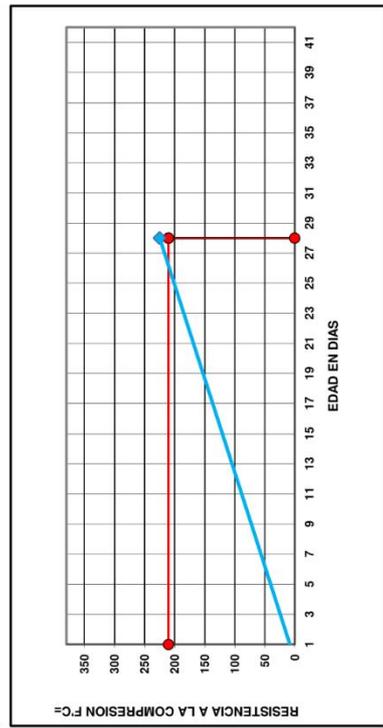
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

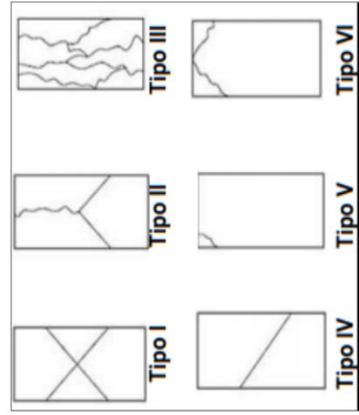
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DIAS	fc Kg/cm ² .	ORIEATIVO fc= Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	392.19	39992	28	224.81	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

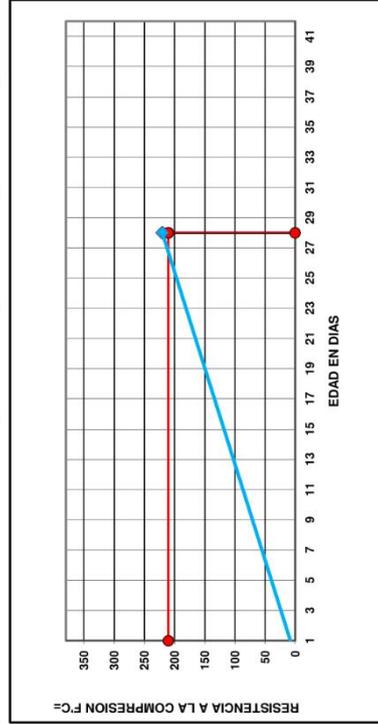
OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
SOLICITA: BACH. JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI
FECHA: MAYO DEL 2022
EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

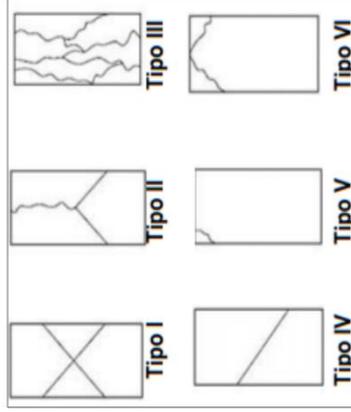
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 398.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG.	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	384.34	39191	28	220.31	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO

SOLICITA: BACH. JERMIEHO JESHUA INOCENTE CAQUI

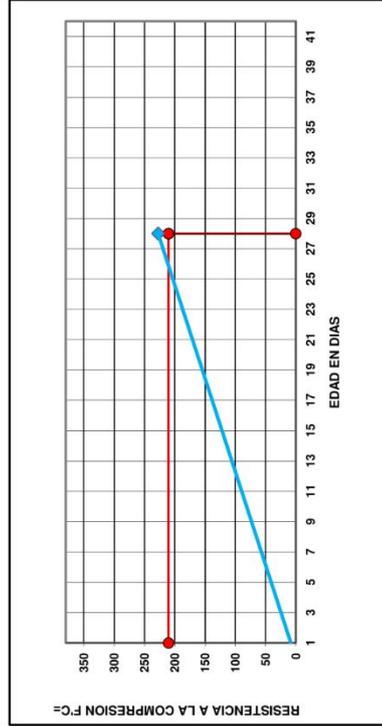
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

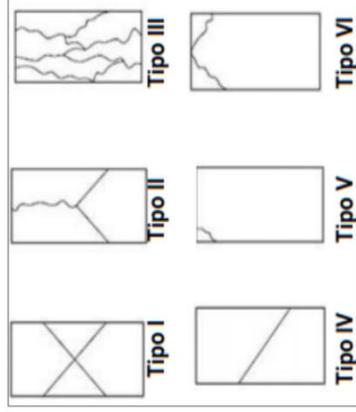
VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	396.73	40455	28	227.41	210	VI



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: BACH. JERMEO JESHUA INOCENTE CAQUI

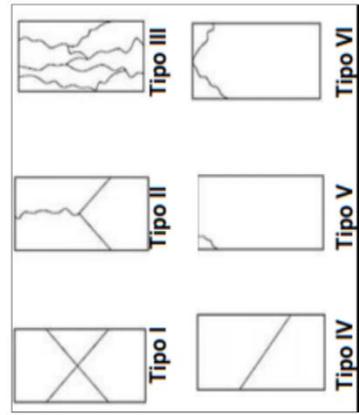
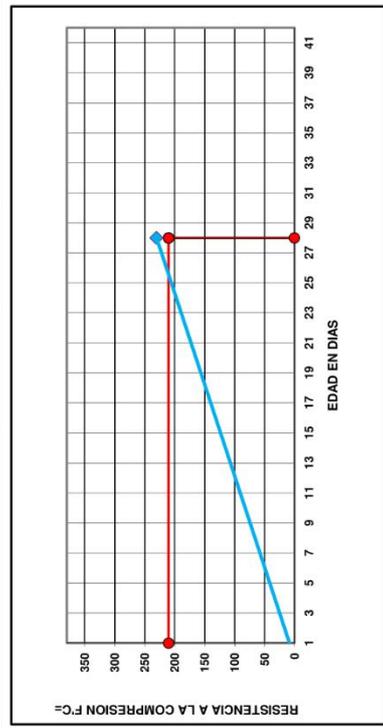
FECHA: MAYO DEL 2022

EQUIPO: PRENSA DIGITAL STYE-2000 MARCA KAYZACORP

VERIFICACION DE CONCRETO

NORMA NTP 339.034 (CONCRETO METODO DE ENSAYO PARA ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO)

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG.	EDAD EN DIAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .	TIPO DE FALLA
PROBETA CON AGUA TRATADA	03/05/2022	31/05/2022	15.1	177.89	401.79	40971	28	230.31	210	V



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Anexo 05. Certificados de calibración de equipos



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 242 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 053-2022
Fecha de emisión : 2022-03-29

1. **Solicitante** : INVERSIONES EHEC S.R.L.

Dirección : BL. SAN ANDRES MZA. B LOTE. 08 URB. CORAZON DE JESUS - PILLCO MARCA - HUANUCO

2. **Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : KAIZA CORP
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 190166
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Homba Hidraulica : ELÉCTRICA

3. **Lugar y fecha de Calibración**
URB. SAN ANDRÉS MZ. C LOTE 6 - PILLCO MARCA - HUÁNUCO
28 - MARZO - 2022

4. **Método de Calibración**
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

5. **Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

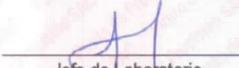
6. **Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,9	21,9
Humedad %	66	67

7. **Resultados de la Medición**
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente

8. **Observaciones**
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 242 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	101,56	101,94	-1,56	-1,94	101,75	-1,72	-0,38
200	201,78	201,25	-0,89	-0,63	201,52	-0,75	0,27
300	302,91	302,55	-0,97	-0,85	302,73	-0,90	0,12
400	403,65	403,20	-0,91	-0,80	403,43	-0,85	0,11
500	502,78	503,22	-0,56	-0,64	503,00	-0,60	-0,09
600	602,45	602,68	-0,41	-0,45	602,57	-0,43	-0,04
700	702,15	702,95	-0,31	0,42	702,55	-0,38	-0,11

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9983x - 1,8178$

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

GRÁFICO N° 1

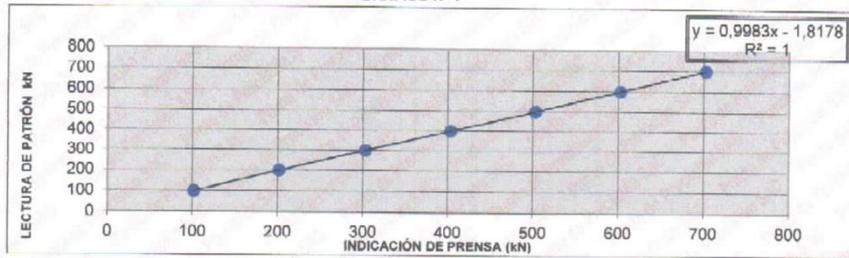
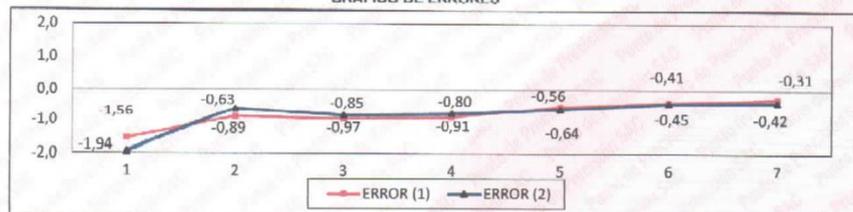


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

Anexo 06. Resolución de designación de asesor de Tesis

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 941-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de Agosto de 2021

Visto, el Oficio N° 606-2021-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 3257, del Bach. **Jermheo Jeshua, INOCENTE CAQUI**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 3257, presentado por el (la) Bach. **Jermheo Jeshua, INOCENTE CAQUI**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria, 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:

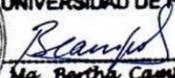
Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Jermheo Jeshua, INOCENTE CAQUI**, al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

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

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Ethel Johany Monzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**
DECANO

Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Distribución:

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

Anexo 07. Resolución de aprobación de proyecto de tesis

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 151-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 21 de enero de 2022

Visto, el Oficio N° 087-2022-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) intitulado: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022", presentado por el (la) Bach. **JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI**.

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° 941-2021-D-FI-UDH, de fecha 18 de agosto de 2021, perteneciente al Bach. **JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 087-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022" presentado por el (la) Bach. **JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI**, integrado por los siguientes docentes: Dr. Francisco Villegas Quispe (Presidente), Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Secretario) y Ing. Jerry Marlon Dávila Martel (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 intitulado: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022" presentado por el (la) Bach. **JERMHEO JESHUA INOCENTE CAQUI** 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 Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Jherani Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



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

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduado - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

Anexo 08. Resolución de designación de jurado

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 093-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 31 de enero de 2023

Visto, el Of. N° 076-2023-C-PAIC-FI-UDH y el Exp. N° 388597-0000000507 presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien informa que el (la) Bach. **Jermheo Jeshua INOCENTE CAQUI**, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022**".

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, 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. - NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL TRATADA CON LOMBRIFILTRO, EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ, 2022**", presentado por el (la) Bach. **Jermheo Jeshua INOCENTE CAQUI**, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| ➤ Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas | PRESIDENTE |
| ➤ Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza | SECRETARIO |
| ➤ Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar | VOCAL |

Artículo Segundo. - Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



Distribución:
C PAIC -Mat. y Reg. Acad.- Interesado- Jurado (03)-Archivo
BCR/EJML/nto.