



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORES:

Almanza Muñoz, Sayda Pilar (ORCID: 0000-0003-4073-4351)

Zamudio Loarte, Melissa Brigitte (ORCID: 0000-0001-9926-7095)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicar en primer lugar a Dios por ser mi guía y mi fortaleza en cada momento. A mis padres Marcelo Almanza y Lula Muñoz, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo durante estos años de formación profesional, los cuales me han enseñado que nada es fácil pero con esfuerzo y optimismo se logra todo. A mis hermanos Aron, Raquel y Joel, siendo ellos mi fuente de motivación para alcanzar mis metas. A mi compañera Melissa por su dedicación y soporte para concretar con éxito el proyecto de investigación.

Almanza Muñoz, Sayda

Dedico esta tesis ante todo a mi padre Adolfo, por su apoyo incondicional en mi formación profesional. A mi madre Amelia, por su protección y bendición diaria a lo largo de mi vida. A mis hermanos por sus consejos que de una u otra manera me han guiado para culminar con esta etapa de mi vida.

Zamudio Loarte, Melissa

Agradecimiento

En primer lugar agradecemos a nuestros padres y familiares por el apoyo constante durante nuestra etapa de formación profesional.

A nuestro asesor Dr. Ing. Tello Mal partida Omart Demetrio quien con sus experiencias y conocimientos ha sabido orientarnos en la culminación de nuestra tesis.

De igual manera a los amigos cercanos que nos brindaron su apoyo, facilitando conseguir algunos materiales requeridos en la investigación.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación	24
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.3. Población, muestra y muestreo.....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos	30
3.6. Métodos de análisis de datos.....	33
3.7. Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN	91
VI. CONCLUSIONES	95
VII. RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS	100
ANEXOS	106

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Componentes de Cemento Portland</i>	17
Tabla 2. <i>Consistencia del Concreto</i>	18
Tabla 3. <i>Composición de lodo de partida</i>	21
Tabla 4. <i>Composición Química de la Ceniza de Lodo de papel</i>	21
Tabla 5. <i>Composición Química de la Roca Esquisto</i>	22
Tabla 6. <i>Probetas para Ensayo de Resistencia a Compresión.</i>	27
Tabla 7. <i>Vigas para Ensayo de Resistencia a Flexión.</i>	27
Tabla 8. <i>Muestras para Ensayo de Asentamiento</i>	28
Tabla 9. <i>Muestras para Ensayo de Exudación.</i>	28
Tabla 10. <i>Fichas técnicas</i>	29
Tabla 11. <i>Composición química de Ceniza de Lodo de Papel</i>	44
Tabla 12. <i>Composición Química de Roca Esquisto calcinada</i>	45
Tabla 13. <i>Análisis granulométrico del agregado fino (arena gruesa)</i>	48
Tabla 14. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i>	50
Tabla 15. <i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	51
Tabla 16. <i>Contenido de humedad del agregado grueso</i>	51
Tabla 17. <i>Peso Unitario suelto del agregado fino</i>	52
Tabla 18. <i>Peso Unitario compactado del agregado fino</i>	53
Tabla 19. <i>Peso Unitario suelto del agregado grueso</i>	54
Tabla 20. <i>Peso Unitario compactado del agregado grueso</i>	55
Tabla 21. <i>Peso específico y absorción del agregado fino</i>	56
Tabla 22. <i>Peso específico y absorción del agregado grueso</i>	57
Tabla 23. <i>Diseño de la mezcla patrón</i>	65
Tabla 24. <i>Diseño de la mezcla con 7% de ceniza de lodo de papel y esquisto</i> ...	65
Tabla 25. <i>Diseño de la mezcla con 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto.</i> ..	66
Tabla 26. <i>Datos obtenidos del Ensayo de Asentamiento</i>	67
Tabla 27. <i>Datos obtenidos del Ensayo de exudación en la mezcla patrón</i>	70
Tabla 28. <i>Datos obtenidos del Ensayo de exudación en la mezcla del 7%</i>	70
Tabla 29. <i>Datos obtenidos del Ensayo de exudación en la mezcla del 11%</i>	71
Tabla 30. <i>Volumen acumulado de exudación</i>	71
Tabla 31. <i>Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 7 días</i>	75
Tabla 32. <i>Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 14 días.</i> ..	76

Tabla 33. Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 28 días..	76
Tabla 34. Resultados del Ensayo de Resistencia de Flexión a los 7 días.....	77
Tabla 35. Resultados del Ensayo de Resistencia de Flexión a los 14 días.....	78
Tabla 36. Resultados del Ensayo de Resistencia de Flexión a los 28 días.....	78
Tabla 37. Resumen del Ensayo de Asentamiento del Concreto 210kg/cm2.....	79
Tabla 38. Resumen de Ensayo de Exudación.....	80
Tabla 39. Resumen de Ensayo a Compresión a los 7 días.....	82
Tabla 40. Resumen de Ensayo a Compresión a los 14 días.....	83
Tabla 41. Resumen de Ensayo a Compresión a los 28 días.....	84
Tabla 42. Resumen de Ensayo a Compresión a los 7, 14 y 28 días.....	85
Tabla 43. Resumen de Ensayo a Flexión a los 7 días.....	86
Tabla 44. Resumen de Ensayo a Flexión a los 14 días.....	87
Tabla 45. Resumen de Ensayo a Flexión a los 28 días.....	88
Tabla 46. Resumen de Ensayo a Flexión a los 7, 14 y 28 días.....	89

Índice de figuras

Figura 1. Proporción de los Componentes del concreto.....	16
Figura 2. Ensayo de slump según NTP.....	19
Figura 3. Puntualización de Carga en Ensayo a Flexión.....	20
Figura 4. Aspecto del secado de lodos de papel.....	20
Figura 5. Empresa Papelera “TRUPAL S.A.”.....	35
Figura 6. Residuos de la fabricación de papel.....	35
Figura 7. Muestras de Lodo de Papel.....	36
Figura 8. Localidad de Balsas.....	36
Figura 9. Geólogo de la Empresa “GEODA GROUP SAC”.....	37
Figura 10. Identificación y extracción de la roca esquisto.....	37
Figura 11. Recolección de las muestras de esquisto.....	38
Figura 12. Muestras de Roca Esquisto.....	38
Figura 13. Ubicación de la Ferretería “ANGELO’S”.....	39
Figura 14. Cemento, agregados finos y agregados gruesos para concreto.....	39
Figura 15. Muestras de lodo de papel en bandejas.....	40
Figura 16. Colocado de muestras de lodo de papel en el horno.....	40

<i>Figura 17.</i> Calcinación del lodo de papel	41
<i>Figura 18.</i> Molde de acero con la muestra de lodo de papel.....	41
<i>Figura 19.</i> Molienda manual del lodo de papel calcinado.....	42
<i>Figura 20.</i> Muestras de roca esquisto pulverizadas	42
<i>Figura 21.</i> Molde de acero con la roca esquisto pulverizada	43
<i>Figura 22.</i> Muestra de roca esquisto calcinada	43
<i>Figura 23.</i> Fluorescencia de Rayos X de ceniza de lodo de papel.....	44
<i>Figura 24.</i> Fluorescencia de Rayos X de esquisto calcinada	45
<i>Figura 25.</i> Laboratorio de Ensayos de Materiales “INGEOCONTROL”.....	46
<i>Figura 26.</i> Tamizado del agregado fino.....	47
<i>Figura 27.</i> Agregado fino retenido en los tamices	47
<i>Figura 28.</i> Tamizado del agregado grueso.....	49
<i>Figura 29.</i> Agregado grueso retenido en los tamices	49
<i>Figura 30.</i> Llenado del molde con agregado fino	52
<i>Figura 31.</i> Compactado y enrasado del agregado fino.....	53
<i>Figura 32.</i> Llenado del molde con agregado grueso	54
<i>Figura 33.</i> Compactado y enrasado del agregado grueso	55
<i>Figura 34.</i> Muestra de agregado saturada y sumergida.....	56
<i>Figura 35.</i> Llenado de ceniza de lodo de papel en el “Le Chatelier”	58
<i>Figura 36.</i> Peso específico de ceniza de lodo de papel	58
<i>Figura 37.</i> Llenado de esquisto calcinado en el “Le Chatelier”	59
<i>Figura 38.</i> Peso específico de esquisto calcinado.....	59
<i>Figura 39.</i> Resistencia a la compresión requerida	60
<i>Figura 40.</i> Contenido de aire atrapado.....	60
<i>Figura 41.</i> Volumen unitario de agua	61
<i>Figura 42.</i> Relación agua/cemento por resistencia	61
<i>Figura 43.</i> Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	62
<i>Figura 44.</i> Compactado y enrasado de la mezcla en el cono de Abrams	66
<i>Figura 45.</i> Toma de lectura del asentamiento	67
<i>Figura 46.</i> Llenado y tapado de la Olla Washington.....	68
<i>Figura 47.</i> Inclinación del molde para la extracción del agua exudada	69
<i>Figura 48.</i> Lectura del agua exudada en la mezcla.....	69
<i>Figura 49.</i> Llenado y compactado de probetas cilíndricas	72

<i>Figura 50.</i> Llenado y compactado de vigas	73
<i>Figura 51.</i> Elaboración de probetas cilíndricas y vigas	73
<i>Figura 52.</i> Curado de probetas cilíndricas y vigas.....	74
<i>Figura 53.</i> Medición de probetas cilíndricas	74
<i>Figura 54.</i> Rotura de probetas cilíndricas.....	75
<i>Figura 55.</i> Rotura de vigas	77

Índice de gráficos

<i>Gráfico 1.</i> Curva granulométrica del agregado fino	48
<i>Gráfico 2.</i> Curva granulométrica del agregado grueso.....	50
<i>Gráfico 3.</i> Ensayo de Asentamiento	68
<i>Gráfico 4.</i> Volumen de exudación vs tiempo	71
<i>Gráfico 5.</i> Comparación de consistencia de mezclas ensayadas.....	79
<i>Gráfico 6.</i> Exudación vs Dosificación	81
<i>Gráfico 7.</i> Resistencia a Compresión del concreto vs Dosificación a los 7 días... 82	
<i>Gráfico 8.</i> Resistencia a Compresión del concreto vs Dosificación a los 14 días. 83	
<i>Gráfico 9.</i> Resistencia a Compresión del concreto vs Dosificación a los 28 días. 84	
<i>Gráfico 10.</i> Resistencia a Compresión del concreto por dosificación a los 7, 14 y 28 días	85
<i>Gráfico 11.</i> Resistencia a Flexión del concreto vs Dosificación a los 7 días	87
<i>Gráfico 12.</i> Resistencia a Flexión del concreto vs Dosificación a los 14 días	88
<i>Gráfico 13.</i> Resistencia a Flexión del concreto vs Dosificación a los 28 días	89
<i>Gráfico 14.</i> Resistencia a Flexión del concreto por dosificación a los 7, 14 y 28 días	90

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto sobre las propiedades del concreto $f'c=210$ Kg/cm², a partir de la comparación con un concreto convencional. Fue un estudio de tipo aplicada y diseño cuasi experimental, la muestra estuvo conformada por 27 probetas cilíndricas y 27 probetas tipo viga. En el procedimiento de la investigación se llevó a cabo el diseño de concreto patrón y el concreto con la primera dosificación del 7% (4,5% lodo de papel y 2,5% esquisto) y la segunda dosificación del 11% (6,5% lodo de papel y 4,5% esquisto) en sustitución del cemento. Obteniendo como resultado en la consistencia la disminución con el 11% de cemento sustituido de hasta 29.14% respecto al patrón, igualmente en la exudación disminuyó hasta un 21.56%, en cuanto a resistencia a compresión la dosificación óptima a los 28 días fue la del 7% de cemento sustituido con un aumento de 0.1% en comparación al patrón, mientras que en la resistencia a flexión con la dosificación del 11% se superó al patrón en 28.85%. Se determinó que el óptimo porcentaje de ceniza de lodo de papel y esquisto para la resistencia a compresión es el 7% y para la resistencia a flexión es el 11% logrando un concreto de calidad cumpliendo con lo especificado a las normas técnicas.

Palabras claves: Ceniza de lodo de papel, esquisto, consistencia, exudación, resistencia del concreto.

Abstract

The present investigation had as general objective to evaluate the influence of the mixture of paper sludge ash and shale on the properties of concrete $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$, from the comparison with a conventional concrete. It was an applied-type study and quasi-experimental design; the sample consisted of 27 cylindrical specimens and 27 beam-type specimens. In the research procedure, the design of standard concrete and concrete was carried out with the first dosage of 7% (4.5% paper sludge and 2.5% shale) and the second dosage of 11% (6, 5% paper sludge and 4.5% shale) replacing cement. Obtaining as a result in consistency the decrease with 11% of substituted cement of up to 29.14% with respect to the standard, also in the exudation it decreased to 21.56%, in terms of resistance to compression the optimal dosage at 28 days was that of 7 % of cement replaced with an increase of 0.1% compared to the standard, while the flexural strength with the dosage of 11% exceeded the standard by 28.85%. It was determined that the optimum percentage of paper mud and shale ash for compressive strength is 7% and for flexural strength is 11%, achieving quality concrete complying with the specifications of the technical standards.

Keywords: Paper Sludge Ash, shale, consistency, bleeding, concrete strength.

I. INTRODUCCIÓN

La industria papelera genera gran cantidad de residuos y la eliminación de estos desechos comprende un problema ambiental grave a nivel mundial, puesto que la mayoría de estos terminan en los vertederos y generan emisión de gases durante su descomposición. Así mismo, uno de los principales productores de los gases causantes del efecto invernadero es la industria del cemento, conocida por la fabricación del Clinker y la sobreexplotación de las canteras para su producción. En este sentido se ha reforzado enormemente la búsqueda de nuevos residuos industriales y productos naturales poco explorados que sirvan como base de futuras adiciones puzolánicas, centrando especial atención en los residuos por su escaso aprovechamiento de sus propiedades, y por su negativo impacto medioambiental que supone su vertido incontrolado.

A nivel internacional, se han estudiado múltiples alternativas de valorización de residuos papeleros y materias primas naturales entre las cuales se incluyen aplicaciones como aditivo en mezclas de concreto. En el trabajo de investigación desarrollado en Chile, Dreyse [1] tuvo la idea de aplicar la ceniza de lodos de papel como reemplazo parcial del cemento, que calcinando los lodos a una temperatura de 600° y 900° posee componentes cementicios y como resultado incrementa la resistencia del hormigón a compresión. Así mismo en Colombia se estudió la ceniza de bagazo de caña como reemplazo del cemento en la preparación de morteros, donde la influencia de la ceniza de bagazo de caña respecto a la resistencia a compresión y flexión para morteros dio resultados óptimos ya que supero en gran proporción a las muestras patrón [2]. Por otra parte en México, Cabrera [3] menciona que el residuo industrial denominado esquisto puede ser aprovechada como alternativa al cemento, los cuales se pueden emplear como adiciones minerales en la preparación del cemento portland en este estudio resultó viable el reemplazo pudiendo aumentar la resistencia mecánica del concreto.

En el ámbito nacional, en el Perú investigaciones recientes reportan el uso de residuos industriales como adiciones puzolánicas para obtener un mejoramiento en las propiedades del concreto. Estudios como el de Camus y Vivar [4], en San Martín, donde se evidencia que se puede elaborar paneles y bloques prefabricados con el uso de lodo de papel, concluyendo que a partir del uso de

estos residuos es posible obtener concreto con buena resistencia mecánica y durabilidad. Así mismo, se hallaron investigaciones de diseño del concreto relacionadas al uso de residuos, tal es el caso de Moquegua, donde Mariluz y Ulloa [5], evaluaron la adición de las cenizas volantes, obteniendo un material de puzolana artificial, que contribuye a que el concreto tenga durabilidad y resistencia. Del mismo modo, en Cajamarca, la investigación de Rodríguez [6], utilizó la ceniza y cáscara del café, producto de los residuos generados por la agricultura, proveen resultados positivos a las propiedades mecánicas del concreto debido a su contenido alto de sílice.

En el ámbito Local, la industria papelera TRUPAL S.A. localizada en el distrito de Santiago de Cao, Provincia de Ascope, departamento de La Libertad, fabrica el papel empleando el bagazo de caña de azúcar y produce 101.250 a 135.000 toneladas/año, generando grandes cúmulos de lodo de papel y la contaminación de ríos por la disposición de sus residuos desechados que terminan en los vertederos. Por su parte Ruiz [7] revela resultados favorables sobre el uso de lodo papelerero al ser adicionada en pequeñas cantidades de porcentaje en el concreto para optimizar su resistencia. Así mismo, la roca esquisto es un material puzolánico que posee componentes principales: sílice (SiO_2) y óxido de calcio (CaO), la existencia en gran cantidad de esta roca en la zona de Amazonas, localidad de Balsas, permitiría aprovecharlas en la industria de la construcción. Esto pone en manifiesto que la mezcla de cenizas de lodo de papel y por otro lado la roca metamórfica esquisto aplicadas como puzolanas podría complementarse para proporcionar resultados positivos en el aumento de las propiedades del concreto.

De acuerdo a lo mencionado, la presente investigación se interesa en proponer una nueva alternativa mediante la incorporación de residuos industriales y productos nuevos poco explorados como sustituto del cemento en la variación de porcentajes de mezcla de ceniza de lodo papelerero y roca esquisto con el objetivo de evaluar su influencia en las propiedades en estado fresco y estado endurecido del concreto.

Formulación del problema

Respecto a lo mencionado en la realidad problemática, la investigación se centra en el uso de residuos de industrias papeleras como es el lodo de papel y el uso de un recurso natural que viene ser la roca esquisto que son materiales puzolánicas artificiales como una alternativa de sustituto natural al cemento. Por ello se plantea el estudio de la mezcla de ceniza de lodo de papel y roca esquisto en la elaboración de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Problema general

¿De qué manera influye la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, La Libertad - 2020?

Problemas específicos

- ¿De qué manera influye la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con esquisto en la consistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, La Libertad - 2020?
- ¿De qué manera influye la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto en la exudación del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, La Libertad - 2020?
- ¿De qué manera influye la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, La Libertad - 2020?
- ¿De qué manera influye la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, La Libertad - 2020?

Justificación del estudio

En la industria de la Ingeniería Civil el empleo de adiciones minerales en cementos con puzolanas naturales o artificiales muestra una tendencia creciente, por aportar en el desarrollo sustentable y ventajas tecnológicas que buscan mejorar las características del concreto. Según investigaciones de Avalos y Saldaña [8] mencionan que el uso de ceniza puzolana dado a su composición química, ayuda favorablemente reducir los impactos ambientales que se producen debido a la producción de cemento. Por ello este proyecto busca contribuir al

desarrollo de innovadoras alternativas que mejoren el concreto. De igual manera, la presente investigación está orientada en aprovechar los residuos de las industrias papeleras como el lodo de papel en combinación de la roca esquisto y que aporten mejoras a las propiedades en estado Freso y Endurecido del concreto, se llevará a cabo ensayos de laboratorio de acuerdo a lo establecido en las normas. Así mismo, se brindará un mejor conocimiento para futuras investigaciones sobre el tema de usar nuevos sustitutos al cemento, de manera que influya positivamente en las propiedades del concreto y contribuir con la reducción de explotación de canteras e incentivar la reutilización de materiales naturales con el fin de conservar el medio ambiente.

Hipótesis general

La mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto, influye de manera favorable en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, La Libertad- 2020.

Hipótesis Específicas

- La mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con el esquisto, influye de manera favorable en la consistencia del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.
- La mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con el esquisto, influye de manera favorable en la exudación del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, La Libertad- 2020.
- La mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con el esquisto, influye de manera favorable en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.
- La mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con el esquisto, influye de manera favorable en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.

Objetivo General

Evaluar la influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto sobre las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.

Objetivos Específicos

- Evaluar la influencia de la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto sobre la consistencia del concreto $f'_c=210$ Kg/cm², La Libertad - 2020.
- Evaluar la influencia de la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto sobre la exudación del concreto $f'_c=210$ Kg/cm², La Libertad - 2020.
- Evaluar la influencia de la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ Kg/cm², La Libertad - 2020.
- Evaluar la influencia de la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto sobre la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ Kg/cm², La Libertad - 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes nacionales elegidos, relacionados al objetivo son:

Ruiz (2018), en su investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil Titulada **“Resistencia de Viga con cemento sustituido en 8% y 10% por la combinación de ceniza de lodo de papel y esquisto”** [7], de la Universidad San Pedro de Chimbote. Su objetivo principal fue determinar la fuerza a flexión de una viga de un concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 8% y 10% por una mezcla de ceniza de lodo de papel y roca esquisto. La metodología que se empleo fue experimental, ya que consistió en remplazar el cemento en 8% y 10% para evaluar la resistencia a la flexión. La población que tomo el investigador fue el grupo de vigas, con muestra de 27 vigas que se trabajó para la resistencia a la flexión y como instrumentos se usó una guía de observación donde se recogerá datos de los ensayos a resistencia a la flexión sometidos durante 7, 14 y 28 días. Los principales resultados en las probetas experimentales para el diseño de 8% (6% lodo de papel calcinado y 2% polvo esquisto) mejoró un 6.44% frente al concreto Patrón y para el diseño de 10% (6 % lodo de papel calcinado y 4 % polvo esquisto) obtuvo un cambio positivo de 12.6% superando al concreto patrón. Por ende se concluyó que esta mezcla compuesta por lodo de papel calcinado y polvo de esquisto se logró incrementar la resistencia a flexión a mayor tiempo de curado.

Hilario (2018), presentó una tesis titulada **“Resistencia de un concreto con sustituido parcialmente por lodo de papel y concha de abanico”** [9], de la Universidad San Pedro en Chimbote, la cual tuvo como propósito determinar la fuerza a compresión del concreto $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ en comparación de un concreto convencional, reemplazando al material cemento en porcentajes de 10 % y 15 % por la mezcla de lodo de papel calcinado y concha de abanico pulverizado. El diseño de investigación de este proyecto fue de tipo aplicada y experimental porque se estudió la influencia de la mezcla de lodo de papel calcinado y concha de abanico pulverizado sobre la resistencia a compresión del mortero, tomando como población probetas cilíndricas de concreto, cuyas muestras fueron 27 Probetas que se evaluaran a los 7, 14, y 28 días. La técnica usada fue la observación y como instrumento se tuvo una guía de observación resumen. En base a los resultados obtenidos la sustitución al cemento en 10 % (7.5% cenizas

de lodo de papel y 2.5 % polvo de concha de abanico) alcanzó un $f'c=236.76\text{kg/cm}^2$, y el reemplazo del 15% (10% lodo de papel calcinado y 5 % concha de abanico pulverizado obtuvo una $f'c=207.31\text{ kg/cm}$ lo cual fue superada por el concreto normal en 3.63%, Respecto a la consistencia se obtuvo para el concreto patrón un asentamiento de 3" utilizando una relación a/c de 0.69, mientras que para el concreto con sustitución del cemento en 10% y 15% el asentamiento presentó disminución por lo que se utilizó una relación a/c de 0.706 y 0.711 respectivamente para lograr un asentamiento de 3". Se concluyó que el porcentaje óptimo fue de 10% (7.5% cenizas de lodo de papel y 2.5 % polvo de concha de abanico) porque aumento en un 10.39% con respecto al concreto sin incorporación, lo que indica que influye significativamente aumentando su resistencia a compresión del mortero y disminuye la consistencia a mayor porcentaje.

Elias (2018), quien realizo una investigación titulada ***“Resistencia del concreto sustituyendo al cemento en un 3% y 6% por la combinación de roca esquisto y ceniza de cáscara de arroz”*** [10], publicado por la Universidad San Pedro de Chimbote, el objetivo fue determinar el comportamiento de la fuerza a compresión del concreto $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ al reemplazar el peso del cemento en 3% y 6% por la mezcla compuesta de piedra esquisto y cascarilla de arroz calcinado. La investigación tuvo una metodología experimental debido que se analizó el alto sílice de cascarilla de arroz calcinada y el calcio que posee la piedra esquisto como sustitutos puzolánicos en el mortero, la población de estudio fue de 36 probetas cilíndricas, donde los instrumento fueron las fichas técnicas sometidas a ensayos a compresión el concreto Patrón con la sustitución al cemento de 3% y 6% a los 7,14 y 28 días. Teniendo como resultados principales de los ensayos a compresión final a la edad de 28 días en la sustitución al cemento de 3% (2% Piedra esquisto y 1% cascarilla de arroz calcinado) donde logro 196.5 Kg/cm^2 , lo cual disminuye en un 7% frente a la muestra Patrón y en la sustitución de 6% (2% Piedra esquisto y 4% cascarilla de arroz calcinado) se obtuvo 247.7 Kg/cm^2 superó en un 15% al concreto patrón. Finalmente concluyo que a mayor reemplazo entre sus dosificación se logró una mejora notoria en su resistencia a la edad de 28 días.

Muñoz Solano (2017) su tesis de investigación que lleva por título ***“Estudio comparativo de concreto elaborado con puzolana natural y concreto con cementos puzolánicos atlas en la ciudad de Huancayo”*** [11], de la Universidad Nacional del Centro del Perú en Huancayo. Tuvo como **objetivo** determinar la influencia de la adición de puzolana natural en la elaboración del concreto, comparado al concreto con cemento Puzolánico atlas. La **metodología** empleada de este estudio fue de tipo aplicada con un diseño experimental dado que se realizó ensayos en el laboratorio para brindar un entendimiento sobre la utilización de puzolanas naturales en la elaboración del concreto. Su **población** está compuesta por los diseños de mezclas con adiciones puzolánicas usadas en la construcción de concreto en Huancayo, cuya muestra constituye los diseños de mezclas con relaciones agua y cemento $a/c=0.4$, 0.5 y 0.6 para agregado grueso piedra chancada y relación $a/c=0.60$ para agregado grueso canto rodado. El **instrumento** para esta tesis viene a ser las pruebas estandarizadas, las normas ASTM Y NTP donde se encontró una guía de procedimiento para realizar los ensayos. Los **resultados** sobre la exudación que fueron diseñados para una relación de a/c de 0.40 , 0.50 y 0.60 en porcentajes de 10% , 20% y 30% de sustitución del cemento muestran una disminución de exudación en 17.07% , 17.93% y 10.36% respecto al patrón. La investigación se **concluyó** que las mezclas diseñadas en función a las relaciones a/c de 0.40 , 0.50 y 0.60 aportan de forma positiva para el 20% de puzolana, porque presenta una reducción de la exudación lo cual se debe a la elevada finura que posee la puzolana derivando un leve retraso en el tiempo de fragua que brinda una pérdida lenta del agua libre del mezclado.

Los antecedentes internacionales seleccionados en la investigación son:

Dreyse (2016), en su tesis titulada ***“Factibilidad de uso de cenizas de lodos residuales provenientes de la fabricación de papel como potencial reemplazante parcial de cemento en la fabricación de hormigones”*** [1], de la Universidad de Chile, cuyo objetivo principal fue indagar la reutilización de los residuos generados por las industrias papeleras que sustituyan al cemento al elaborar el mortero. Fue una investigación con metodología de tipo aplicada y experimental ya que se estudió la acción puzolánico a partir de la calcinación de

lodos a temperaturas adecuadas, la población estuvo compuesta por todas las probetas según norma y en niveles de reemplazo entre un 0% y 8% del cemento por cenizas de lodo de papel, se trabajó con una muestra total de 135 probetas, 3 por cada porcentaje ensayados a 7, 14, 28, 42 y 56 días, la investigación empleó como instrumento la prueba de ensayos de flexión y posteriormente son sometidas a un ensayo de compresión. Los resultados obtenidos muestran, dentro de los especímenes con sustitución de 1% y 3% durante las edades iniciales estas constituyen un positivo efecto en la resistencia, perdurando por encima del concreto control limitando a la edad de 56 días de curado. Se concluyó que las cenizas de lodo de papel en bajos porcentajes de reemplazo aumentan su resistencia de la mezcla, mientras que en porcentajes de mayor rango produce un déficit en la resistencia presentada al inicio, sin embargo con un tiempo corto alcanzan adquirir resistencias comparables respecto a la mezcla patrón.

Libreros y Henao (2016), en su tesis titulada ***“Evaluación de la ceniza proveniente del bagazo de caña de azúcar como material cementante alternativo para la elaboración de morteros”*** [2], perteneciente a la Universidad Javeriana de Cali ubicada en Colombia, se realizó con el fin de analizar la sustitución al cemento empleando cenizas obtenidas de bagazo de caña en la fabricación del concreto con 21Mpa de resistencia compresión y consistencia plástica. La investigación siguió una metodología de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, el investigador realizó una muestra de 24 cubos de concreto, con sus respectivas características de 5cm de lado adicionando un porcentaje de 10, 20 y 30% del cemento portland, el instrumento utilizado fue el registro de datos de ensayos de flexión y compresión dentro de 7, 14, 28 y 56 días de curado. En base a resultados obtenidos indican que las resistencias a compresión a los 56 días de los concretos con reemplazo en 10 y 20% sobrepasaron a la concreto convencional en 2.5 y 5.0%, así mismo la resistencia mecánica que viene a ser flexión resultaron mayores que las del mortero patrón. Se concluyó que la aplicación de 20% se pudo apreciar resultados óptimos donde la resistencia a flexión alcanzo 40% superior comparado con el concreto convencional.

Agudelo y Espinosa (2017), presenta su investigación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil titulada ***“Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante”*** [12], Universidad Católica de Colombia, cuyo objetivo principal fue evaluar la variación de la fuerza a compresión que influye la ceniza obtenidas de termoeléctricas en la elaboración del hormigón a un tiempo determinado de 72 días. La metodología fue aplicada y de diseño tipo experimental, cuya muestra fue de 40 cilindros donde se realizaron 10 concreto patrón y los 30 restantes incorporando ceniza volante en 10%, 20%, 25% y de 30%, en esta tesis se empleó la técnica de observación donde el instrumento viene a ser la guía de observación para el registro de información relevante sobre los ensayos de asentamiento y compresión sometidos a los 7 días, 28 días, 56 días y 72 días de curado. Los resultados muestran que las probetas experimentales lograron incrementar la resistencia a más días de curado, sin embargo se aprecia que al emplear ceniza volante con mayores porcentajes es perjudicial, debido que absorbe mucha proporción de agua y esto lo convierte en un material menos trabajable. El autor a manera de conclusión señala que es factible el uso de ceniza volante ya que permite mejorar la resistencia a la compresión siempre y cuando los límites de incorporación al concreto estén entre porcentajes de 2% -10%.

Los antecedentes en inglés escogidos, con respecto al propósito del proyecto:

Rattanachu, Karntong, y Tangchirapat (2018) In his research project entitled ***“Influence of bagasse ash and recycled concrete aggregate on hardened properties of high-strength concrete”*** [13], of the King Mongkut’s University, whose general purpose was to assess the effect of bagasse ash and reused ant aggregates on the properties of the hard state. The author applied an experimental methodology because he carried out tests substituting cement with percentages of 20, 35 and 50% of bagasse ash and 100% of reused concrete aggregates, where samples of 3 cylindrical specimens of Hs-C were tested in different ages. The instrument was the technical sheet. The main results were with the replacement of 20% of bagasse ash by the weight of cement, it becomes an increase in compressive strength over conventional concrete at 90 days and with 50% of bagasse ash, it has adequate durability that exceeds the pattern of the concrete.

En esta investigación tuvo el fin evaluar la viabilidad de usar la ceniza que se obtiene del bagazo y los áridos reciclados, realizando pruebas a distintos días de curado. Por lo tanto a mayor tiempo de curado la combinación de ceniza de bagazo en un 20% al cemento, mejora la resistencia del concreto y con el 50% obtiene mayor durabilidad.

Bhell, Meghwar, Sohu, Khoso, Kumar and Hussain (2018), in their thesis entitled **"Experimental study on aggregates of recycled concrete with rice husk ash as partial cement replacement"** [14], from the Mehran University of Pakistan. Whose objective was to analyze the substitution of rice husk ash in cement and natural aggregate for recycling in the mechanical properties of concrete. The methodology used in the research was experimental, since tests were carried out for the substitution of rice husk ash by 10% by volume of the cement, and it had 135 samples of cured and prepared concrete. The instrument used was the recording of tensile and compression test data at times during 7, 14, 21, 28 and 56 cure time. The final results of the laboratory showed a good workability of the strawberry mortar with 10% rice husk and recycled aggregate, likewise an increase of 6% in compressive strength and 4% in tensile strength in 56 curing times, thus achieving improvement in mechanical properties. Finally, the author concluded that if more than 10% is added to the mixture in substitution of rice husk for cement, the compression force decreases. En esta presente tesis se evaluó las propiedades mecánicas del hormigón, donde el cemento es sustituido por el polvo de la cascarilla de arroz y agregados reciclados obteniendo mejora en su resistencia a la compresión hasta un 6% a un tiempo de curado de 56 días, con una sustitución al cemento de 10% por ceniza de cáscara de arroz, así mismo menciona que sobrepasando el 10% de reemplazo de RHA al cemento tiende a disminuir la resistencia a la compresión.

Rafieizonooz, M.; Jahangir, M.; y Razman, Mohd. (2016) in his research to choose the title of Civil Engineer, which is called **"Investigation of coal bottom ash and fly ash in concrete as replacement for sand and cement"** [15], belonging to the Teknologi Malasia University. Project that aimed to investigate the influence of fly ash as a replacement for cement on concrete properties. They worked with an applied and explanatory methodology, whose sample was the elaboration of

concrete specimens adding bottom ash in 0, 20, 50, 75 and 100% for the sand substitute and on the other hand, coal fly at 20% as a cement substitute, the instrument here was used to collect data from the compressive strength, flexion and tensile tests determined at 28, 91 and 180 days of curing. The main results were at 91 and 180 days in compression force and the flexural tensile force bending traction force there was increase that had percentages of 75% ground and 20% fly ash exceeded the standard sample. El estudio mencionado, tuvo como fin investigar de qué forma influye las cenizas de fondo y carbón en las propiedades del concreto. Se obtuvo que los mejores resultados se dieron con la adición del 75% de ceniza de fondo y 20% volante, incrementa la fuerza a compresión y flexión.

Los artículos científicos, en los que se basó la investigación son:

Baeza, Garcés y Payá (2016), en el artículo científico titulado ***“Valorización de cenizas de lodo de depuradora como componente de hormigones para prefabricados”*** [16], de la Universidad de Alicante, España, el objetivo fue reflejar cómo influye en el estado fresco y endurecido del hormigón al reemplazar parcialmente el cemento con los residuos de forma individual y combinados. La metodología aplicada fue diseño de investigación experimental y de enfoque cuantitativo, la muestra estuvo compuesta por probetas cúbicas de 150 mm de lado adicionando un porcentaje de 5%,10%,15% y 20% de Ceniza de lodo de depuradora, como instrumento se usó la guía de observación y ficha de laboratorio para los ensayos de la densidad con masa seca, absorción de agua y fuerza a compresión sometidos a los 28 días y 90 días de edad. Los resultados reflejaron que las adiciones de 5%, 10% y 15% presentan resultados similares a la muestra patrón, donde la adición de 15% ofrece 6,5 MPa en compresión. Se llegó a la conclusión que las cenizas de lodo de depuradora adicionadas en el hormigón, generaron un gran aporte de resistencia de compresión cercana al patrón.

Bojórquez, Luna y Gallegos (2018), en el artículo científico titulado, ***“Sílice y lodo de papel, uso de residuos industriales como agregados como agregados en un concreto ligero”*** [17], perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California, México, cuya finalidad fue utilizar dos residuos industriales de Mexicali,

reemplazando al agregado en la elaboración de concreto. Se trabajó con una metodología de diseño experimental y de tipo aplicada, la muestra consistió en especímenes de 0.14x0.14x0.28 m., el instrumento empleado fueron las fichas técnicas del laboratorio para los ensayo sometidos a compresión en estado húmedo a los 28 días. Los resultados arrojaron que en relación a la resistencia a compresión, la mezcla sílice lodo de papel obtuvo valores menores en 15 % con respecto al bloque, 47 % mayor al ladrillo común y 76 % mayor que el adobe. En síntesis, la mezcla brinda construcciones de bajos costos por la re utilización de desechos industriales como agregados y en cimentación por su baja masa volumétrica.

Pérez, Baeza, Garcés y Galao (2016), en el artículo científico titulado ***“Uso potencial de ceniza de lodo de depuradora como sustitución de árido fino en bloques de hormigón prefabricados”*** [18], de la Universidad de Alicante, España, cuyo motivo principal fue evaluar las cenizas de lodo de residuos como adición en bloques de prefabricados de concreto. La metodología fue de tipo experimental, la población de esta investigación lo comprenden todas las probetas de concreto diseñadas según la normativa europea, se trabajó con una muestra de 16 probetas con una variación de porcentajes de sustitución del 5%, 10% y 15% a 28 días de curado cuyos resultados fueron comparados con muestras sin adición, para el instrumento se empleó guías de observación y fichas técnicas de ensayos a compresión y densidad. Los resultados obtenidos evidencian que las muestras de 5% y 10%, obtuvieron valores entre el 97% y el 105% de las muestras sin la adición de cenizas de lodo. Por último se dedujo que los óptimos resultados fueron obtenidos en la aplicación de 15% de ceniza de lodo de depuradora que mejora considerablemente el resultado arrojado en la muestra patrón, pasando de 3.88 a 5.1 MPa con aumento del 31.4% respecto a la muestra patrón.

Las teorías en las que se fundamenta la investigación son:

El concreto es uno de los materiales de construcción de mayor énfasis por su utilización para todo tipo de estructuras para satisfacer las necesidades en las obras ingenieriles. Está conformado por cemento, grava y arena, agua y de forma opcional aditivos que al endurecer alcanzan una forma compacta con propiedades de resistencia. Es decir se denomina concreto básicamente al “material conformado de agregados (finos y gruesos) incrustados en una matriz de cemento Portland.” [19], que al comienzo forma una estructura moldeable pero mediante el tiempo logra una masa rígida y elevada resistencia capaz de soportar grandes esfuerzos.

“**Los componentes del concreto** están constituidos por conglomerante (cemento), agregados (arena y piedra), agua y, de manera opcional posibles aditivos” [20]. En la **Figura 1** se presentan en porcentajes los elementos que constituyen al concreto.

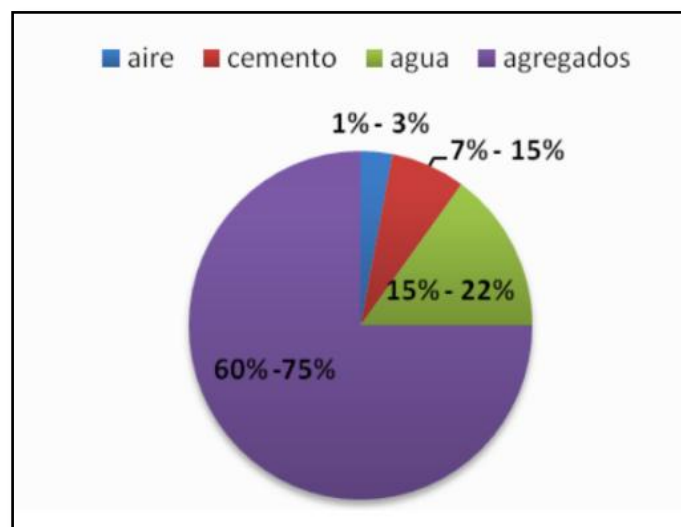


Figura 1. Proporción de los Componentes del concreto.

Fuente: Universidad Agraria la Molina (Pérez, 2015)

Denominamos como **Agregado fino**, a la arena provenientes de la descomposición artificial o natural de piedras, lo cual deben ser trituradas muy finamente, cuyos diámetros pasen por el tamiz N°3/8” posteriormente quedándose en el Tamiz N°200 [21]. Por ende es recomendable obtener un agregado que deberá ser limpio, durable, compacta y libre de impurezas según lo decretado por la Norma NTP 400.037.

Mientras el **Agregado grueso** está definido como el componente que se retiene en 95% como mínimo en el Tamiz N°4 (4.75mm) que se ejecuta bajo lo dictado por la Norma NTP 400.037. Pueden ser derivados de rocas naturales, piedras trituradas o gravas [22].

El cemento se describe como una fina partícula, derivados de algunas rocas como la caliza y arcillas que son calcinadas, y que posee la capacidad de adherir minerales para componer una mezcla uniforme que al endurecer su forma se sigue conservando al estar en contacto con el agua [23].

El Cemento Portland viene a ser adquirido por medio del Clinker pulverizado, y se “constituye principalmente con silicatos de calcio y aluminio” [24]. Generalmente se admite la incorporación de nuevos materiales a condición que no pasen del 1% en peso del total y por consiguiente no dañen a las características del cemento resultante.

Tabla 1. Componentes de Cemento Portland

Componente Químico		Procedencia Usual
95%	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita
5%	Oxidos de Magnesio, Sodio,	Minerales Varios
	Potasio, Titanio, Azufre,	
	Fósforo y Manganeso	

Fuente: Pasquel (1998), Tecnología del Concreto en el Perú.

Las puzolanas son materias inorgánicas, con alto contenido de sílice y alúmina que por sí solos no tienen valor cementante, pero al ser mezclados finamente y en presencia de agua, son capaces de reaccionar químicamente con la cal y formar un elemento uniforme con características cementantes [25].

Se clasifican en:

- **Las Puzolanas Naturales**, son productos ricos en sialíticos, de origen volcánico, arcillas o piedras sedimentarias que presentan composición química similar a la cal.
- **Las Puzolanas Artificiales**, vienen a ser los residuos de procesos industriales y agrícolas tales como humo de sílice y ceniza volante.

Las propiedades del concreto fresco, se dan en el lapso donde al estar blando el concreto cuenta con la capacidad de ser manejado y moldeado en distintas formas. Se mantiene en este estado durante la colocación y la compactación. Es así que la consistencia y la exudación son unas de las propiedades con mayor importancia en el estado fresco del concreto.

La Consistencia, se refiere a la propiedad del concreto fresco, donde la humedad se determina en base a su capacidad para fluir con facilidad. “Esta propiedad permite conocer facilidad de manejo en el concreto” [26]. Esto tiene mucho que ver con la forma del agregado integrado a la mezcla y la proporción del cemento y agua.

Tabla 2. Consistencia del Concreto

Consistencia	Asentamiento	Comportamiento
Seco	0" a 2"	Poco trabajable
Plástico	3" a 4"	Trabajable
Fluido	> 5"	Muy trabajable

Fuente: Norma ASTM C-143

Ensayo de Asentamiento, también denominado prueba de revenimiento, la cual ayuda a evaluar el concreto en términos de consistencia. De acuerdo al procedimiento detallado en el NTP 339.035 y el ASTM C-143, la medición del asentamiento se efectúa luego de desmoldar la mezcla compactada en un molde Tronco-cónico. Es importante señalar que el ensayo no debe exceder un tiempo de 5 minutos y debe ser realizado sin interrupciones. En la **Figura 2** se puede apreciar el procedimiento para medir la consistencia.

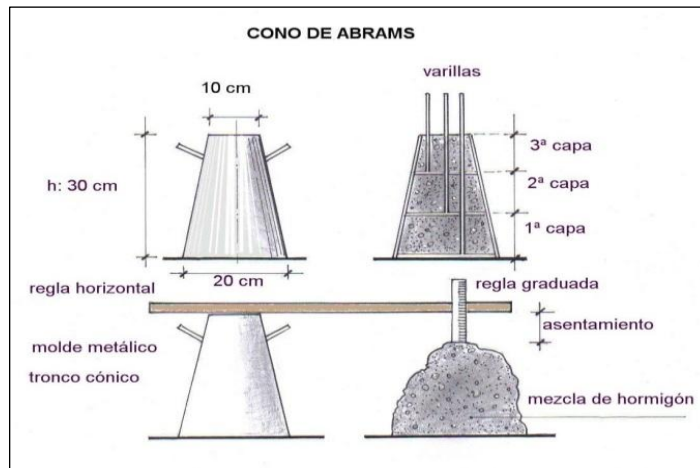


Figura 2. Ensayo de slump según NTP

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP)

La exudación es el proceso que se obtiene cuando los sólidos del concreto se asientan y el agua tiende a elevarse a la superficie. Una excesiva exudación podría generar la porosidad del concreto además de afectar la resistencia y la durabilidad [26].

Las propiedades del concreto endurecido se producen cuando el concreto comienza a endurecer y posee mayor resistencia una vez que ha fraguado. En este estado el concreto adopta propiedades de resistencia como compresión y a flexión.

La resistencia en compresión se define como “la capacidad que posee de resistir a las cargas a las cuales es sometida, el cual se logra según normatividad a los 28 días de curado luego de vaciar el concreto” [27]. Este valor es utilizado para indicar la calidad del concreto.

El **ensayo de resistencia a la compresión** del concreto se realiza al fracturar probetas de forma cilíndricas en el laboratorio con ayuda de máquinas especiales que permiten monitorear la resistencia y supervisar la calidad. El ensayo y la producción de las probetas se encuentran especificadas y reguladas por Normas (ASTM).

En cuanto a **la Resistencia a Flexión** es la propiedad que mide una viga cargada hasta el momento que se causa la falla. “La resistencia a flexión de un determinado elemento, se analiza mediante el esfuerzo que actúa sobre el material en su cara longitudinal, frente una carga, hasta que el elemento

ensayado presente falencias, donde se toma el valor de la fuerza máxima soportada” [28].

En el **ensayo de resistencia a la flexión** se emplea una viga simplemente sostenida con carga en los tercios NTP 339.078 (ASTM C78) o con la aplicación de carga en el centro NTP 339.079 (ASTM C293), otorgando resultados expresados como Módulo de Rotura en Mpa. En la **Figura 3**, se visualiza los tipos de carga a las que son sometidas las vigas según ASTM.

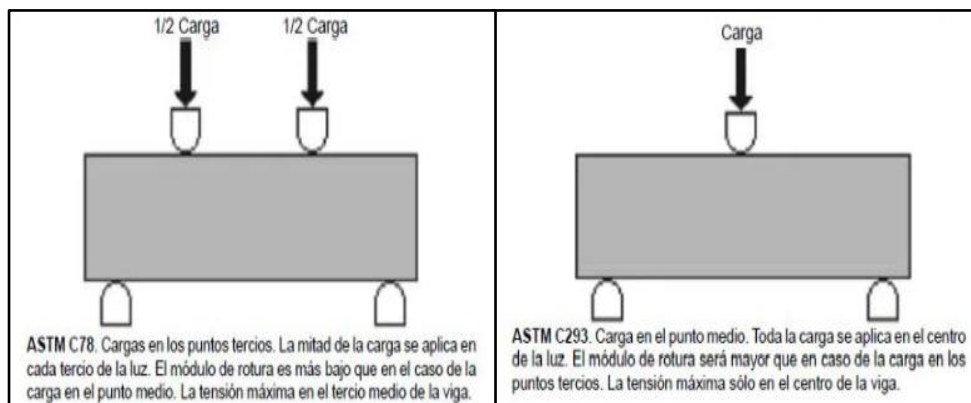


Figura 3. Puntualización de Carga en Ensayo a Flexión

Fuente: ASTM C-78

Por otro lado el **Lodo de papel** resultan a partir del tratamiento del agua que se deriva de la elaboración del papel Tisú y Kraft donde se originan estos residuos industriales, las cuales contienen en su mayoría agua y fibras celulósicas [29]. En la **Figura 4** se muestra el lodo de papel después de ser secado, observado con lupa binocular.



Figura 4. Aspecto del secado de lodos de papel

Fuente: Garnica, Alternativas de gestión de lodos papeleros.

Respecto a la **Composición y propiedades de lodo de papel**, Según varias investigaciones, “el lodo de papel tiene una composición química y mineralógica muy variable, contiene principalmente óxido de calcio (CaO), sílice (SiO₂) y alúmina (Al₂O₃) y la presencia de otros óxidos minerales y metálicos depende de la materia prima, la técnica de procesamiento, el grado del papel, la calidad y la cantidad de papel reciclado utilizado” [30].

La industria papelera genera lodos que al ser calcinados presentan altos porcentajes de caolinita, es por ello que estos residuos son factibles usados como puzolanas en el concreto.

Tabla 3. *Composición de lodo de partida*

Composición química (%)				
SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O
18.01	10.14	0.55	19.82	0.21
Composición mineralógica (%)				
M. orgánica	Calcita	Caolinita	Filosilicatos	Cuarzo
29	35	21	11	2

Fuente: Recuperado de “Estudio de materiales compuestos obtenidos a partir de lodos celulósicos de la industria papelera, cemento y arcilla”, López (2014).

La Composición química de ceniza de lodo de papel fundamenta que, “el empleo de lodo de papel en ceniza reemplazando al cemento es factible, ya que generan reacciones hidráulicas que aumentan la resistencia del concreto lo cual evidencia que tienen acción puzolánica y/o hidráulica” [1].

El **Ensayo de Fluorescencia de Rayos X**, el cual establece la conformación química de la Ceniza de Lodo de Papel activada térmicamente a 700°C durante 2 horas. Teniendo como resultados lo siguiente:

Tabla 4. *Composición Química de la Ceniza de Lodo de papel*

Composición química (%)				
SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	K₂O
69.341	15.220	5.865	4.938	2.470

Fuente: Recuperado de “Resistencia de un concreto con cemento sustituido parcialmente por lodo de papel y concha de abanico”, Hilario (2018).

La Roca esquisto es una roca metamórfica caliza y suave que presente estructura laminar ondulada, lo cual está caracterizado por un alineamiento paralelo de granos minerales de tamaño medio que provienen de rocas arcillosas o arcilla-arenosa y son observables a simple vista [31]. Los esquistos se desarrollan en un ámbito de valles y cadenas montañosas. Cuando el proceso de metamorfismo es muy intenso es complicado determinar si la roca original fue ígnea o sedimentaria.

Acerca de la **Composición química de la roca esquisto**, se determina que el esquisto es una roca común que contiene grandes porciones de minerales como micas, con clivajes lo que permite que la roca sea fácil fisible [32]. Así mismo su composición mineral constituye plagioclasa, minerales ferromagnéticos (piroxeno y biótita), además la variedad de rocas esquistosas se caracterizan de acuerdo al mineral que genere la exfoliación.

La pulverización de la roca esquisto es obtenido a temperaturas de 800° C que está compuesta por silicatos bicalcio (Ca₂Si) y cierta minoría de óxidos puzolánicos siendo uno de los características común del Cemento Portland.

Tabla 5. *Composición Química de la Roca Esquisto*

Composición química	Esquisto
Dióxido de Sílice	5.723
Trióxido de Aluminio	3.426
Oxido de Potasio	2.106
Trióxido de Hierro	1.442
Oxido de Calcio	87.2064

Fuente: Ruiz (2018).Prueba de Fluorescencia de rayos X

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación Aplicada “[...] está orientada a la resolución de problemas, que se distinguen por la aplicación de teorías y conocimientos” [33]. Es decir, se centra en proporcionar una solución de los problemas existentes fundamentados referente a trabajos anteriores y formular nuevas teorías para futuras indagaciones.

La investigación se consideró de tipo **Aplicada**, dado que se requirió los conocimientos teóricos de la disciplina para la solución de problemas prácticos como la teoría de las propiedades en Estado Fresco y Endurecido del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de investigación

Se detalla que “[...] la investigación explicativa ayuda a descubrir las razones detrás de la ocurrencia de un fenómeno particular. Su objetivo principal [...] es identificar problemas y variables clave en un problema de investigación dado” [34]. Por otra parte se ocupan en determinar si existe relación o no entre las variables.

El nivel del proyecto fue **Explicativa**, ya que se logró explicar la influencia de sustituir proporciones del cemento por la mezcla de cenizas de lodo de papel y roca esquisto en las propiedades del concreto al encontrarse en su estado fresco y endurecido.

Diseño de investigación

Diseño cuasi experimental es aquel en el que “[...] se manipulan algunas de las variables que se estudian. Las variables independientes se manipulan y se mide su efecto sobre la variable dependiente” [35].

El proyecto de investigación fue de diseño **cuasi experimental**, ya que consistió en sustituir parcialmente el cemento por la mezcla de cenizas de lodo de papel y roca esquisto (variable independiente) en diferentes porcentajes por m³ de concreto para determinar su efecto en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ (variable dependiente).

Enfoque de investigación

Se define al enfoque cuantitativo “[...] como un enfoque de investigación válido que afirma que la realidad / verdad se puede medir o cuantificar. La investigación cuantitativa es el procedimiento de recolectar y estudiar datos numéricos para explicar un fenómeno” [36].

La investigación presentó un enfoque **cuantitativo**, puesto que se evaluó las hipótesis planteadas a través de los resultados numéricos obtenidos de la medición de las variables.

3.2. Variables y operacionalización

Variables

La variable es definida como “Aquellos elementos de una investigación que son capaces de ser medidas, manipuladas y analizadas” [37]. Así mismo, al relacionarse con otras variables se formulan hipótesis.

Variable Independiente: Mezcla de Cenizas de Lodo de Papel y Esquisto

Definición conceptual: “La Ceniza de Lodo de Papel es un material cementante, que contiene elementos puzolánicos como sílice, alúmina y óxido de calcio” [38]. “El esquisto es una roca metamórfica con aspecto laminar ondulada, compuesta por minerales tales como los filosilicatos, plagioclasas, micas, moscovita, biotita, cuarzos, y clorita” [31].

Definición operacional: Para medir la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto, se llevó a cabo su dosificación aplicando 7% y 11% como reemplazo del cemento en el concreto.

Variable Dependiente: Propiedades del Concreto $f'c=210$ Kg/cm²

Definición conceptual: “El concreto tiene importantes propiedades durante el proceso de elaboración, en la etapa inicial el material es moldeable y blando, la segunda etapa es el tiempo de fraguado donde empieza a incrementar rigidez y la tercera fase pertenece al endurecimiento que es capaz de adquirir” [21].

Definición operacional: La variable fue medida a través de los ensayos de asentamiento y exudación para las propiedades del concreto en estado fresco,

mientras que los ensayos de compresión y flexión para las propiedades en estado endurecido.

Operacionalización de variables

La operacionalización consiste en “determinar las variables junto con las dimensiones e indicadores de la investigación [...] y de esta forma convertir la variable teórica en factores que se pueden medir y analizar” [37].

Seguidamente, en el **Anexo 1** se presenta la operacionalización de variables de la investigación.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La investigación en la etapa de diseño, implica determinar el tamaño poblacional y muestral importantes para su ejecución. “La población está definida como el grupo de elementos con características en común, a partir del cual se determina la muestra que permitirá estudiar la población” [39].

Se consideró como población de estudio a la producción total de concreto $f'c= 210$ Kg/cm² con reemplazo parcial del cemento en 7% y 11% por la combinación de ceniza de lodo de papel y esquisto, que luego fueron evaluados mediante ensayos de asentamiento, exudación, compresión y flexión.

Muestra

“Seleccionar un subconjunto que represente al total de la población general es una parte importante de la investigación cuantitativa. [...] de este modo, una muestra debe ser del tamaño requerido para garantizar que los resultados sean los óptimos [...]” [40].

Según la Norma E.060 en el apartado 5.3.3.2, Norma ASTM C-192 en el 5.5 y la Norma NTP 339.183 en el 5.5 indica que para los ensayos a compresión y flexión el número de especímenes mínimos es de 3 probetas. De la misma forma para los ensayos en concreto fresco, de acuerdo a la Norma NTP 339.036 y el ASTM C-172 la muestra es de mínimo 2 porciones. Por lo anterior mencionado, la muestra estuvo constituida de 27 probetas cilíndricas en el ensayo de resistencia a la compresión, 27 probetas tipo viga para el ensayo a Flexión, que serán

evaluados a los 7, 14 y 28 días para los distintos tipos de dosificaciones en el diseño del concreto 210 kg/cm²; de igual forma se realizó 6 muestras para el ensayo de Asentamiento y 6 muestras para ensayo de Exudación.

En el ensayo resistencia a Compresión se usó como muestra 27 probetas cilíndricas de 4" x 8" (10cm x 20cm), cuyas medidas se basaron según los parámetros de ASTM C-39/NTP 339.034.

Tabla 6. *Probetas para Ensayo de Resistencia a Compresión.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN				
EDAD (DÍAS)	% SUSTITUCIÓN CON MEZCLA DE CLP Y ESQUISTO			
	0% (Patrón)	7%	11%	TOTAL
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
TOTAL DE PROBETAS				27

Fuente: Elaboración propia

Dentro del ensayo para determinar la flexión la muestra fue de 27 vigas de sección rectangular de 15cm x 15cm de acuerdo a lo estipulado en ASTM C-78 /NTP 339.078

Tabla 7. *Vigas para Ensayo de Resistencia a Flexión.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN				
EDAD (DÍAS)	% SUSTITUCIÓN CON MEZCLA DE CLP Y ESQUISTO			
	0% (Patrón)	7%	11%	TOTAL
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
TOTAL DE VIGAS				27

Fuente: Elaboración propia

En el ensayo para evaluar el Asentamiento se trabajó con 6 muestras, teniendo en cuenta las Normas ASTM C-143/NTP 339.035

Tabla 8. Muestras para Ensayo de Asentamiento.

ENSAYO DE ASENTAMIENTO			
% SUSTITUCIÓN CON MEZCLA DE CLP Y ESQUISTO			
0% (Patrón)	7%	11%	TOTAL
2	2	2	6
TOTAL DE MUESTRAS			6

Fuente: Elaboración propia

Para el ensayo de Exudación se trabajó con 6 muestras, tomando en consideración las Normas ASTM C-232/NTP 339.077

Tabla 9. Muestras para Ensayo de Exudación.

ENSAYO DE EXUDACIÓN			
% SUSTITUCIÓN CON MEZCLA DE CLP Y ESQUISTO			
0% (Patrón)	7%	11%	TOTAL
2	2	2	6
TOTAL DE MUESTRAS			6

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

El muestreo consiste en “[...] tomar un subconjunto del marco de la muestra elegida o la población completa” [41], por lo tanto, se puede afirmar que la elección de muestras no probabilísticas dependen de las características de la investigación.

Por lo anteriormente mencionado el tipo de muestreo de este proyecto fue considerado no probabilístico de juicio, puesto que se siguió los criterios que se establecen de acuerdo a la Normativa Técnica Peruana y el ASTM para realizar los ensayos requeridos en esta investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

“El uso de múltiples técnicas y fuentes de recopilación de datos fortalece la credibilidad de los resultados” [42]. La técnica para recopilar datos son procedimientos que sirven para solucionar problemas lo cual el empleo de estos consolida la confiabilidad de los resultados, dentro de las más usadas están la observaciones, análisis de documentos y entrevista.

Por esta razón, para evaluar las propiedades del concreto la técnica empleada fue la observación experimental de lo acontecido en los ensayos de acuerdo a lo detallado en las normas ASTM y NTP, que nos facilitaron la recopilación de datos necesarios para cumplir con los objetivos planteados.

Instrumento de recolección de datos

“Los instrumentos proporcionan al investigador datos cuantitativos o numéricos” [42]. En base a lo expuesto, se concluye que los instrumentos nos ayudan a recopilar información que será analizada posteriormente en el transcurso del proyecto.

El presente estudio como instrumento de recolección de datos se aplicaron las fichas técnicas, las cuales fueron formatos estándar de acuerdo a las diferentes normativas referentes a los ensayos que se realizaron a las propiedades del concreto, a continuación en la **Tabla 10** se especifica las fichas técnicas y su respectivo anexo.

Tabla 10. *Fichas técnicas*

ANEXOS	FICHAS TÉCNICAS
Anexo 3	Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Asentamiento
Anexo 4	Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Exudación
Anexo 5	Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Resistencia a Compresión
Anexo 6	Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Resistencia a Flexión

Fuente: Elaboración propia

Validez del instrumento

“La validez es un criterio esencial para evaluar la calidad y la aceptabilidad de la investigación. Por lo tanto, la calidad de estos instrumentos es muy crítica.” [42].

La presente investigación presentó la validación de las fichas técnicas de recolección de datos a través de los sellos y firmas de 3 expertos en el tema, de esta manera nos permitió obtener datos confiables que se usaron para aprobar o rechazar nuestras hipótesis.

Confiabilidad del instrumento

Se manifiesta que “La confiabilidad se refiere a la medida en que la medición de un fenómeno proporciona un resultado estable y consistente [...]. La confiabilidad es importante ya que se refiere a la consistencia entre las partes de un instrumento de medición.” [41]. Por lo tanto, se puede decir que la medición del instrumento debe ser precisa para ser considerada confiable.

La investigación contó con la calidad de los resultados a través de la confiabilidad ofrecida por los instrumentos que se realizaron según las normas establecidas. Así mismo, el laboratorio brindó los certificados de calibración de los equipos y herramientas usadas en el proceso de los ensayos.

3.5. Procedimientos

ETAPA 1: Recolección de los materiales para sustitución del cemento

- Se recolectará el material a incorporar lodos de papel, de la Empresa “Trupal S.A.” en el distrito de Santiago de Cao, Departamento La Libertad.
- Así mismo se recolectará el material roca esquisto, en el distrito de “Balsas”, departamento de Amazonas, con la ayuda de un geólogo de la Empresa “GEODA GROUP SAC”.

ETAPA 2: Acopio de los Agregados

- En primer lugar se determinará la procedencia del material, de acuerdo a la cantera seleccionada. Luego se recolectará agregados gruesos y finos, material de la cantera seleccionada, así mismo se utilizó “Cemento Portland Sol Tipo I”, teniendo en cuenta la fecha de caducidad.

ETAPA 3: Pulverización y Calcinación de los Materiales

- Se pulverizará la roca esquisto en los laboratorios “SGS Perú” obteniendo un pase de 75 μm (Malla #200) y posteriormente se procederá a calcinar el material a una temperatura de 700°C por 2 horas.
- El lodo de papel será llevado a secar en un horno a temperatura de 105°C durante 24 horas y luego es calcinado a una temperatura de 700°C por 3 horas, para finalmente ser molido con un molino manual hasta que alcance la finura necesaria para pasar por la Malla #200.

ETAPA 4: Análisis de la Composición Química Mediante Fluorescencia De Rayos X

- Se analizará los elementos químicos que componen la ceniza de lodo de papel y esquisto mediante la Fluorescencia de Rayos X.

ETAPA 5: Caracterización de los Agregados

- Se procederá a elaborar la caracterización de Agregado fino y grueso, de tal modo que pasará por las distintas mallas de tamiz de acuerdo por la Norma ASTM C33. Luego, se dosificará la relación A/C con los materiales, para poder realizar el diseño de mezcla del concreto Patrón $F_c=210$ Kg/cm² mediante el Método del ACI 211.

ETAPA 6: Diseño de mezcla

- Se diseñará la mezcla Patrón $F_c=210$ Kg/cm² a través del método ACI 211 y luego se procederá a agregar la correspondiente dosificación tal es el caso 7% (4,5% CLP y 2,5% esquisto) y 11% (6,5% CLP y 4,5% esquisto) como sustitución parcial en el cemento.

ETAPA 7: Elaboración de ensayos en estado fresco

- Una vez dosificada, se procederá a elaborar los ensayos de Asentamiento (Slump) siguiendo los parámetros establecidos de acuerdo a la norma ASTM C143/NTP 339.035 que se hará para cada dosificación con la finalidad de determinar el grado de Fluidéz del concreto.
- De igual modo, se realizará el Ensayo de Exudación basada en la norma NTP 339.077/ASTM C-232, empezando por la mezcla patrón y luego con las distintas combinaciones de ceniza de roca esquisto y lodo de papel. Lo cual este ensayo nos ayudara a determinar la cantidad relativa del agua de la mezcla.

ETAPA 8: Elaboración de probetas cilíndricas y vigas

- Se realizarán 27 probetas cilíndricas para las 3 mezclas de concreto, una mezcla patrón y dos mezclas con dosificación de 7% (4,5% CLP y 2,5% esquisto) y 11% (6,5% CLP y 4,5% esquisto) como sustitución parcial en el cemento. Las cuáles serán elaboradas según el ASTM C199 en moldes de 4"

x 8" que serán colocados en una superficie firme y plana y posteriormente serán llenados en tres capas dando 25 golpes por capa con la ayuda de una varilla metálica y finalmente serán enrasados para conseguir una superficie uniforme.

- Del mismo modo, se realizarán 27 vigas para 3 mezclas de concreto, una mezcla patrón y dos mezclas con dosificación de 7% (4,5% CLP y 2,5% esquisto) y 11% (6,5% CLP y 4,5% esquisto) como sustitución parcial del cemento. Estas serán elaboradas según lo estipulado por la ASTM C199 en moldes prismáticos con una sección estándar de 150 x 150mm posicionados sobre una superficie nivelada y plana, luego se aplicará una capa de desmoldante para prevenir que el concreto se pegue, a continuación se llenarán los moldes en 2 capas dando 55 golpes por cada capa con la ayuda de una varilla metálica y golpeados con un martillo de goma para evitar espacios vacíos, al final serán enrasados para conseguir una superficie uniforme.

ETAPA 9: Elaboración de curado

- Inmediatamente se procederá a curar las probetas luego de ser desmoldadas, depositándolas en recipientes con agua donde se encuentren cubiertas totalmente todas las caras de las probetas a una temperatura entre los 23 y 25°C.

ETAPA 10: Elaboración de ensayos en estado endurecido

- Se realizarán los Ensayos de Resistencia a Compresión el cual es usado para determinar la Resistencia a Compresión conforme a NTP 339.034 – ASTM C39, con probetas cilíndricas preparadas en la dimensión de 4"x 8". Nos indica que la resistencia a compresión deberá ser sometida a una carga vertical hasta soportar el testigo de probeta, lo cual se harán a los 7, 14 y 28 días para 3 probetas por cada combinación de 7%, 11% y para la muestra patrón.
- Así mismo, se determinarán la Resistencia Flexión conforme a ASTM C293, con los especímenes de prueba (vigas) de concreto preparadas a 15x15cm de sección y 50cm de longitud conforme a especificaciones de NTP 339.033.

Posterior a ello se procede determinar la carga máxima que serán evaluadas a los 7, 14 y 28 días para comparar con la muestra patrón frente a las combinaciones de 7% y 11% del reemplazo parcial del cemento.

3.6. Métodos de análisis de datos

En la investigación una de las etapas más importantes fue el método de análisis que se aplicó cuando se culminó con la fase de recolección de datos obtenidos del ensayo para evaluar el asentamiento, la exudación y las resistencias de compresión y flexión. A continuación se procesó los datos a través de herramientas y programas de análisis estadístico tales como el software Excel mediante tablas y gráficos que nos permitió ordenar y representar resultados que fueron indispensables para analizar los objetivos de la investigación y comparar con las hipótesis planteadas, determinando así la influencia de la sustitución del cemento con la mezcla de cenizas de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

3.7. Aspectos éticos

Con objeto de velar por la ética y credibilidad de la investigación, los autores nos comprometemos a que se cumplió con la veracidad de los resultados y la confiabilidad de la obtención de datos durante la ejecución de la investigación de acuerdo con las normas técnicas peruanas a las que está sujeta. Del mismo modo, se respetó la identidad de los autores de fuentes en las que se basó el estudio, por lo que se siguió el estilo ISO 690 para las citas y referencias bibliográficas. Se garantiza la honestidad y originalidad de la investigación puesto que la información fue procesada mediante el software TURNITIN de forma que se aseguró que el estudio es de autoría propia y sin dudas de plagio.

IV. RESULTADOS

4.1. Desarrollo del procedimiento

ETAPA 1: Recolección de los materiales para sustitución del cemento

Recolección de Lodo de Papel

Se recolectó el Lodo de Papel, material que reemplazará parcialmente al cemento en la mezcla, ésta fue proporcionada por la Empresa “TRUPAL S.A.”, la cual fabrica el papel usando el bagazo de caña de azúcar.

Ubicación Geográfica

Departamento : La Libertad

Provincia : Ascope

Distrito : Santiago de Cao

Coordenadas : 7°57'26.6"S 79°14'59.6"W

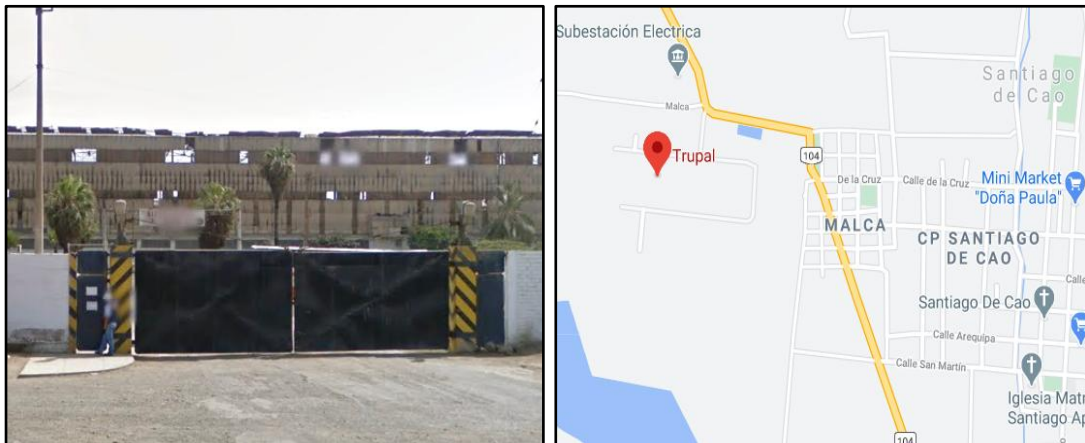


Figura 5. Empresa Papelera “TRUPAL S.A.”

Posteriormente se recogieron los residuos en las máquinas generados a partir del proceso de producción del papel. Se recolectó 5 muestras de 7kg cada una, haciendo un total de 35kg de lodo de papel para el desarrollo de la tesis.



Figura 6. Residuos de la fabricación de papel



Figura 7. Muestras de Lodo de Papel

Recolección de la Roca Esquisto

Para la adquisición de la roca esquisto, se contó con la ayuda de expertos en la recolección del material del campo, ubicada en la Localidad de Balsas, el cual cuenta con valles que afloran diversos tipos de rocas metamórficas tales como esquistos y gneis.

Ubicación Geográfica

Departamento : Amazonas

Provincia : Chachapoyas

Distrito : Balsas

Coordenadas : 6°49'02.5"S 78°00'49.2"W

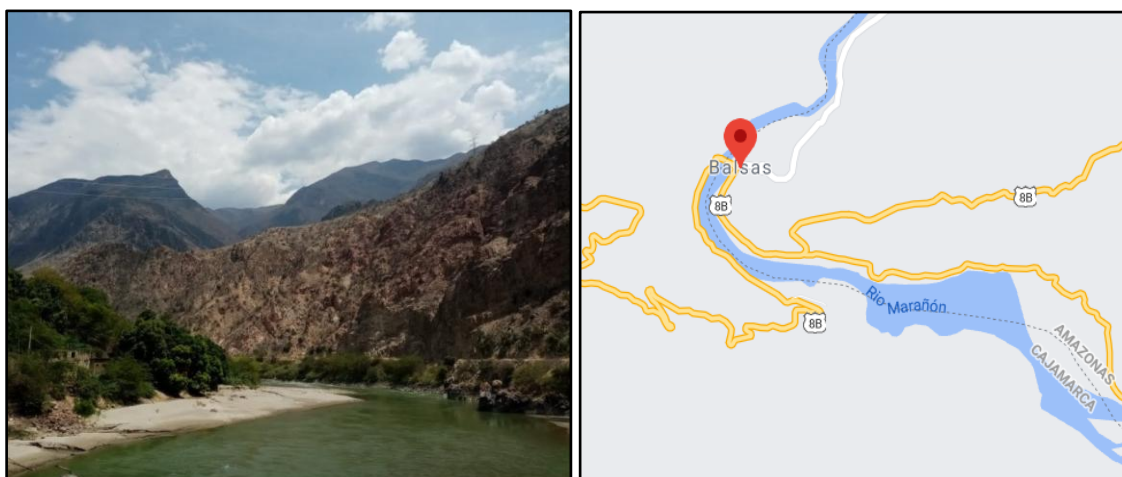


Figura 8. Localidad de Balsas

Luego los geólogos de la Empresa “GEODA GROUP SAC”, realizaron una expedición en el área de estudio tomando en cuenta el plano geológico de Balsas, mostrado en el **Anexo 7**, para la identificación y extracción de la roca esquisto.



Figura 9. Geólogo de la Empresa “GEODA GROUP SAC”



Figura 10. Identificación y extracción de la roca esquisto



Figura 11. Recolección de las muestras de esquistos

A continuación en la **Figura 12** se aprecia las muestras haciendo un total de 25kg de roca esquistosa, las cuales fueron validadas por los geólogos según lo mostrado en el informe del **Anexo 8**, para su posterior uso en la investigación.



Figura 12. Muestras de Roca Esquistosa

ETAPA 2: Acopio de los Agregados

Los agregados fueron adquiridos en la Ferretería “ANGELO’S”, la misma que fue escogida porque se localizaba cerca al laboratorio donde se realizaron los ensayos de concreto y nos brindó garantía en la calidad de los materiales.

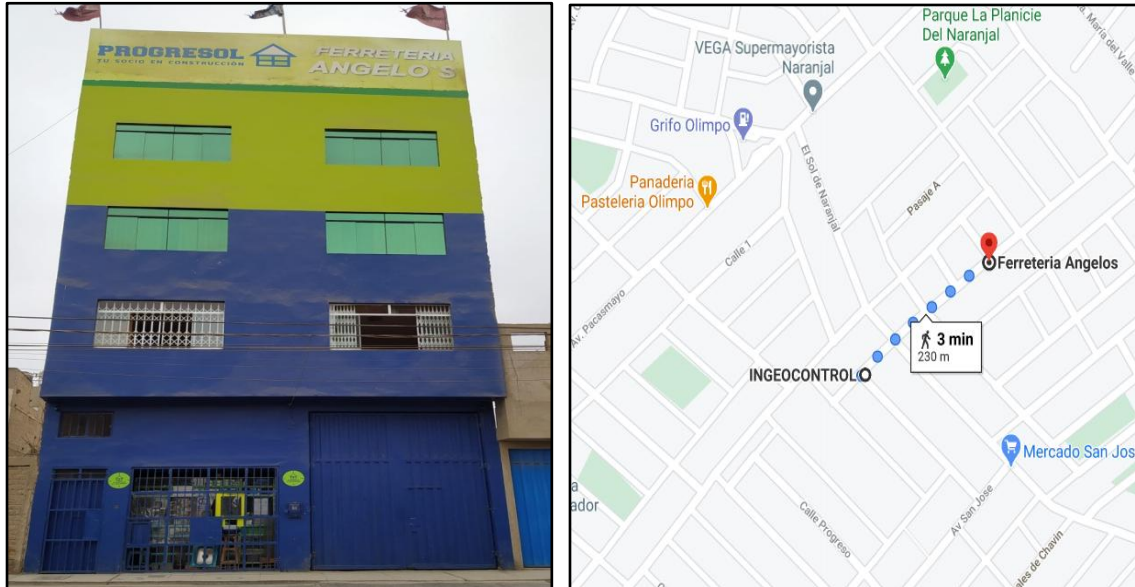


Figura 13. Ubicación de la Ferretería “ANGELO’S”

Posteriormente para elaborar el diseño de las mezclas del proyecto de investigación se efectuó la compra de bolsas de cemento Portland Tipo I, agregado fino (arena gruesa) y agregado grueso, verificando que estén limpias y libres de impurezas, para posteriormente ser llevados al laboratorio.



Figura 14. Cemento, agregados finos y agregados gruesos para concreto

ETAPA 3: Pulverización y Calcinación de los Materiales

Secado, calcinación y molienda del Lodo de Papel

En un principio las muestras de Lodo de papel fueron puestas a secar en el horno del Laboratorio INGEOCONTROL a una temperatura de 105°C durante 24 horas para que pierdan la humedad que poseen debido al proceso de la fabricación del papel.



Figura 15. Muestras de lodo de papel en bandejas



Figura 16. Colocado de muestras de lodo de papel en el horno

Luego las muestras de lodo de papel secadas fueron colocadas en un molde de acero, como se observa en la **Figura 17**, para posteriormente ser calcinadas en los hornos de la Empresa “ITAL PERÚ LADRILLOS” a una temperatura de 700°C por 3 horas, según lo recomendado por anteriores investigaciones, que indica que en este tiempo la caolinita que presentan los lodos de papel al ser activadas térmicamente se convierten en metacaolinitas, las cuales son materiales cementantes suplementarios.



Figura 17. Molde de acero con la muestra de lodo de papel



Figura 18. Calcinación del lodo de papel

Finalmente el lodo de papel calcinado tuvo que ser molido con la ayuda de un molino manual, tal como se aprecia en la **Figura 19**, hasta alcanzar la finura necesaria para pasar por la Malla #200.



Figura 17. Molienda manual del lodo de papel calcinado

Pulverización y calcinación de la Roca Esquisto

Las muestras de roca esquisto extraídas fueron pulverizadas en el Laboratorio “SGS del Perú S.A.C.” con una finura de 75 μm requeridas para pasar por la Malla #200 regida bajo la normativa.



Figura 18. Muestras de roca esquisto pulverizadas

Las muestras de roca esquisto pulverizadas fueron colocadas en un molde de acero resistente a altas temperaturas, como se visualiza en la **Figura 21**.



Figura 19. Molde de acero con la roca esquisto pulverizada

Luego pasaron a ser calcinadas en los hornos industriales de la Empresa “ITAL PERÚ LADRILLOS” con una temperatura entre los 750°C a 850°C por un tiempo de 4 horas, intervalo sugerido por investigaciones para lograr obtener un material puzolánico con propiedades similares al cemento.



Figura 20. Muestra de roca esquisto calcinada

ETAPA 4: Análisis de la Composición Química Mediante Fluorescencia De Rayos X

Lodo de Papel

Se realizó el ensayo de Fluorescencia de Rayos X dentro de las instalaciones del laboratorio “LABICER” de la Universidad Nacional de Ingeniería con la finalidad de analizar los componentes químicos de la ceniza del lodo de papel.



Figura 21. Fluorescencia de Rayos X de ceniza de lodo de papel

Según la **Tabla 11**, las cenizas de lodo de papel están compuestas en su mayoría por grandes porcentajes de Óxido de Calcio, Aluminio y Silicio.

Tabla 11. *Composición química de Ceniza de Lodo de Papel*

Composición Química	Resultados %	Método utilizado
Óxido de Calcio, CaO	60.272	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Óxido de Magnesio, MgO	19.622	
Óxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	11.255	
Óxido de Silicio, SiO ₂	5.876	
Óxido de Potasio, K ₂ O	1.421	
Óxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	1.066	
Óxido de Azufre, SO ₃	0.275	
Óxido de Estroncio, SrO	0.212	

Fuente: Elaboración propia con Resultados de Labicer

Roca Esquisto

Se analizó la roca de esquisto calcinada a través del ensayo de Fluorescencia de Rayos X con equipos del laboratorio “LABICER” en la Universidad Nacional de Ingeniería con el objetivo de conocer su composición química.



Figura 22. Fluorescencia de Rayos X de esquisto calcinada

Según la **Tabla 12**, la roca esquisto calcinada es un material que está compuesta en su mayoría por grandes porcentajes de Oxido de Calcio, Silicio y aluminio, componentes similares a las del cemento.

Tabla 12. Composición Química de Roca Esquisto calcinada

Composición Química	Resultados %	Método utilizado
Óxido de Calcio, CaO	40.175	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Óxido de Silicio, SiO ₂	17.548	
Óxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	17.5	
Óxido de Magnesio, MgO	11.99	
Óxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	9.391	
Óxido de Potasio, K ₂ O	2.489	
Óxido de Titanio, TiO ₂	0.555	
Óxido de Manganeso, MnO	0.134	
Óxido de Fósforo, P ₂ O ₅	0.129	
Óxido de Estroncio, SrO	0.054	
Óxido de Azufre, SO ₃	0.036	

Fuente: Elaboración propia con Resultados de Labicer

ETAPA 5: Caracterización de los Agregados

Los ensayos de la investigación se realizaron en el Laboratorio de “INGEOCONTROL” el cual nos brindó garantía en la elaboración de las mismas con equipos certificados y personal experto de acuerdo a lo requerido por las normativas.

Ubicación Geográfica

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : San Martín de Porres

Coordenadas : 11°58'15.3"S 77°05'45.5"W

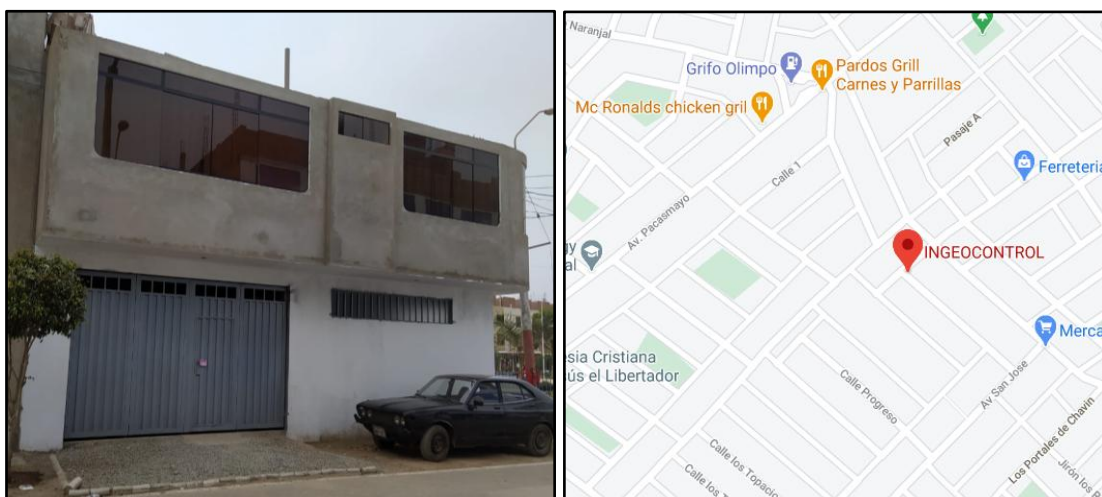


Figura 23. Laboratorio de Ensayos de Materiales “INGEOCONTROL”

a. Análisis Granulométrico

La granulometría distribuye las partículas de una muestra en función al tamaño, a través del uso de tamices normados en el Perú por la **NTP 350.001**. Este ensayo es de importancia para el desarrollo del diseño del concreto y sus propiedades.

- Agregado Fino:

La investigación utilizó como referencia la **NTP 400.012** “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global” y la **ASTM C33**.



Figura 24. Tamizado del agregado fino



Figura 25. Agregado fino retenido en los tamices

Los datos arrojados para el agregado fino según la **Tabla 13**, mostraron que el mayor porcentaje retenido se encuentra en el tamiz #30 con un 26.42%. Así mismo, se obtuvo un módulo de fineza para el agregado fino de 2.83, el cual cumple con lo establecido por la ASTM C125 donde menciona que el módulo de finura para la arena debe ser no menor que 2.3 ni mayor que 3.1.

Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado fino (arena gruesa)

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	14.9	2.42	2.42	97.58	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	71.7	11.66	14.09	85.91	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	126.9	20.64	34.73	65.27	50.00	85.00
# 30	600 µm	162.4	26.42	61.15	38.85	25.00	60.00
# 50	300 µm	116.8	19.00	80.15	19.85	5.00	30.00
# 100	150 µm	61.6	10.02	90.17	9.83	0.00	10.00
Fondo	-	60.4	9.83	100.00	0.00	-	-
						MF	2.83
						TMN	---

Fuente: Elaboración propia

Según la curva granulométrica el agregado fino cumplió con los parámetros de Límite superior y Límite inferior, según ASTM C33, donde se obtuvo resultados óptimos y dentro de los rangos permisibles, como se muestra en la **Gráfico 1**.

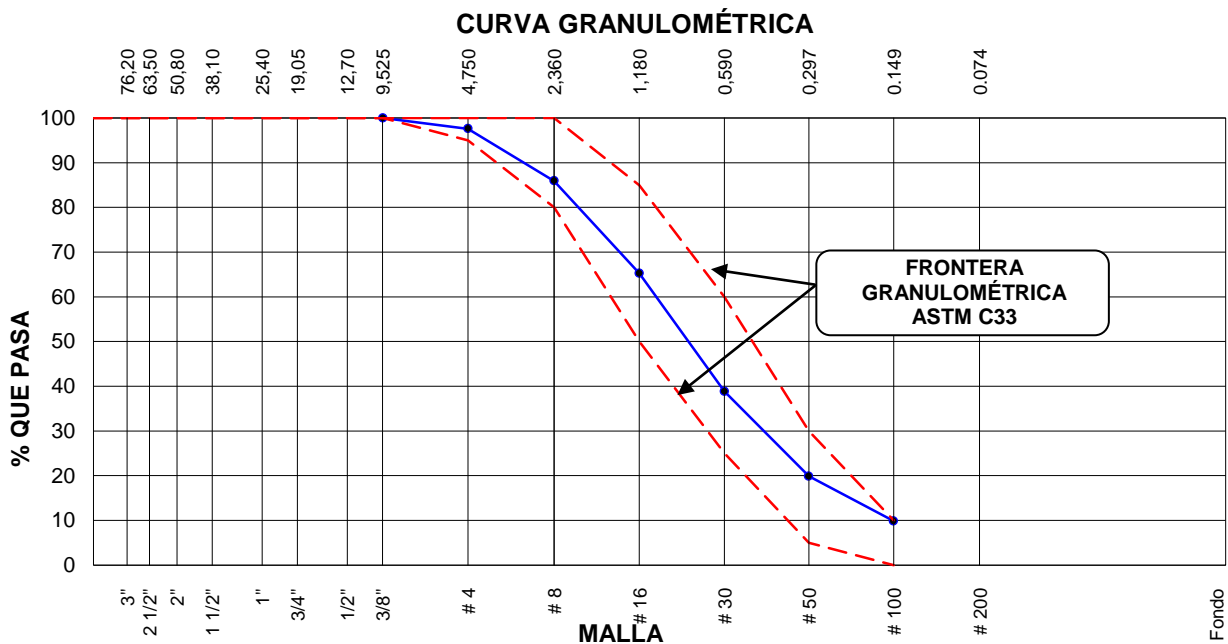


Gráfico 1. Curva granulométrica del agregado fino

- **Agregado Grueso:**

La distribución para el agregado grueso fue determinada en base a las normativas **NTP 400.012** “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global” y **ASTM C33**.



Figura 26. Tamizado del agregado grueso



Figura 27. Agregado grueso retenido en los tamices

De acuerdo a los resultados de la **Tabla 14** para el agregado grueso el mayor porcentaje retenido se encuentra en el tamiz $\frac{1}{2}$ " con un 39.43%, otorgando un módulo de fineza para el agregado grueso de 6.73 y tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ".

Tabla 14. Análisis granulométrico del agregado grueso

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	90.00	100.00
1/2"	12.50 mm	1591.3	39.43	39.43	60.57	50.00	79.00
3/8"	9.50 mm	1409.4	34.92	74.35	25.65	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	1021.8	25.32	99.67	0.33	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	5.2	0.13	99.79	0.21	0.00	5.00
# 16	1.18 mm	2.0	0.05	99.84	0.16	0.00	0.00
# 30	600 µm	0.8	0.02	99.86	0.14	0.00	0.00
# 50	300 µm	0.6	0.01	99.88	0.12	0.00	0.00
# 100	150 µm	1.1	0.03	99.91	0.09	0.00	0.00
Fondo	-	3.8	0.09	100.00	0.00	-	-
						MF	6.73
						TMN	1/2"

Fuente: Elaboración propia

La curva granulométrica para agregado grueso cumplió con los parámetros de Límite superior y Límite inferior, según ASTM C33, donde se obtuvo resultados óptimos y dentro de los rangos permisibles, como se muestra en la **Gráfico 2**.

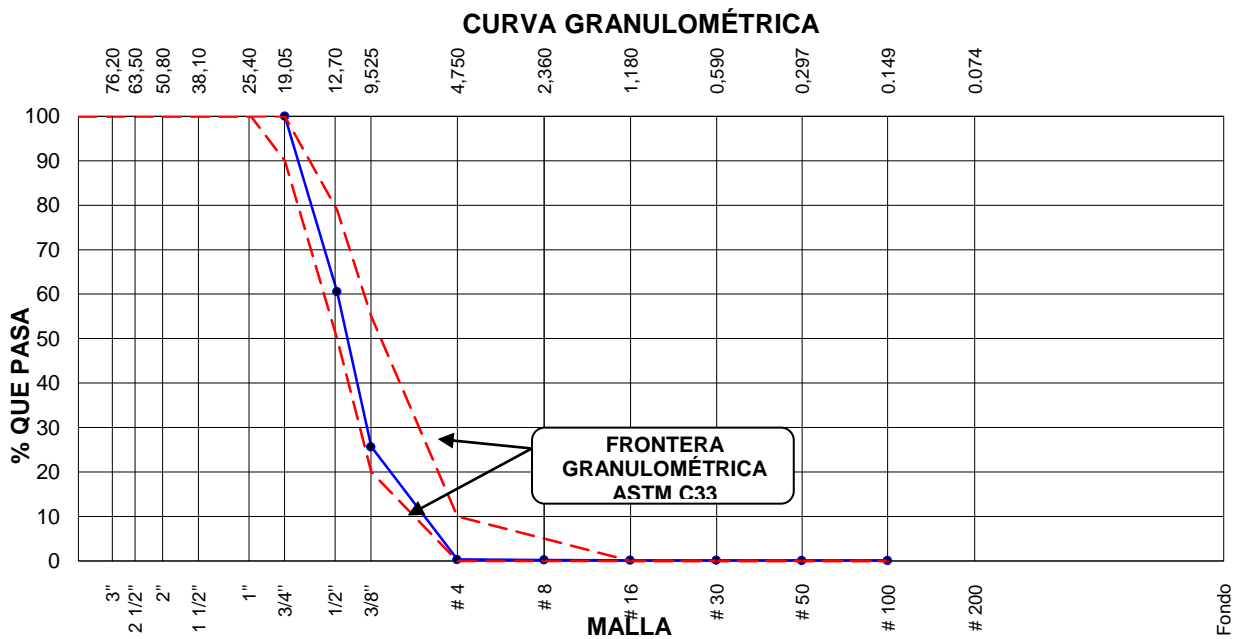


Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso

b. Contenido de Humedad

Este ensayo permite determinar el porcentaje de agua retenido en los agregados que se realizó según las especificaciones técnicas de la norma **NTP 339.185** y **ASTM C566**, con el propósito de conocer el total de agua que se utilizará para el diseño.

- Agregado Fino:

Según la **Tabla 15** el resultado obtenido en el porcentaje de humedad del agregado fino fue de 1.8%, el cual estuvo por debajo de lo indicado por la norma que nos dice que para el agregado fino la humedad varía de 2% al 6%.

Tabla 15. *Contenido de humedad del agregado fino*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS
1	Masa del Recipiente	g	106.0
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	731.6
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	720.7
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.8

Fuente: Elaboración propia

- Agregado Grueso:

En la **Tabla 16** se observa que los resultados en el contenido de humedad del agregado grueso estuvieron dentro de los límites con un 0.5%, esto indicó que los poros del agregado estuvieron un poco secos por lo que se tuvo que tener en cuenta al realizar el diseño.

Tabla 16. *Contenido de humedad del agregado grueso*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS
1	Masa del Recipiente	g	958.0
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	5014.0
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	4994.0
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.5

Fuente: Elaboración propia

c. Peso Unitario

El ensayo de Peso Unitario fue realizado siguiendo el procedimiento establecido por la norma **NTP 400.017** y **ASTM C29**, con el cual se buscó conocer el peso suelto y compactado del agregado que luego nos ayudará a seleccionar las proporciones adecuadas para el diseño de mezcla.

- Agregado Fino:



Figura 28. Llenado del molde con agregado fino

Tabla 17. *Peso Unitario suelto del agregado fino*

PESO UNITARIO SUELTO			
DESCRIPCIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.010	6.024	
Peso de muestra suelta (kg)	4.382	4.396	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1560	1565	1562

Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Compactado y enrasado del agregado fino

Tabla 18. Peso Unitario compactado del agregado fino

PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m ³)	0.00280 9	0.00280 9	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.605	6.591	
Peso de muestra suelta (kg)	4.977	4.963	
PESO UNITARIO COMPACTADO	1772	1767	1769

Fuente: Elaboración propia

- **Agregado Grueso:**



Figura 30. Llenado del molde con agregado grueso

Tabla 19. *Peso Unitario suelto del agregado grueso*

PESO UNITARIO SUELTO			
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.701	5.672	
Peso de muestra suelta (kg)	4.073	4.044	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1450	1440	1445

Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Compactado y enrasado del agregado grueso

Tabla 20. Peso Unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO			
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.047	6.038	
Peso de muestra suelta (kg)	4.419	4.410	
PESO UNITARIO COMPACTADO	1573	1570	1572

Fuente: Elaboración propia

d. Peso Específico y Absorción

El peso específico y la absorción de los agregados determinan el volumen que ocupan dentro de una mezcla.

- Agregado Fino:

Este ensayo en el agregado fino fue realizado siguiendo lo dictado por las normas **NTP 400.022** y **ASTM C128**.

Tabla 21. *Peso específico y absorción del agregado fino*

DATOS		
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0
B	Peso Frasco + agua	672.5
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	987.5
D	Peso del Mat. Seco	492.6
RESULTADOS		
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$		2.663
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$		2.703
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$		2.774
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		1.5

Fuente: Elaboración propia



Figura 32. Muestra de agregado saturada y sumergida

- **Agregado Grueso:**

Ensayo que se realizó según lo dictado por las normas **NTP 400.021** y **ASTM C127**.

Tabla 22. *Peso específico y absorción del agregado grueso*

DATOS		
A	Peso de la muestra sss	773.7
B	Peso de la muestra sss sumergida	496.5
C	Peso de la muestra secada al horno	767.3
RESULTADOS		
PESO ESPECIFICO DE MASA		2.768
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2.791
PESO ESPECIFICO APARENTE		2.833
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		0.8

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 6: Diseño de mezcla

Para el diseño de las mezclas se necesitó obtener el peso específico de los materiales que remplazarán al cemento por lo cual se realizó el ensayo de peso específico según la norma **ASTM C188**.

Peso Específico de la Ceniza de Lodo de Papel

En un tubo de ensayo de “Le Chatelier” se llenó gasolina de 97 octanajes con la ayuda de un embudo para evitar que moje el cuello del tubo de ensayo, luego se introdujo una muestra de 64 gramos de ceniza de lodo de papel.

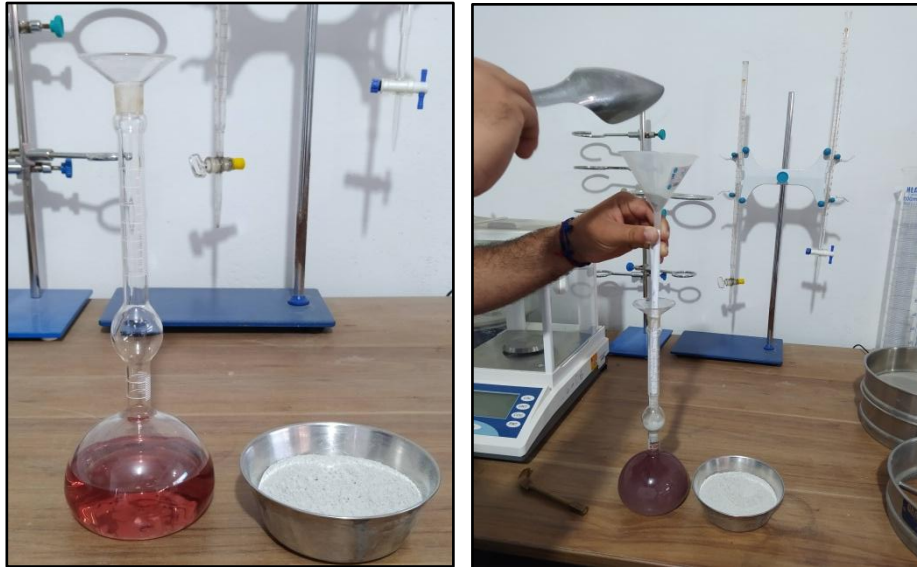


Figura 33. Llenado de ceniza de lodo de papel en el “Le Chatelier”

Se tapó el tubo de ensayo y se inclinó para empezar a hacerlo rodar con la finalidad de eliminar el aire del “Le Chatelier”, finalmente se procede a la lectura del volumen obteniéndose así un peso específico para la ceniza de lodo de papel de 3137 kg/m³.



Figura 34. Peso específico de ceniza de lodo de papel

Peso Específico del Esquisto

En un tubo de ensayo de “Le Chatelier” se llenó gasolina de 97 octanajes con la ayuda de un embudo para evitar que moje el cuello del tubo de ensayo, luego se introdujo una muestra de 64 gramos del esquisto calcinado.



Figura 35. Llenado de esquisto calcinado en el “Le Chatelier”

Se tapó el tubo de ensayo y se inclinó para empezar a hacerlo rodar con la finalidad de eliminar el aire del “Le Chatelier”, finalmente se procede a la lectura del volumen obteniéndose así un peso específico para el esquisto calcinado de 2936 kg/m³.



Figura 36. Peso específico de esquisto calcinado

Después de los datos obtenidos en los ensayos físicos del agregado se procedió a realizar el diseño de la mezcla patrón a través del método **ACI 211** y luego se procedió a agregar la correspondiente dosificación tal es el caso 7% (4.5% CLP y 2.5% esquisto) y 11% (6.5% CLP y 4.5% esquisto) como sustitución parcial en el cemento.

DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN MÉTODO ACI 211

1. Cálculo de F'_{cr}

Debido a que no se tuvo datos de desviación estándar o registros anteriores, se calculó la resistencia requerida según la **Figura 39**.

Se tiene: Resistencia de diseño: $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a la compresión F'_c	Resistencia a la compresión requerida (F'_{cr})
Menos de 210	$F'_c + 70$
210 - 350	$F'_c + 84$
Mayor de 350	$F'_c + 98$

Figura 37. Resistencia a la compresión requerida

Fuente: ACI 211

Entonces: $F'_{cr} = 210 + 84$

$$F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Cálculo del contenido de aire

Después se seleccionó el contenido de aire en base al tamaño máximo nominal como se observa en la **Figura 40**.

Se tiene: TMN agregado grueso = 1/2"

TMN Del Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Figura 38. Contenido de aire atrapado

Fuente: ACI 211

Entonces: **Aire atrapado = 2.5 %**

3. Cálculo del contenido de agua

Conforme al TMN de agregado grueso y del asentamiento se procedió al cálculo de agua, según la **Figura 41**.

Se tiene: Asentamiento = 3" a 4"
 TMN = 1/2"

Agua en l/m ³ , para los TMN de agregado grueso y asentamiento								
ASENTAMIENTO	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 ½ "	2 "	3 "	6 "
<i>Concreto sin aire incorporado</i>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
<i>Concreto con aire incorporado</i>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	184	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	197	174	166	154	----

Figura 39. Volumen unitario de agua

Fuente: ACI 211

Entonces: **Agua = 216 l/m³**

4. Cálculo de agua/cemento (a/c) según resistencia requerida (F'cr):

F'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	<i>sin aire incorporado</i>	<i>con aire incorporado</i>
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Figura 40. Relación agua/cemento por resistencia

Fuente: ACI 211

Para definir la relación agua/cemento de $F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ se utilizó la siguiente fórmula:

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

Interpolando valores:

x	y
250 -----	0.62
294 -----	a/c
300 -----	0.55

Entonces: **Relación a/c = 0.56**

5. Cálculo del contenido del cemento

Luego se determinó la cantidad de cemento siguiendo la fórmula:

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Agua} \left(\frac{1}{\text{m}^3}\right)}{\text{Relación a/c}}$$

Entonces: Factor C = $216 / 0.56$

Factor C = 392.73 kg

Bolsas de cemento: $392.73 / 42.5 = 9.24$ bolsas

6. Cálculo del peso del agregado grueso

Se tiene: Módulo de Fineza del agregado fino = 2.83

TMN Del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso para diversos módulos de fineza del fino. (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Figura 41. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Fuente: ACI 211

Interpolación de valores:

$$\frac{b/b_o - 0.53}{0.55 - 0.53} = \frac{2.83 - 3}{2.8 - 3}$$

$$b/b_o = 0.547$$

A continuación se multiplicó el b/b_o con el Peso Unitario Seco Compactado del agregado grueso:

$$\text{Peso del agregado grueso} = b/b_o \times \text{PUSC}$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.547 \text{ m}^3 \times 1572 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = \mathbf{859.8 \text{ kg}}$$

7. Cálculo del Volumen absoluto

$$\text{Volumen absoluto del cemento} = \frac{392.73 \text{ kg}}{(3.11 \text{ gr/cm}^3) \times (1000)} = 0.126 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto del agua} = \frac{216 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto del aire} = \frac{2.5 \%}{100} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto del agregado grueso} = \frac{859.8 \text{ kg}}{2768 \text{ kg/m}^3} = 0.310 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto total} = \mathbf{0.126 + 0.216 + 0.025 + 0.310 = 0.677 \text{ m}^3}$$

Entonces:

$$\text{Volumen del agregado fino} = 1 \text{ m}^3 - \text{Vol. Absoluto total}$$

$$\text{Volumen del agregado fino} = (1 \text{ m}^3) - (0.69 \text{ m}^3)$$

$$\text{Volumen del agregado fino} = \mathbf{0.31 \text{ m}^3}$$

8. Cálculo del peso del agregado fino

$$\text{Peso del agregado fino} = \text{Vol. Agregado fino} \times \text{Peso esp. Agreg. fino}$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.31 \text{ m}^3 \times 2663 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = \mathbf{825.53 \text{ kg}}$$

9. Peso seco de la mezcla

$$\text{- Cemento} = 392.73 \text{ Kg}$$

$$\text{- Agregado grueso} = 859.8 \text{ Kg}$$

$$\text{- Agregado fino} = 825.53 \text{ Kg}$$

$$\text{- Agua} = 216 \text{ Lt}$$

10. Corrección de los agregados por humedad

Se determinó los pesos húmedos a partir del ajuste por absorción y humedad de los agregados, de acuerdo a la fórmula:

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

$$\text{Peso húmedo del Agregado grueso} = 858.8 \text{ kg} \times (0.5/100 + 1) = 867.5 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo del Agregado fino} = 825.53 \text{ kg} \times (1.8/100 + 1) = 840.4 \text{ kg}$$

11. Cálculo del aporte del agua a la mezcla

Se realizó de acuerdo a la fórmula:

$$\frac{\text{humedad}\% - \text{Absorción}\% \times \text{Peso Seco}}{100}$$

$$\text{Aporte de agua del Agregado grueso} = \frac{0.5 - 0.8 \times 858.8 \text{ kg}}{100} = -6.865 \text{ litros}$$

$$\text{Aporte de agua del Agregado fino} = \frac{1.8 - 1.5 \times 825.53 \text{ kg}}{100} = -12.36 \text{ litros}$$

$$\text{Aporte de agua de los agregados} = (-6.865) + (-12.36) = -19.225 \text{ litros}$$

12. Cálculo del agua efectiva

$$\text{Agua Efectiva} = \text{Agua diseñada} - (\text{Aporte de agua de los agregados})$$

$$\text{Agua Efectiva} = 216 \text{ Lt/m}^3 - (-19.225) = 235.225 \text{ Lt/m}^3$$

13. Peso húmedo de la mezcla

$$\text{- Cemento} = 392.73 \text{ Kg}$$

$$\text{- Agregado grueso} = 867.5 \text{ Kg}$$

$$\text{- Agregado fino} = 840.4 \text{ Kg}$$

$$\text{- Agua} = 235.23 \text{ Lt}$$

a) DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN

Tabla 23. *Diseño de la mezcla patrón*

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	392.73 Kg	392.73 Kg
Agregado grueso	859.8 Kg	867.5 Kg
Agregado fino	825.5 Kg	840.4 Kg
Agua	216 Lt	235.23 Lt

Fuente: Elaboración propia

b) DISEÑO DE MEZCLA CON EL 7% (4.5% Ceniza de lodo de papel y 2.5% Esquisto)

Tabla 24. *Diseño de la mezcla con 7% de ceniza de lodo de papel y esquisto*

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	392.73 Kg	392.73 Kg
Ceniza de lodo de papel	17.67 Kg	17.67 Kg
Esquisto calcinado	9.81 Kg	9.81 Kg
Agregado grueso	859.8 Kg	867.5 Kg
Agregado fino	825.5 Kg	840.4 Kg
Agua	216 Lt	235.23 Lt

Fuente: Elaboración propia

c) DISEÑO DE MEZCLA CON EL 11% (6.5% Ceniza de lodo de papel y 4.5% Esquisto)

Tabla 25. *Diseño de la mezcla con 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto*

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	392.73 Kg	392.73 Kg
Ceniza de lodo de papel	25.53 Kg	25.53 Kg
Esquisto calcinado	17.67 Kg	17.67 Kg
Agregado grueso	859.8 Kg	867.5 Kg
Agregado fino	825.5 Kg	840.4 Kg
Agua	216 Lt	235.23 Lt

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 7: Elaboración de ensayos en estado fresco

Ensayo de Asentamiento

Según la norma **NTP 339.035** y **ASTM C-143**, el ensayo de asentamiento se realizó con el llenado de la mezcla en tres capas dentro de un molde cónico de metal y compactando con 25 golpes cada capa, a continuación se realizó el enrasado hasta obtener una superficie lisa.



Figura 42. Compactado y enrasado de la mezcla en el cono de Abrams

Una vez retirado el molde se registró el asentamiento con la varilla y una cinta métrica.



Figura 43. Toma de lectura del asentamiento

Los datos arrojados a partir del ensayo de asentamiento fueron los siguientes:

Tabla 26. Datos obtenidos del Ensayo de Asentamiento

DESCRIPCION	MUESTRA	ASENTAMIENTO		PROMEDIO	
		<i>pulg.</i>	<i>cm.</i>	<i>pulg.</i>	<i>cm.</i>
MEZCLA PATRÓN	M1	4.25	10.8	4.375	11.12
	M2	4.50	11.43		
MEZCLA CON EL 7 % (4.5% CLP y 2.5% ESQUISTO)	M3	3.5	8.89	3.75	9.53
	M4	4	10.16		
MEZCLA CON EL 11% (6.5% CLP y 4.5% ESQUISTO)	M5	3.2	8.13	3.1	7.87
	M6	3	7.62		

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Asentamiento

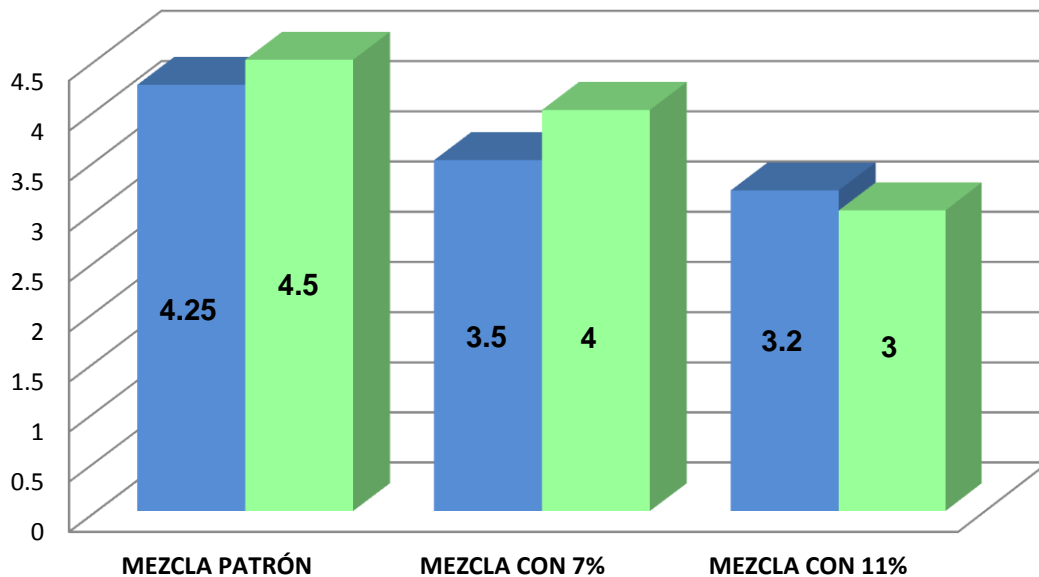


Gráfico 3. Ensayo de Asentamiento

Ensayo de Exudación

La elaboración del ensayo de exudación se basó en el proceso detallado por las normas **NTP 339.077** y **ASTM C-232** el cual nos indica los requerimientos para la toma de resultados.

En una Olla Washington se llenó el concreto en tres capas de 25 golpes, dejando libre una pulgada para dar lugar al agua exudada. A continuación se procedió a tapar el molde para evitar que el agua se evapore.

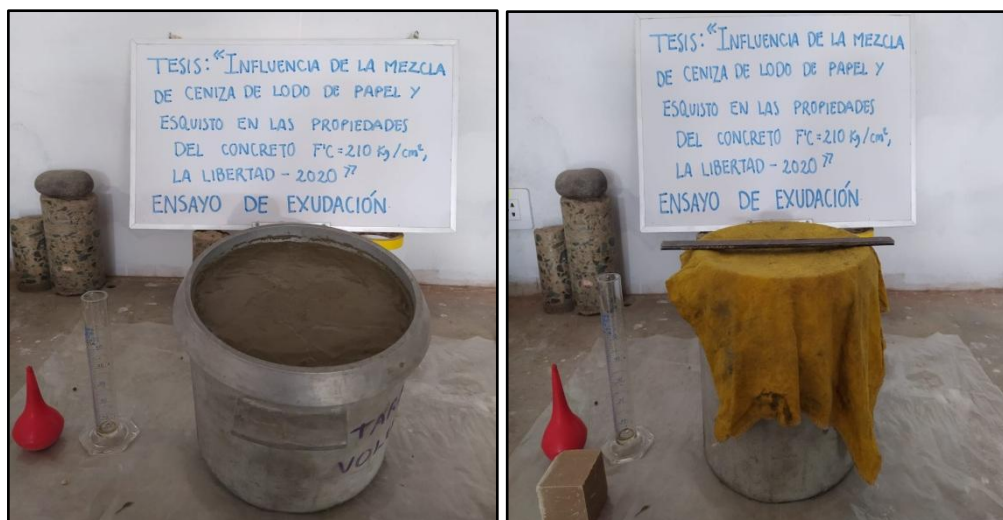


Figura 44. Llenado y tapado de la Olla Washington

Luego se dejó reposar durante 10 minutos, donde a los 8 minutos de transcurrido el tiempo se destapó el molde y se inclinó con la ayuda de un taco de madera de 5cm para facilitar la extracción del agua acumulada en la superficie.



Figura 45. Inclinación del molde para la extracción del agua exudada

Se tomó la lectura del volumen exudado de la mezcla cada 10 minutos durante las primeras cuatro lecturas y luego cada 30 minutos hasta que finalice la exudación.

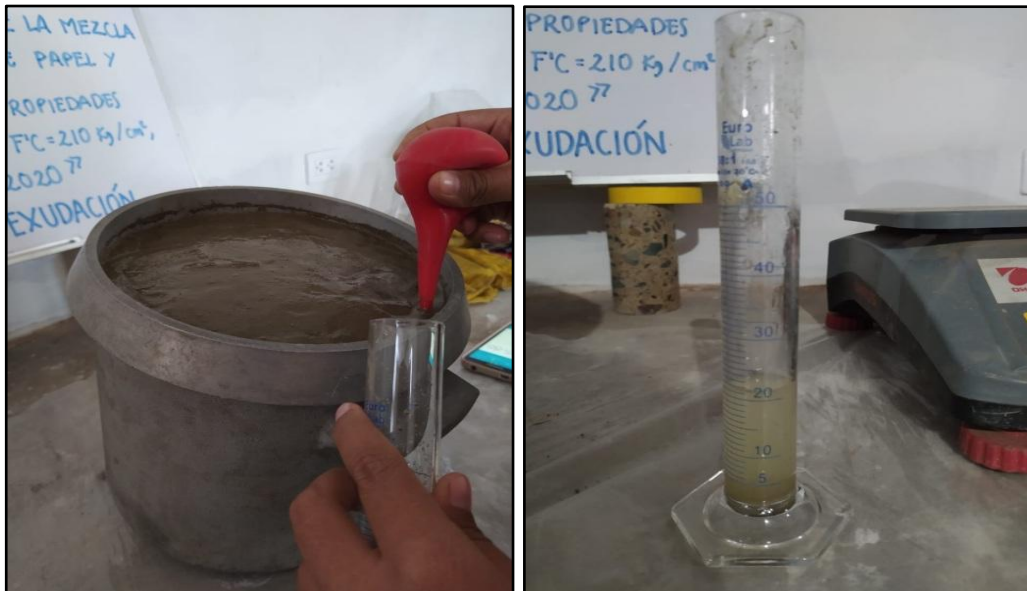


Figura 46. Lectura del agua exudada en la mezcla

Datos recolectados a partir del Ensayo de Exudación se muestran en la **Tabla 27**, **Tabla 28** y **Tabla 29**.

a) MEZCLA PATRÓN:

Tabla 27. *Datos obtenidos del Ensayo de exudación en la mezcla patrón*

Tiempo (min)	Volumen Parcial exudado (ml)	Volumen Acumulado exudado (ml)	Velocidad de Exudación (ml/minuto)
10	1	1	0.10
10	3	4	0.30
10	6	10	0.60
10	9	19	0.90
30	12	31	0.40
30	8	39	0.27
30	4	43	0.13
30	2	45	0.07

Fuente: Elaboración propia

b) MEZCLA DEL 7%:

Tabla 28. *Datos obtenidos del Ensayo de exudación en la mezcla del 7%*

Tiempo (min)	Volumen Parcial exudado (ml)	Volumen Acumulado exudado (ml)	Velocidad de Exudación (ml/minuto)
10	2	2	0.20
10	5	7	0.50
10	8	15	0.80
10	12	27	1.20
30	7	34	0.23
30	3	37	0.10
30	1	38	0.03

Fuente: Elaboración propia

c) MEZCLA DEL 11%:

Tabla 29. Datos obtenidos del Ensayo de exudación en la mezcla del 11%

Tiempo (min)	Volumen Parcial exudado (ml)	Volumen Acumulado exudado (ml)	Velocidad de Exudación (ml/minuto)
10	1	1	0.10
10	3	4	0.30
10	7	11	0.70
10	10	21	1.00
30	7	28	0.23
30	4	32	0.13
30	2	34	0.07

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la **Tabla 30** se observa el volumen acumulado del agua exudada de todas las mezclas.

Tabla 30. Volumen acumulado de exudación

MEZCLA	TIEMPO (MINUTOS)							
	10	20	30	40	70	100	130	160
PATRÓN	1	4	10	19	31	39	43	45
7%	2	7	15	27	34	37	38	-
11%	1	4	11	21	28	32	34	-

Fuente: Elaboración propia

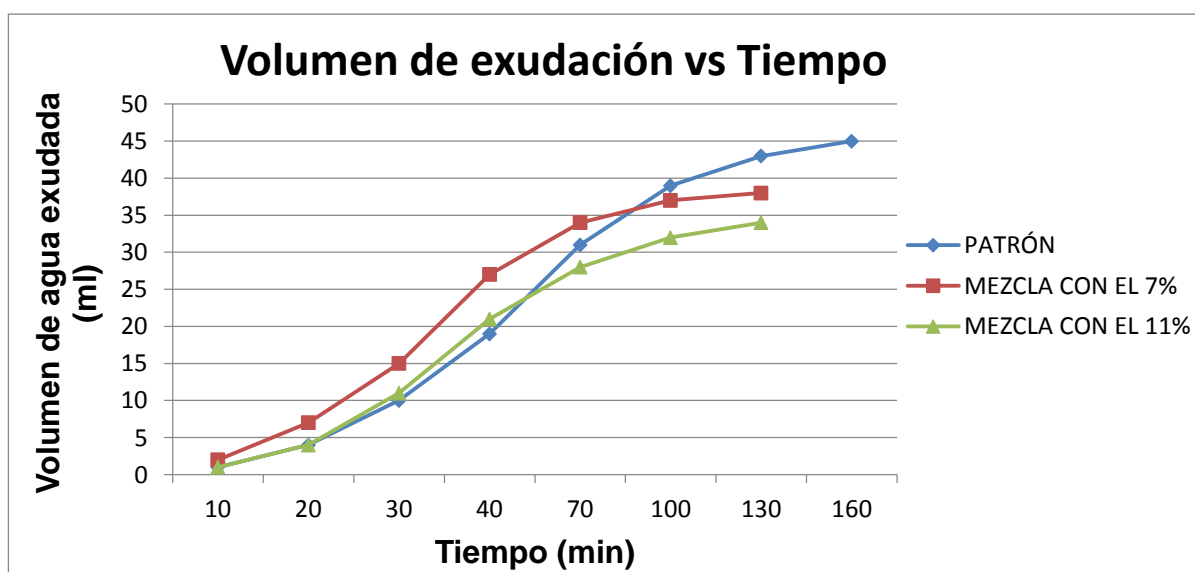


Gráfico 4. Volumen de exudación vs tiempo

ETAPA 8: Elaboración de probetas cilíndricas y vigas

La preparación de probetas se realizó en laboratorio bajo la norma **NTP 339.183** y **ASTM C 199**.

Probetas cilíndricas

Se usaron moldes de 4" x 8" que fueron colocados en una superficie firme y plana y posteriormente llenados en tres capas dando 25 golpes por capa con la ayuda de una varilla metálica y finalmente fueron enrasados para conseguir una superficie uniforme.



Figura 47. Llenado y compactado de probetas cilíndricas

Vigas

Del mismo modo, las vigas fueron elaboradas en moldes prismáticos con una sección estándar de 150 x 150mm posicionados sobre una superficie nivelada y plana, a continuación se llenó los moldes en 3 capas dando 25 golpes por cada capa apoyándonos de la varilla metálica y golpeados con un martillo de goma para evitar espacios vacíos, al final se enrasó para conseguir una superficie uniforme.



Figura 48. Llenado y compactado de vigas



Figura 49. Elaboración de probetas cilíndricas y vigas

ETAPA 9: Elaboración de curado

Inmediatamente se procedió a curar las probetas luego de ser desmoldadas, depositándolas en recipientes con agua donde se encuentren cubiertas totalmente todas las caras de las probetas a una temperatura entre los 23 y 25°C.



Figura 50. Curado de probetas cilíndricas y vigas

ETAPA 10: Elaboración de ensayos en estado endurecido

Ensayo de Resistencia a Compresión

En la investigación el Ensayo de Resistencia a Compresión se realizó según la norma **NTP 339.034** y **ASTM C39**. Primero se procedió a medir la altura y diámetro de las probetas cilíndricas patrón y las probetas elaboradas con las dosificaciones del 7% y 11%.



Figura 51. Medición de probetas cilíndricas

Con la ayuda de una prensa hidráulica cilíndrica se realizó la rotura de las probetas a los 7, 14 y 28 días.



Figura 52. Rotura de probetas cilíndricas

Los resultados adquiridos en el Ensayo de Resistencia de Compresión a los 7 días son los mostrados en la **Tabla 31**.

Tabla 31. Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 7 días

DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	ESFUERZO (kg/cm ²)	F'c PROMEDIO	% F'c
PATRON	18/09/2020	25/09/2020	7	9.86	19.98	TIPO 4	253	263	120.5%
PATRON	18/09/2020	25/09/2020	7	9.87	20.01	TIPO 5	282		134.2%
PATRON	18/09/2020	25/09/2020	7	9.93	19.97	TIPO 5	254		120.8%
MEZCLA 7%	18/09/2020	25/09/2020	7	9.95	20.01	TIPO 5	277	278	131.8%
MEZCLA 7%	18/09/2020	25/09/2020	7	9.98	19.97	TIPO 5	276		131.3%
MEZCLA 7%	18/09/2020	25/09/2020	7	9.97	20.02	TIPO 5	281		133.6%
MEZCLA 11%	18/09/2020	25/09/2020	7	9.89	20.01	TIPO 5	288	272	137.1%
MEZCLA 11%	18/09/2020	25/09/2020	7	10.01	20.09	TIPO 6	223		106.3%
MEZCLA 11%	18/09/2020	25/09/2020	7	9.85	20.07	TIPO 3	305		145.3%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados extraídos del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 14 días son los mostrados en la **Tabla 32**.

Tabla 32. Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 14 días

DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	ESFUERZO (kg/cm ²)	F'c PROMEDIO	% F'c
PATRON	18/09/2020	02/10/2020	14	9.86	20.00	TIPO 5	323	324.7	153.8%
PATRON	18/09/2020	02/10/2020	14	9.87	20.00	TIPO 5	323		153.8%
PATRON	18/09/2020	02/10/2020	14	9.93	20.00	TIPO 5	328		156.1%
MEZCLA 7%	22/09/2020	06/10/2020	14	9.97	20.00	TIPO 5	315	297.3	149.8%
MEZCLA 7%	22/09/2020	06/10/2020	14	10.01	20.00	TIPO 2	310		147.6%
MEZCLA 7%	22/09/2020	06/10/2020	14	9.97	20.00	TIPO 5	267		127.4%
MEZCLA 11%	23/09/2020	07/10/2020	14	10.00	20.00	TIPO 1	187	265	88.9%
MEZCLA 11%	23/09/2020	07/10/2020	14	10.05	20.00	TIPO 5	300		142.9%
MEZCLA 11%	23/09/2020	07/10/2020	14	10.02	20.00	TIPO 5	308		146.7%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados conseguidos con el Ensayo de Resistencia de Compresión a los 28 días son los mostrados en la **Tabla 33**.

Tabla 33. Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 28 días

DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	ESFUERZO (kg/cm ²)	F'c PROMEDIO	% F'c
PATRON	18/09/2020	16/10/2020	28	10.06	20.00	TIPO 2	357	361	169.9%
PATRON	18/09/2020	16/10/2020	28	10.02	20.00	TIPO 3	368		175.1%
PATRON	18/09/2020	16/10/2020	28	10.09	20.00	TIPO 2	358		170.3%
MEZCLA 7%	22/09/2020	20/10/2020	28	9.99	20.00	TIPO 4	364	364.6	173.2%
MEZCLA 7%	22/09/2020	20/10/2020	28	9.97	20.00	TIPO 4	367		174.9%
MEZCLA 7%	22/09/2020	20/10/2020	28	10.04	20.00	TIPO 4	363		172.7%
MEZCLA 11%	23/09/2020	21/10/2020	28	10.03	20.00	TIPO 2	343	344.3	163.4%
MEZCLA 11%	23/09/2020	21/10/2020	28	10.01	20.00	TIPO 4	350		166.9%
MEZCLA 11%	23/09/2020	21/10/2020	28	10.00	20.00	TIPO 5	340		161.9%

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Resistencia a Flexión

El Ensayo de Flexión fue elaborado según la norma **NTP 339.078** y **ASTM C78**. En el cual se sometió a cargas en los puntos tercios las vigas patrón y las vigas elaboradas con las dosificaciones del 7% y 11% a los 7, 14 y 28 días de curado.



Figura 53. Rotura de vigas

Los resultados adquiridos con el Ensayo de Resistencia de Flexión a los 7 días son los que se aprecia en la **Tabla 34**.

Tabla 34. Resultados del Ensayo de Resistencia de Flexión a los 7 días

DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	M. ROTURA Mr(Kg/cm2)	M. ROTURA PROMEDIO Mr(Kg/cm2)
PATRON	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	46	47
PATRON	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	49	
PATRON	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	48	
MEZCLA 7%	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	47	52
MEZCLA 7%	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	57	
MEZCLA 7%	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	51	
MEZCLA 11%	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	44	45
MEZCLA 11%	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	48	
MEZCLA 11%	18/09/2020	25/09/2020	7	TERCIO CENTRAL	45	42	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados logrados del Ensayo de Resistencia de Flexión a los 14 días son los señalados en la **Tabla 35**.

Tabla 35. Resultados del Ensayo de Resistencia de Flexión a los 14 días

DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	M. ROTURA Mr(Kg/cm ²)	M. ROTURA PROMEDIO Mr(Kg/cm ²)
PATRON	18/09/2020	02/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	33	39.00
PATRON	18/09/2020	02/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	37	
PATRON	18/09/2020	02/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	47	
MEZCLA 7%	22/09/2020	06/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	47	47.33
MEZCLA 7%	22/09/2020	06/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	49	
MEZCLA 7%	22/09/2020	06/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	46	
MEZCLA 11%	23/09/2020	07/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	39	39.33
MEZCLA 11%	23/09/2020	07/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	39	
MEZCLA 11%	23/09/2020	07/10/2020	14	TERCIO CENTRAL	45	40	

Fuente: Elaboración propia

La obtención de resultados a partir del Ensayo de Flexión a los 28 días se indica en la **Tabla 36**.

Tabla 36. Resultados del Ensayo de Resistencia de Flexión a los 28 días

DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	M. ROTURA Mr(Kg/cm ²)	M. ROTURA PROMEDIO Mr(Kg/cm ²)
PATRON	18/09/2020	16/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	40	41.6
PATRON	18/09/2020	16/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	43	
PATRON	18/09/2020	16/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	42	
MEZCLA 7%	22/09/2020	20/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	40	39.6
MEZCLA 7%	22/09/2020	20/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	40	
MEZCLA 7%	22/09/2020	20/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	39	
MEZCLA 11%	23/09/2020	21/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	53	53.6
MEZCLA 11%	23/09/2020	21/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	54	
MEZCLA 11%	23/09/2020	21/10/2020	28	TERCIO CENTRAL	45	54	

Fuente: Elaboración propia

4.2 Resultados

Indicador VD1. Consistencia

Ensayo de asentamiento o Slump empleado para percibir la consistencia del concreto, lo cual se siguió los parámetros establecidos según ASTM C-143 para el diseño patrón $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ y la sustitución del cemento por el 7% y 11% de la mezcla de ceniza y roca esquisto, obteniendo así diferentes medidas de Asentamiento que muestran conforme a la siguiente tabla.

Tabla 37. Resumen del Ensayo de Asentamiento del Concreto 210kg/cm².

DESCRIPCIÓN	ASENTAMIENTO PROMEDIO	TIPO CONSISTENCIA
	PULGADA	
MEZCLA PATRÓN	4.375	Plástico
MEZCLA 7 % (4.5% C.LODO DE PAPEL y 2.5% ESQUISTO)	3.75	Plástico
MEZCLA 11% (6.5% C. LODO DE PAPEL y 4.5% ESQUISTO)	3.10	Plástico

Fuente: Elaboración Propia

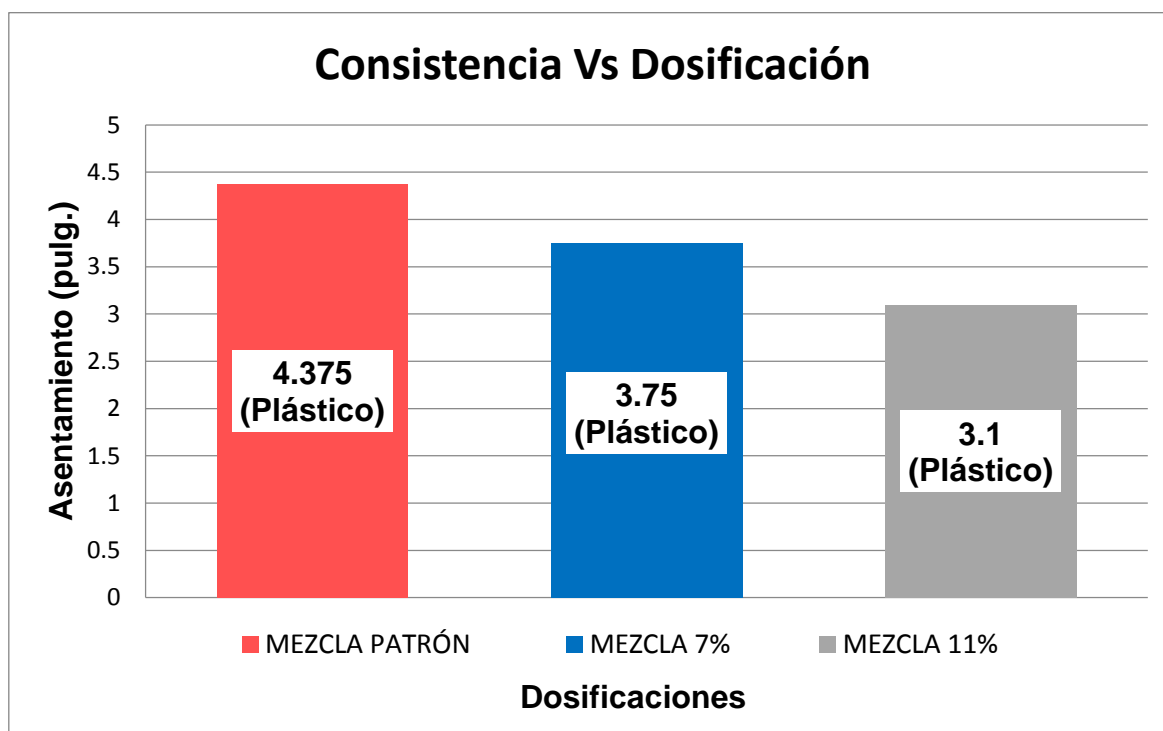


Gráfico 5. Comparación de consistencia de mezclas ensayadas.

De acuerdo a la **Tabla 37** y **Gráfico 5**, se visualiza que el ensayo de Asentamiento del concreto Patrón $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ obtuvo como resultado una consistencia de 4.38" que es de tipo Plástico, la combinación de 7% (4.5% C. Lodo de Papel y 2.5% Roca Esquisto) nos brinda un resultado de 3.75" que viene a ser tipo Plástico reduciendo en un 14.28% con respecto al concreto patrón y por último la mezcla de 11% (6.5% C. Lodo de Papel y 2.5% Roca Esquisto) se logró una consistencia de 3.10" disminuyendo en un 29.14% respecto al patrón y siendo de tipo Plástico. Se deduce a partir de lo mencionado anteriormente el diseño patrón es superior al diseño con la sustitución del cemento por 7% y 11%, entonces a mayor remplazo a la dosificación del concreto la medida de la consistencia pierde fluidez. Por lo tanto, la **Hipótesis Específica 1** se rechaza ya que disminuye con el remplazo de ceniza de lodo de papel y esquisto, pero estos resultados aún se ubican en el rango permisible de 3" a 4" según lo indicado en la Norma ASTM C-143, teniendo una mezcla trabajable.

Indicador VD2. Exudación

El ensayo de exudación determina el ascenso o filtración de porcentaje de agua sobre la superficie del concreto. Se elaboró el ensayo aplicando los parámetros establecidos según ASTM C-232 para la dosificación del concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y la sustitución del cemento por el 7% y 11 % por la mezcla de C. Lodo de papel y esquisto.

Tabla 38. Resumen de Ensayo de Exudación

DESCRIPCION	DOSIFICACION	PESO DE LA MUESTRA DE CONCRETO	VOLUMEN ACUMULADO EXUDADO (ml)	EXUDACIÓN (ml /cm ²)	EXUDACION %
MEZCLA PATRÓN	0%	14.56	45	0.12	3.2
SUSTITUCION CON MEZCLA DE 4.5% CLD Y 2.5% ESQUISTO	7%	14.43	38	0.10	2.73
SUSTITUCION CON MEZCLA DE 6.5% CLD Y 4.5% ESQUISTO	11%	13.98	34	0.09	2.51

Fuente: Elaboración Propia

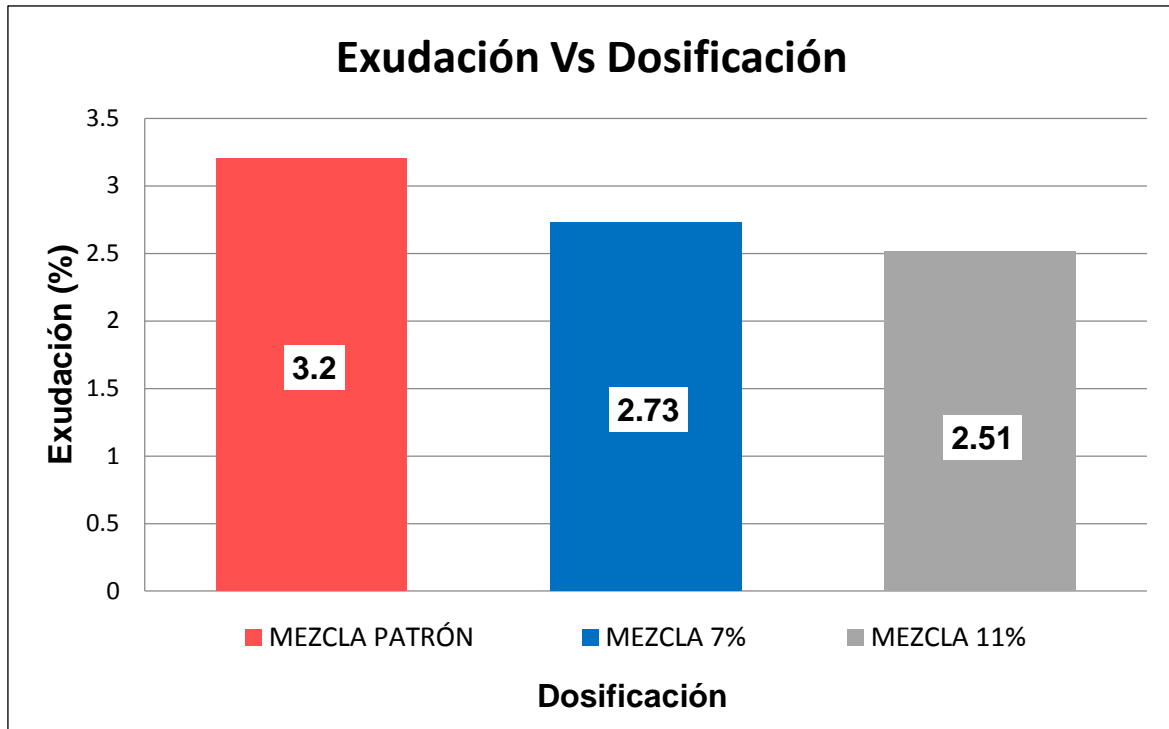


Gráfico 6. Exudación vs Dosificación

Como indica en la **Tabla 38** y **Gráfico 6**, se pudo observar que el diseño de mezcla patrón $f'c=210$ Kg/cm² fue de 3.2% de sangrado de la mezcla, siendo superior y para la sustitución del 7% por la mezcla de Ceniza de Lodo de Papel y esquisto se obtuvo una reducción de 14.69%, por otro lado la sustitución del 11% con la combinación de la ceniza de Lodo de Papel y el esquisto calcinado logro una disminución de 21.56% en relación a la muestra patrón; lo cual se debe a la elevada finura que poseen las cenizas aplicadas produciendo un leve retraso en el tiempo de fraguado inicial, permitiendo así una pérdida relativa del agua de la mezcla. Por lo expuesto, se determina que la **Hipótesis Específica 2** se aceptado dado que los resultados son favorables mostrando así una disminución del sangrado con respecto al diseño patrón, es decir a menor porcentaje de agua exudada no afecta la calidad del concreto $f'c=210$ Kg/cm² y ayuda en el control de fisuras.

Indicador VD3. Resistencia a Compresión

Tabla 39. Resumen de Ensayo a Compresión a los 7 días

DOSIFICACIÓN	EDAD (días)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	ESFUERZO PROMEDIO	% VARIACIÓN CON PATRÓN
MEZCLA PATRÓN	7	253	263	-
	7	282		
	7	254		
MEZCLA 7 % (4.5% C.LODO DE PAPEL y 2.5% ESQUISTO)	7	277	278	+5.70%
	7	276		
	7	281		
MEZCLA 11% (6.5% C. LODO DE PAPEL y 4.5% ESQUISTO)	7	288	272	+3.42%
	7	223		
	7	305		

Fuente: Elaboración Propia

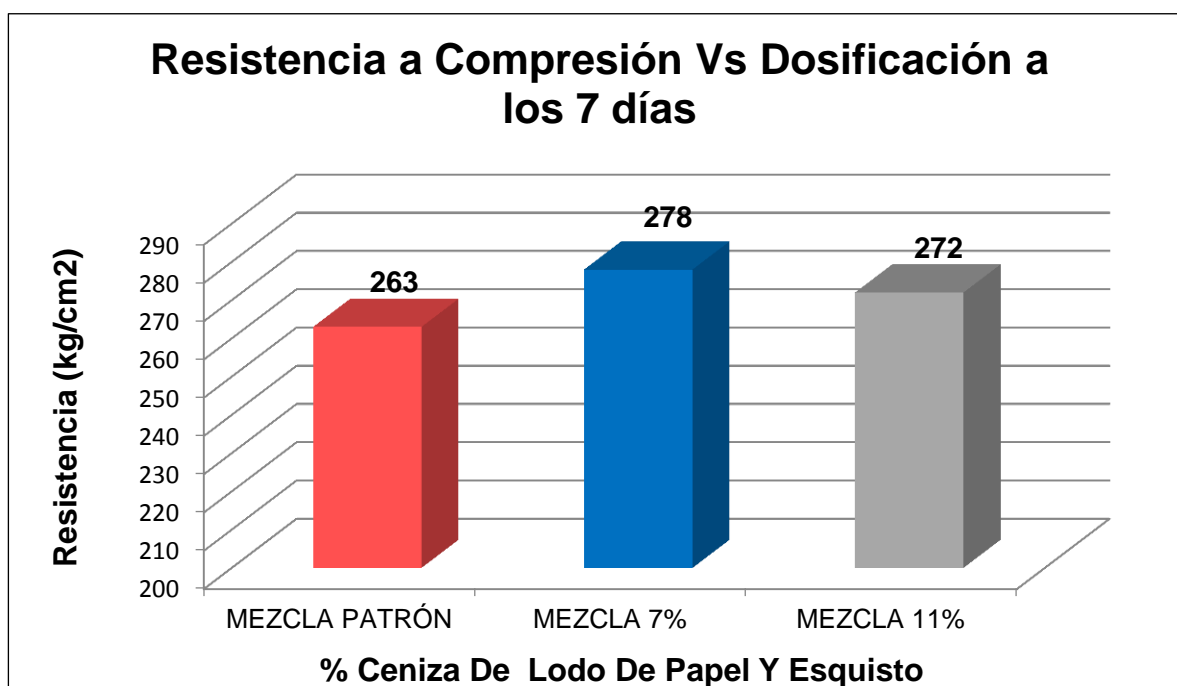


Gráfico 7. Resistencia a Compresión del concreto vs Dosificación a los 7 días

Tal como se aprecia en la **Tabla 39** y **Gráfico 7**, el ensayo de compresión a los 7 días proporcionó resultados para el concreto elaborado con la mezcla patrón una resistencia promedio de 263 Kg/cm², así mismo se obtuvo un aumento en el concreto con reemplazo de cemento por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto puesto que para la dosificación del 7% la resistencia fue de 278 Kg/cm²

con un aumento de 5.70% mientras que para la dosificación del 11% la resistencia obtenida fue 272 Kg/cm² con un aumento de 3.42% respecto al patrón.

Tabla 40. Resumen de Ensayo a Compresión a los 14 días

DOSIFICACIÓN	EDAD (días)	ESFUERZO Kg/cm ²	ESFUERZO PROMEDIO	% VARIACIÓN CON PATRÓN
MEZCLA PATRÓN	14	323	324.7	-
	14	323		
	14	328		
MEZCLA 7 % (4.5% C.LODO DE PAPEL y 2.5% ESQUISTO)	14	315	297.3	-8.44%
	14	310		
	14	267		
MEZCLA 11% (6.5% C. LODO DE PAPEL y 4.5% ESQUISTO)	14	187	265	-18.39%
	14	300		
	14	308		

Fuente: Elaboración Propia

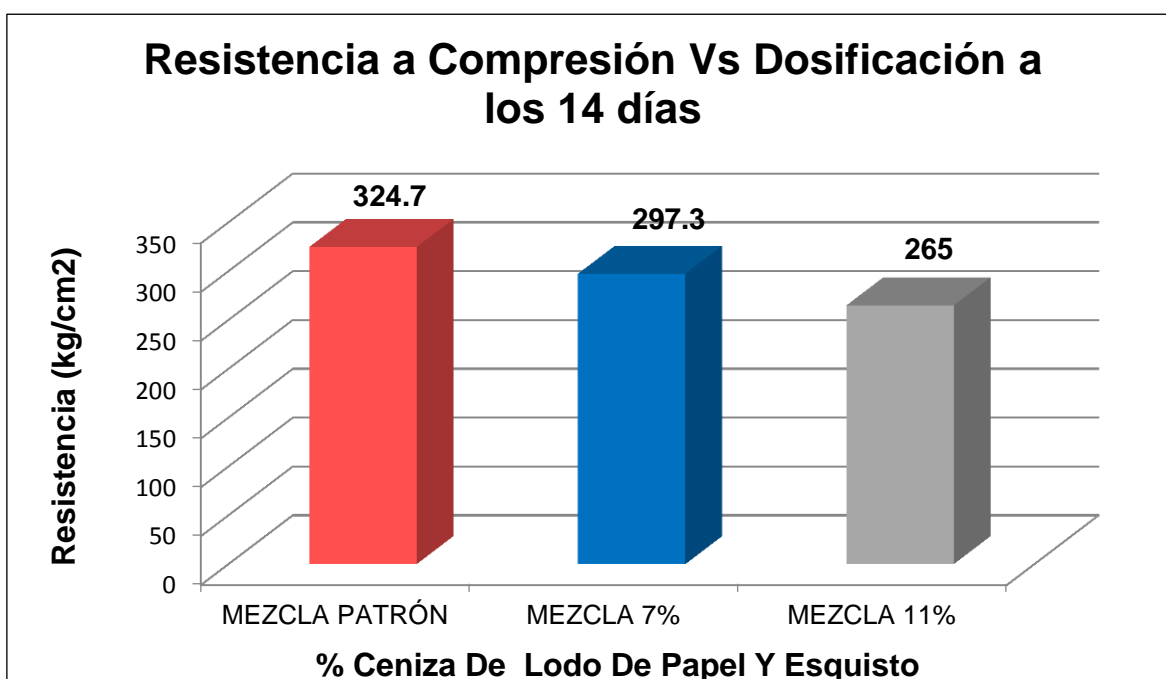


Gráfico 8. Resistencia a Compresión del concreto vs Dosificación a los 14 días

Según la **Tabla 40** y **Gráfico 8**, en el ensayo de compresión a los 14 días se adquirió para el concreto elaborado con la mezcla patrón resistencia de 324.7 Kg/cm², aunque se pudo apreciar una pérdida de resistencia en el concreto con reemplazo del cemento con la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto, ya

que para la dosificación del 7% la resistencia fue de 297.3 Kg/cm² con una disminución de 8.44% mientras que para la dosificación del 11% la resistencia obtenida fue 265 Kg/cm² con una disminución de 18.39% en comparación del concreto patrón.

Tabla 41. Resumen de Ensayo a Compresión a los 28 días

DOSIFICACIÓN	EDAD (días)	ESFUERZO Kg/cm ²	ESFUERZO PROMEDIO	% VARIACIÓN CON PATRÓN
MEZCLA PATRÓN	28	357	361	-
	28	368		
	28	358		
MEZCLA 7 % (4.5% C.LODO DE PAPEL y 2.5% ESQUISTO)	28	364	364.6	+0.1%
	28	367		
	28	363		
MEZCLA 11% (6.5% C. LODO DE PAPEL y 4.5% ESQUISTO)	28	343	344.3	-4.63%
	28	350		
	28	340		

Fuente: Elaboración Propia

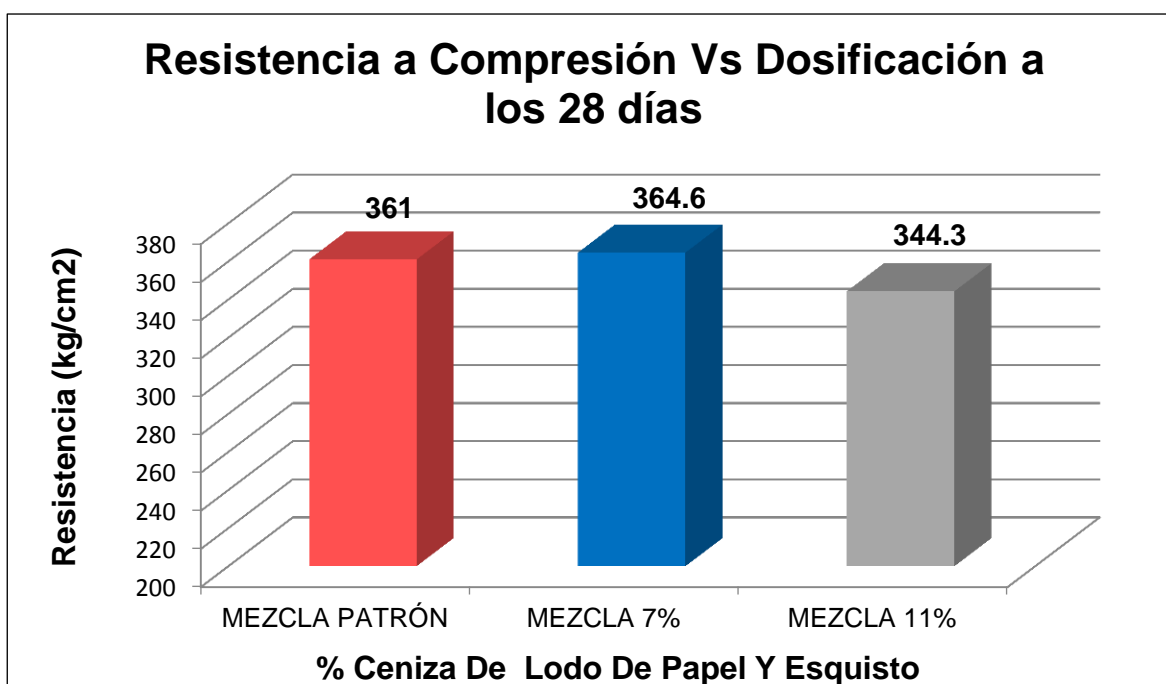


Gráfico 9. Resistencia a Compresión del concreto vs Dosificación a los 28 días

En la **Tabla 41** y **Gráfico 9**, se observa que en el ensayo de compresión a los 28 días se adquirió para el concreto elaborado con la mezcla patrón una resistencia de 361 Kg/cm², mientras que en el reemplazo de cemento con la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en 7% la resistencia fue de 364.6 Kg/cm² con un aumento de 0.1% respecto al patrón, sin embargo para la dosificación del 11% la resistencia obtenida fue 344.3 Kg/cm² generando una disminución de 4.63% en comparación del concreto patrón.

Tabla 42. Resumen de Ensayo a Compresión a los 7, 14 y 28 días

EDAD (días)	DOSIFICACIÓN		
	PATRÓN	7%	11%
7	263.0	278.0	272.0
14	324.7	297.3	265.0
28	361.0	364.6	344.3

Fuente: Elaboración Propia

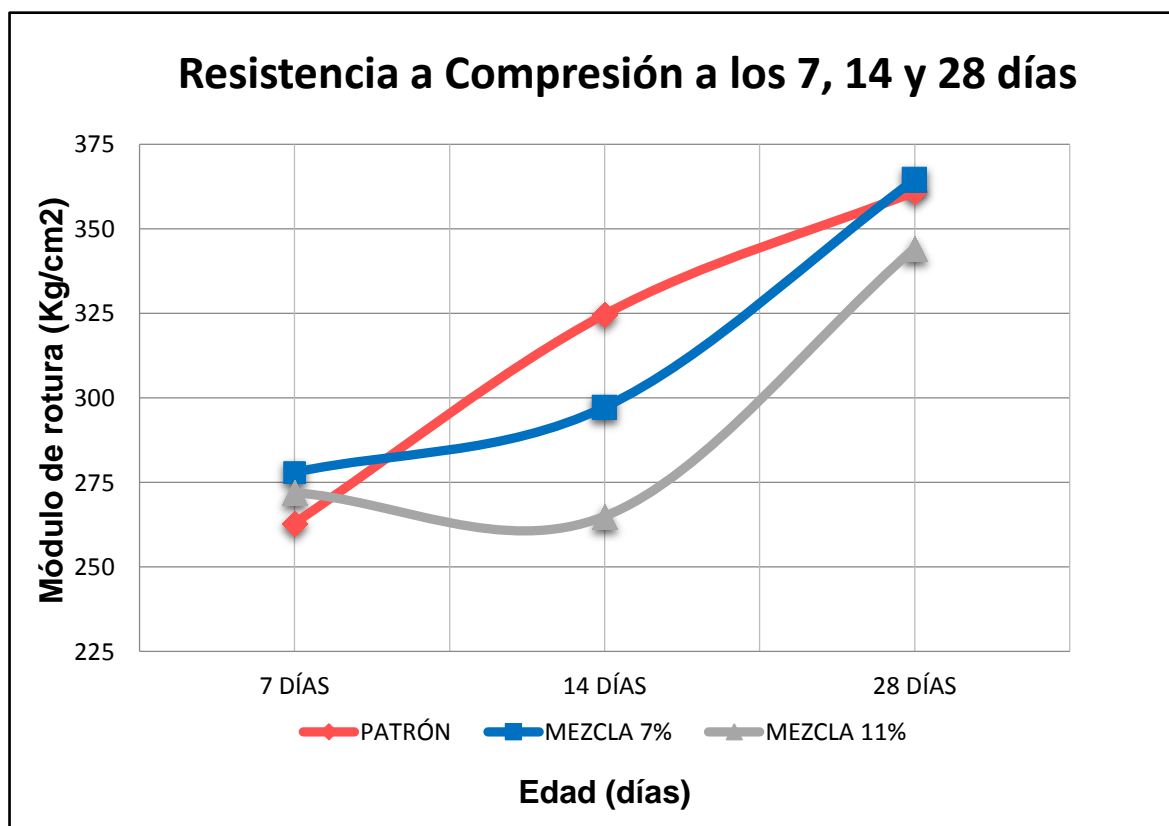


Gráfico 10. Resistencia a Compresión del concreto por dosificación a los 7, 14 y 28 días

Conforme a la **Tabla 42** y **Gráfico 10**, la presente investigación evaluó la influencia de la sustitución del cemento en 7% y 11% por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, donde a los 7 días se observó para ambas dosificaciones del 7% y 11% un aumento en la resistencia de hasta 5.70% y 3.42% respectivamente en comparación del patrón, mientras que a los 14 días el empleo de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto con el 7% y 11% generó una disminución en la resistencia de 8.44% y 18.39% respecto al patrón, sin embargo a los 28 días la dosificación del 7% alcanzó una resistencia muy parecida al patrón con una variación positiva de 0.1% y la dosificación del 11% disminuyó en 4.63% respecto al patrón. Por lo tanto, se acepta la **Hipótesis específica 3** para la dosificación del 7% puesto que obtuvo un desempeño positivo en la resistencia del concreto, pero se rechaza para la dosificación del 11% porque tiende a generar pérdida en la resistencia.

Indicador VD4. Resistencia a Flexión

Tabla 43. Resumen de Ensayo a Flexión a los 7 días

DOSIFICACIÓN	EDAD (días)	MODULO DE ROTURA Kg/cm ²	MODULO DE ROTURA PROMEDIO	% VARIACIÓN CON PATRÓN
MEZCLA PATRÓN	7	46	47	-
	7	49		
	7	48		
MEZCLA 7 % (4.5% C.LODO DE PAPEL y 2.5% ESQUISTO)	7	47	52	+10.64%
	7	57		
	7	51		
MEZCLA 11% (6.5% C. LODO DE PAPEL y 4.5% ESQUISTO)	7	44	45	-4.26%
	7	48		
	7	42		

Fuente: Elaboración Propia

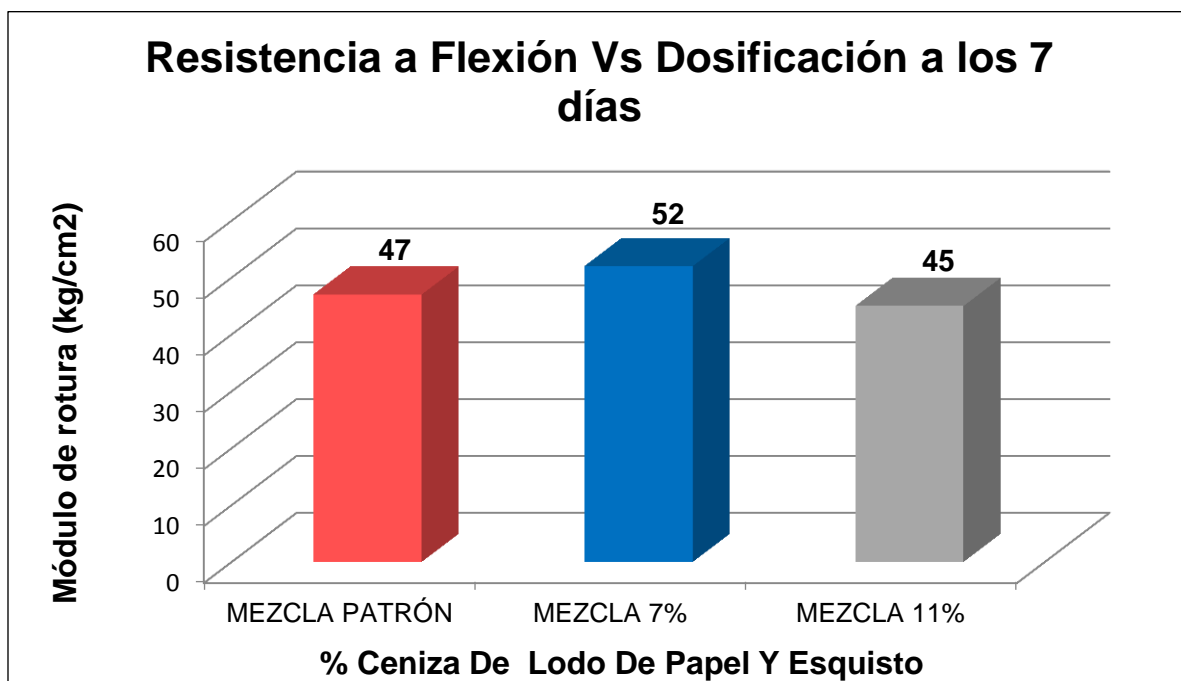


Gráfico 11. Resistencia a Flexión del concreto vs Dosificación a los 7 días

En la **Tabla 43** y **Gráfico 11**, se observa que en el ensayo de flexión a los 7 días se obtuvo para el concreto elaborado con la mezcla patrón un módulo de rotura promedio de 47 Kg/cm², mientras que en el reemplazo de cemento con la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en 7% el módulo de rotura fue de 52 Kg/cm² representando un aumento de 10.26% respecto al patrón, sin embargo para la dosificación del 11% la rotura obtenida fue 45 Kg/cm² generando una disminución de 4.26% en comparación del concreto patrón.

Tabla 44. Resumen de Ensayo a Flexión a los 14 días

DOSIFICACIÓN	EDAD (días)	MODULO DE ROTURA Kg/cm ²	MODULO DE ROTURA PROMEDIO	% VARIACIÓN CON PATRÓN
MEZCLA PATRÓN	14	33	39	-
	14	37		
	14	47		
MEZCLA 7 % (4.5% C.LODO DE PAPEL y 2.5% ESQUISTO)	14	47	47.3	+21.36%
	14	49		
	14	46		
MEZCLA 11% (6.5% C. LODO DE PAPEL y 4.5% ESQUISTO)	14	39	39.3	+0.9%
	14	39		
	14	40		

Fuente: Elaboración Propia

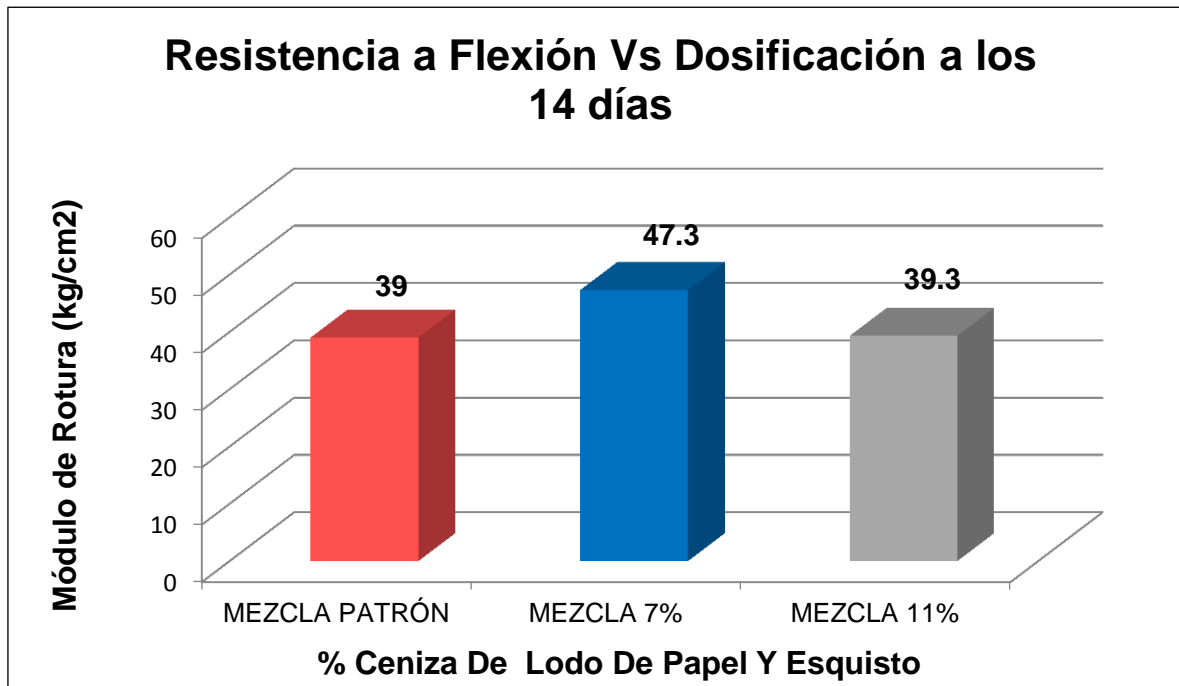


Gráfico 12. Resistencia a Flexión del concreto vs Dosificación a los 14 días

Tal como se aprecia en la **Tabla 44** y **Gráfico 12**, el ensayo de flexión a los 14 días de curado proporcionó resultados para el concreto elaborado con la mezcla patrón un módulo de rotura promedio de 39 Kg/cm², así mismo se obtuvo un aumento con el reemplazo de cemento por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto, puesto que para la dosificación del 7% el módulo de rotura fue de 47.3 Kg/cm² con un aumento de 21.36% y para la dosificación del 11% la rotura obtenida fue 39.3 Kg/cm² con un aumento de 0.9% respecto al patrón.

Tabla 45. Resumen de Ensayo a Flexión a los 28 días

DOSIFICACIÓN	EDAD (días)	MÓDULO ROTURA Kg/cm ²	MODULO ROTURA PROMEDIO	% VARIACIÓN CON PATRÓN
MEZCLA PATRÓN	28	40	41.6	-
	28	43		
	28	42		
MEZCLA 7 % (4.5% C.LODO DE PAPEL y 2.5% ESQUISTO)	28	40	39.6	-4.81%
	28	40		
	28	39		
MEZCLA 11% (6.5% C. LODO DE PAPEL y 4.5% ESQUISTO)	28	53	53.6	+28.85%
	28	54		
	28	54		

Fuente: Elaboración Propia

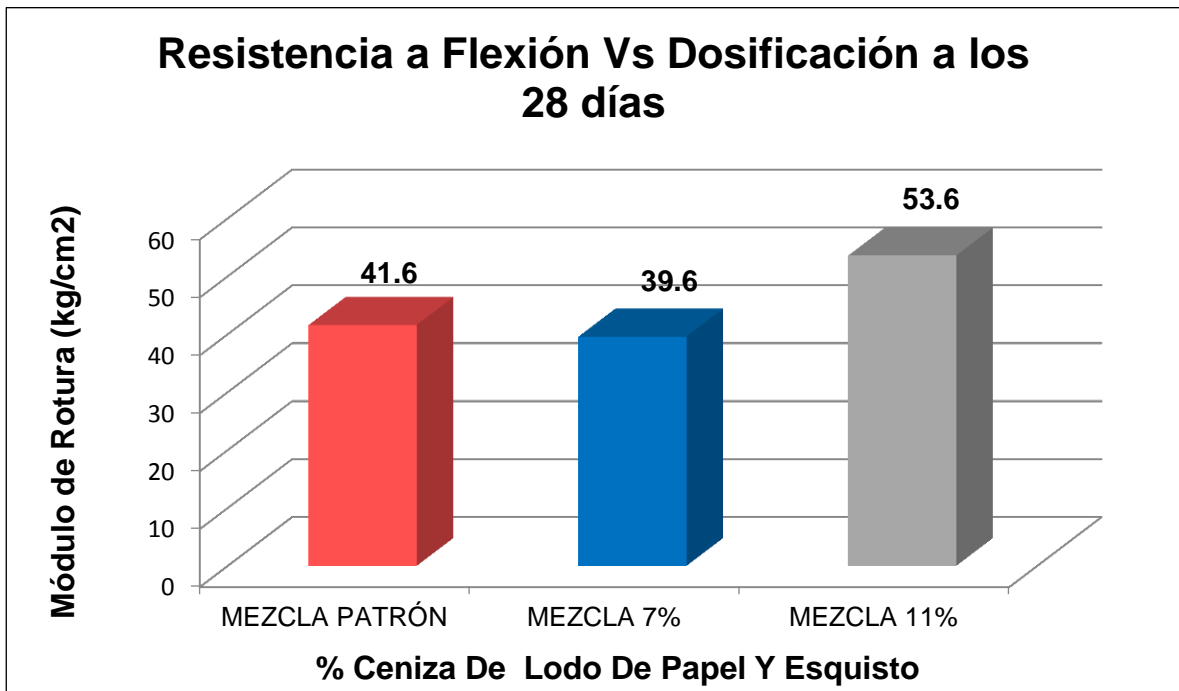


Gráfico 13. Resistencia a Flexión del concreto vs Dosificación a los 28 días

Según la **Tabla 45** y **Gráfico 13**, en el ensayo de flexión a los 28 días se obtuvo para el concreto elaborado con la mezcla patrón un promedio de módulo de rotura de 41.6 Kg/cm², mientras que en el reemplazo de cemento por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en 7% la rotura fue de 39.6 Kg/cm² con una disminución de 4.81% respecto al patrón, sin embargo para la dosificación del 11% la resistencia obtenida fue 53.6 Kg/cm² generando un aumento de hasta 28.85% en comparación del concreto patrón.

Tabla 46. Resumen de Ensayo a Flexión a los 7, 14 y 28 días

EDAD (días)	DOSIFICACIÓN		
	PATRÓN	7%	11%
7	47.0	52.0	45.0
14	39.0	47.3	39.3
28	41.6	39.6	53.6

Fuente: Elaboración Propia

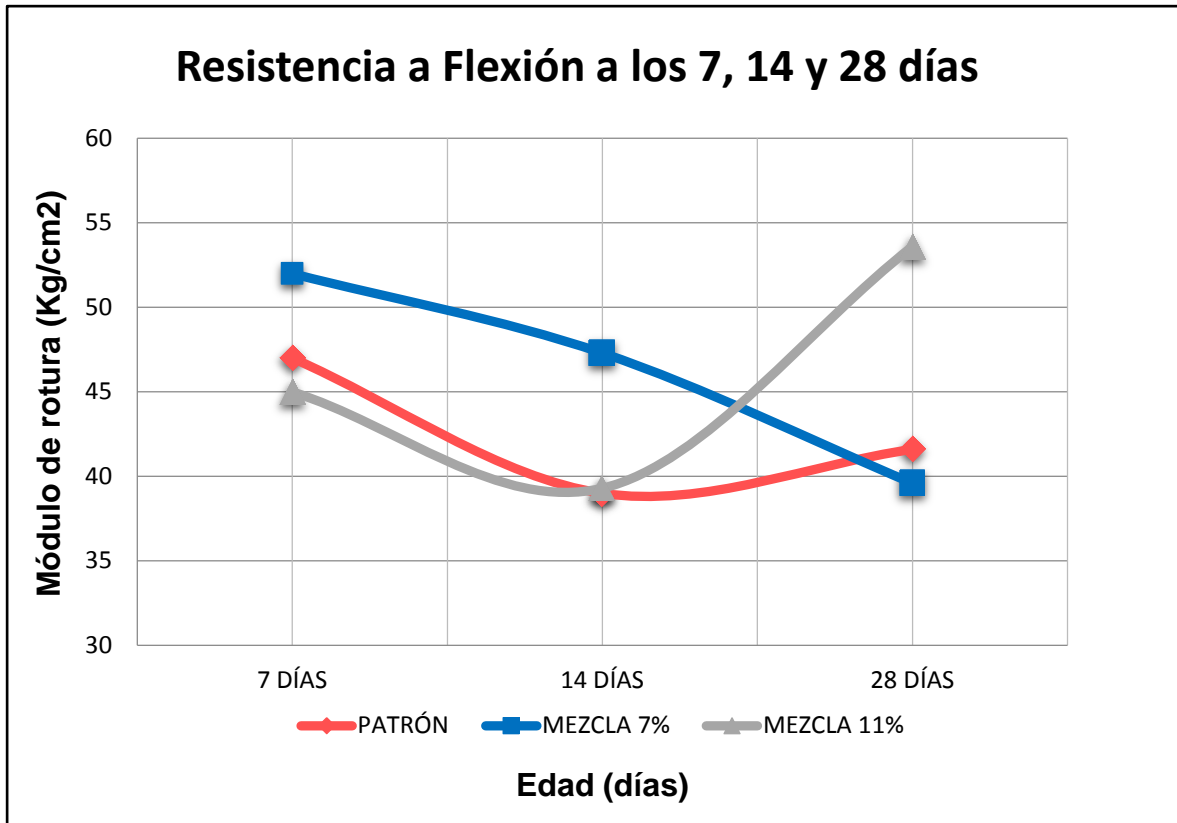


Gráfico 14. Resistencia a Flexión del concreto por dosificación a los 7, 14 y 28 días

Conforme a la **Tabla 46** y **Gráfico 14**, se evaluó la influencia de la sustitución del cemento en 7% y 11% por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en la resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días, donde a los 7 días se observó para la dosificación del 7% un aumento en el módulo de rotura de hasta 10.64% y para la dosificación del 11% una disminución de 4.26% respecto al patrón, mientras que a los 14 días el empleo de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto generó en ambas dosificaciones un aumento de módulo de rotura de 21.36% y 0.9% respectivamente en comparación del patrón, sin embargo a los 28 días para la dosificación del 7% se produjo una pérdida en el módulo de rotura con una disminución de 4.81% respecto al patrón y la dosificación del 11% consiguió superar al patrón con una variación positiva de 28.85%. Por lo tanto, se acepta la **Hipótesis específica 4** para la dosificación del 11% puesto que obtuvo un desempeño positivo en la resistencia del concreto a mayor edad de curado, pero se rechaza para la dosificación del 7% porque tiende a superar al patrón a temprana edad pero pierde resistencia a mayor edad.

V. DISCUSIÓN

1. Para el indicador de **consistencia** en la presente investigación no se realizaron ajustes en el diseño de mezcla ya que se buscó determinar el comportamiento que tiene la sustitución del cemento por la mezcla de ceniza de lodo de papel y roca esquisto, por lo cual se trabajó con una sola relación a/c de 0.57 para todas las mezclas, obteniendo para el concreto patrón un asentamiento de 4.38" de consistencia plástica, mientras que para el concreto con sustitución del cemento en 7% y 11% se disminuyó la consistencia con un asentamiento de 3.75" y 3.1" respectivamente. De acuerdo a Hilario (2018), en su investigación que reemplaza el cemento por ceniza de lodo de papel y concha de abanico, obtuvo para el concreto patrón un asentamiento de 3" utilizando una relación a/c de 0.69, mientras que para el concreto con sustitución del cemento en 10% y 15% el asentamiento presentó disminución por lo que se utilizó una relación a/c de 0.706 y 0.711 respectivamente para lograr un asentamiento de 3". A partir de lo expuesto anteriormente los resultados son similares, porque el asentamiento se reduce y se observa una pérdida de consistencia a medida que se adiciona más ceniza de lodo de papel y esquisto como reemplazo del cemento, esto debido a que la composición y finura de las cenizas tienden a llenar los espacios vacíos de la mezcla y absorber el agua de la mezcla.

2. En lo que respecta a la **exudación** en nuestro proyecto de investigación se reemplazó al cemento por la ceniza de lodo de papel y esquisto, teniendo un diseño de relación a/c de 0.57 en diferentes porcentajes de 7% y 11% respectivamente, por ende los resultados del ensayo de exudación de la mezcla patrón nos indican que tuvo una exudación de 3.2%, la sustitución de 7% de CLP y esquisto se logró una reducción de 14.69% de agua exudada y para la sustitución del 11% disminuyó en un 21.56%, frente al concreto patrón. Con respecto a lo planteado por Muñoz (2017), compara en su estudio la incorporación de puzolana natural y cementos puzolánicos atlas en el concreto, realizados para una relación de a/c de 0.60 en porcentajes de 10%, 20% y 30% de sustitución del cemento muestran una disminución de exudación en 7.56%, 10.36% y 14.85% respecto al patrón. En general, los valores obtenidos son similares puesto que los porcentajes de 7% y 11% tienden estar por debajo de los porcentajes de las mezclas patrón generando una leve pérdida de agua exudada, porque la ceniza

de la roca esquisto y el lodo de papel tienen una elevada finura que llena los vacíos en la pasta del cemento y arena.

3. Respecto a la **resistencia a compresión** nuestra investigación planteó evaluar la sustitución del cemento en 7% y 11% por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto, se obtuvo a los 28 días para la mezcla patrón una resistencia de 361 Kg/cm², mientras que el porcentaje óptimo fue el del concreto con sustitución del cemento en 7% logrando una resistencia de 364.6 Kg/cm² que superó al patrón en 0.1%, por el contrario el concreto con sustitución del cemento en 11% obtuvo resistencia de 344.3 Kg/cm² disminuyendo en 4.63% en comparación con el patrón. Conforme a Dreyse (2016), evaluó la resistencia a compresión del concreto con reemplazo del 1% al 8 % de cemento por cenizas de residuos de lodo de papel, obteniendo a los 28 días que el concreto con los porcentajes del 1% al 4% de ceniza de lodo de papel logran un aumento en la resistencia de 1.89% respecto al patrón, mientras que el concreto con el 5% al 8% de ceniza de lodo de papel disminuyen la resistencia en 3.46% del patrón. Por otro lado Elías (2018), propuso la combinación de esquisto calcinado y ceniza de cáscara de arroz como reemplazo en 3% y 6% del cemento, resultando favorable la sustitución del 6% que superó al patrón en un 15%, entre tanto la sustitución del 3% brindó una pérdida de 7% comparado al concreto patrón. De manera que, los resultados en comparación con los antecedentes son semejantes y concuerdan en que la adición en bajos porcentajes de ceniza de lodo de papel y esquisto como reemplazo del cemento genera resistencia alta desde temprana edad llegando a superar al patrón esto se debe a la finura de la ceniza que ocupa los espacios vacíos del concreto y la composición de sílice y calcio en los dos materiales que al estar en contacto con el agua aporta mejora en la resistencia.

4. En cuanto a la **resistencia a flexión**, el resultado obtenido a los 28 días para el concreto patrón fue un módulo de rotura promedio de 41.6 Kg/cm², para el concreto con 7% de ceniza de lodo de papel y esquisto se notó que a temprana edad obtuvo resistencias que superaban al patrón sin embargo a los 28 días pierde resistencia con una rotura promedio de 39.6 Kg/cm² disminuyendo en 4.81% respecto al patrón, por otro lado el concreto con 11% de ceniza de lodo de papel y esquisto logró un buen desempeño con un módulo de rotura de 53.6

Kg/cm² que superó al patrón en 28.85%. De acuerdo a Ruiz (2018), utilizó dosificaciones de 8% y 10% de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto como reemplazo del cemento, obteniendo a los 28 días para el concreto patrón una resistencia de 50.3 Kg/cm², además se pudo apreciar un buen comportamiento a mayor dosificación de ceniza de lodo de papel y esquisto donde el 8% obtuvo 53.54 Kg/cm² aumentando en 6.44% al patrón, mientras que el 10% tuvo el mejor desempeño con una resistencia de 56.63 Kg/cm² superando al concreto patrón en 12.58%. Por lo tanto, los resultados fueron similares para ambas investigaciones porque se apreció que a mayor dosificación de ceniza de lodo de papel y esquisto como reemplazo del cemento la resistencia logra superar al patrón esto debido a que en su composición química contienen altos porcentajes de óxido de calcio y sílice el cual le otorga propiedades puzolánicas e influye positivamente a la resistencia a flexión del concreto.

VI. CONCLUSIONES

1. Se evaluó que la sustitución del cemento en 7% generó una pérdida en la consistencia de 14.28% con respecto al concreto patrón y con la sustitución del cemento en 11% la consistencia disminuyó en un 29.14% según los resultados presentados en la **Tabla 37** y **Gráfico 5**. En tal sentido, se determina que el reemplazo del cemento por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto influye de forma inversa en la consistencia, ya que a mayor porcentaje de sustitución por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto la fluidez de la mezcla tiende a disminuir generando un concreto menos trabajable.
2. En este trabajo de investigación se ha evaluado para una relación de a/c de 0.57 la dosificación del 7% disminuye la exudación en un 14.69% y la dosificación del 11% disminuye en 21.56% frente al concreto patrón $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ como indican en la **Tabla 38** y **Grafico 6**. Por lo tanto, conforme a los resultados obtenidos se determinó que la sustitución del cemento por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto influye de manera favorable con la reducción del sangrado ya que ayuda al control de fisuras en la etapa inicial de tiempo de fraguado teniendo así un concreto de calidad.
3. Se evaluó que en la resistencia a compresión a los 28 días, la sustitución del cemento en 7% alcanzó una resistencia similar al patrón con una variación positiva de 0.1% siendo esta la óptima dosificación, mientras que el concreto con sustitución del 11% disminuyó en 4.63% respecto al patrón, tal como se indica en la **Tabla 42** y **Gráfico 10**. De esta manera, se determinó que el reemplazo del cemento por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto hasta en un 7% influye de manera favorable produciendo mejora en la resistencia a compresión del concreto.
4. Se evaluó que en la resistencia a flexión a los 28 días, para el concreto sustituido en 7% se produjo una pérdida en el módulo de rotura con disminución de 4.81% respecto al patrón, sin embargo la dosificación óptima fue del concreto con sustitución en 11% llegando a superar al patrón en 28.85%, tal como se observa en la **Tabla 46** y **Gráfico 14**. De forma que, se determinó que el reemplazo del cemento por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto con un porcentaje de 11% influye de manera favorable superando al concreto patrón en la resistencia a flexión.

5. En la presente Investigación se evaluó el comportamiento de la sustitución del 7% y 11% por la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto en estado fresco, referente a la consistencia se obtuvo una pérdida de trabajabilidad en ambas dosificaciones comparado con el diseño patrón, para la exudación generó una disminución de agua exudada. De igual manera para las propiedades del concreto en estado endurecido, en cuanto a la resistencia a compresión para la dosificación del 7% se incrementó en 0.1% respecto al patrón y para la resistencia a flexión el porcentaje óptimo fue la dosificación del 11%, quien superó en 28.85% a la muestra patrón. Conforme a los resultados, se determinó que el empleo de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades en estado fresco influyó de manera positiva en la exudación ya que la disminución del sangrado ayuda a controlar la aparición de fisuras en la fase inicial, por otro lado para el concreto en estado endurecido hubo un comportamiento favorable en la dosificación del 7% para resistencia a compresión y la dosificación del 11% para la resistencia a flexión.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de aditivos plastificantes y/o retardantes del fraguado puesto que la aplicación de las cenizas de lodo de papel y el esquisto tienden a secar la mezcla afectando así su trabajabilidad. Así mismo se propone controlar la consistencia con el aumento de la relación a/c ya que la finura de la ceniza genera la pérdida del asentamiento de la mezcla.
2. A manera de recomendación se debe tomar cuidados apropiados para prevenir el retardo en el tiempo del fraguado que se da por el uso de cenizas de lodo de papel y esquisto en el concreto para no afectar la resistencia. De igual manera, se debe priorizar que la finura de los materiales que reemplazan al cemento pasen por la Malla #200 porque ayuda a disminuir la exudación.
3. Para futura línea de investigación se recomienda realizar el estudio de la sustitución del cemento por la combinación de cenizas de lodo de papel y esquisto con cantidades menores a 7% ya que fue la dosificación con mejor resultado de resistencia a compresión para comprobar si existe un incremento mayor.
4. Se recomienda usar un porcentaje igual o mayor a 11% para determinar el límite de influencia favorable de ceniza de lodo de papel y esquisto como reemplazo del cemento en el concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. Cabe recalcar que el concreto sustituido con estos materiales debe ser empleado en pavimentos de poco tránsito, no es factible su uso en otros campos.
5. Para evaluar que la sustitución del cemento por la mezcla de cenizas de lodo de papel y esquisto sigue incrementando la resistencia se propone realizar los ensayos a mayor tiempo de curado (42 y 56 días).
6. Se recomienda calcinar el lodo de papel y el esquisto en laboratorios certificados de forma que se tenga mayor control en la temperatura y el tiempo de calcinación que puedan influir en su desempeño en las propiedades del concreto.

REFERENCIAS

1. DREYSE ORTÚZAR, Marco. *Factibilidad de uso de cenizas de lodos residuales provenientes de la fabricación de papel como potencial reemplazante parcial de cemento en la fabricación de hormigones* [en línea]. Universidad de Chile, 2016. [Fecha consulta: 11 de mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/143353>
2. LIBREROS YUSTY, Juan y HENAO CAICEDO, Salomón. *Evaluación de la ceniza proveniente del bagazo de caña de azúcar como material cementante alternativo para la elaboración de morteros*. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, 2016.
3. CABRERA MARTIN, J. ESCALANTE GARCIA, J y CASTRO BORGES, P., 2016. Resistencia a la compresión de Concretos con escoria de alto horno. *Revista ALCONPAT*. Enero-Abril, Vol. 6, no. 1. ISSN 2007-6835
4. CAMUS LOREDO, J., VIVAR MORALES, L., & INFANTES GARCÍA, M. 2014. Elaboración de placas de compuesto de fibra cemento aprovechando residuos industriales como cascarilla de arroz y lodos del proceso de fabricación de papel blanco, como material de construcción de bajo costo. *Industrial Data*, vol.17, no.2, pp. 91-98. ISSN: 1560-9146.
5. MARILUZ, Milagros y ULLOA, Javier. *Uso de las cenizas volantes de carbón excedentes de la central termoeléctrica ilo21 – Moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: resistencia a la compresión, absorción, manejabilidad y temperatura* [en línea]. Universidad nacional del Santa, Chimbote, 2018. [Fecha consulta: 9 de mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3288>
6. RODRÍGUEZ SOBERÓN, Nixon. *Diseño de concreto $f'c=250$ kg/cm² reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén* [en línea]. Universidad nacional de Cajamarca, 2017. [Fecha consulta: 10 de mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2567>
7. RUIZ SANCHEZ, Aderlly. *Resistencia de viga con cemento sustituido en 8% y 10% por la combinación de ceniza de lodo de papel y esquisto* [en línea]. Universidad San Pedro, Chimbote, 2018. [Fecha consulta: 20 de abril 2020]. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7948>

8. AVALOS ESQUIVEL, Grover y SALDAÑA COSTA, Andy. *Efecto del contenido de sílice amorfa en la ceniza de la cascara de arroz sobre la resistencia a la compresión en morteros de cemento portland y porosidad y absorción en concretos de cemento Portland*. [en línea]. Universidad Nacional de Trujillo, 2018. [Fecha consulta: 20 de abril 2020]. Disponible en: http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3418/AvalosEsquivel_G%20-%20SaldanaCosta_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. HILARIO GAMBOA, Marvin. Resistencia de un concreto con cemento sustituido parcialmente por lodo de papel y concha de abanico. [en línea]. Universidad San Pedro, Chimbote, 2018. [Fecha consulta: 9 de mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7996>
10. ELIAS COVEÑAS, Henry. *Resistencia del concreto sustituyendo cemento en un 3% y 6% por la combinación de roca esquisto y ceniza de cascara de arroz*. [en línea]. Universidad San Pedro, Chimbote, 2018. [consulta: 9 de mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/4356>
11. MUÑOZ SOLANO, Ricardo. *Estudio comparativo de concreto elaborado con puzolana natural y concreto con cementos puzolánicos atlas en la ciudad de Huancayo*. Universidad del Centro del Perú, 2017. [Fecha consulta: 12 de mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4103>
12. AGUDELO MORENO, Angie y ESPINOSA TORRES, Bryan. *Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante* [en línea]. Universidad Católica de Colombia, 2017. [Fecha consulta: 9 de mayo 2020]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/14479>
13. RATTANACHU, P, KARNTONG, I Y TANGCHIRAPAT, W. Influence of bagasse ash and recycled concrete aggregate on hardened properties of high-strength concrete. *Magazine Construction materials* [en línea] 2018, Vol 68, n°330. pp. 56 -72. [Fecha consulta: 9 de mayo 2020]. ISSN: 0465-2746. Disponible en: <http://doi.org/10.3989/mc.2018.04717>
14. BHEEL, Naraindas, LAL MEGHWAR, Shanker, SOHU, Samiullah y otros. Experimental study on aggregates of recycled concrete with rice husk ash as partial cement replacement. *Civil Engineering Journal* [en línea] 2018, Vol. 4, n°10.

[Fecha consulta: 9 de mayo 2020]. ISSN: 2476-3055. Disponible en: <https://civilejournal.org/index.php/cej/article/view/990>

15. RAFIEIZONOOZ, Mahdi, JAHANGIR Minrza, y RAZMAN Mohd. Magazine Construction and Building Materials: Investigation of coal bottom ash and fly ash in concrete as replacement for sand and cement. *Magazine Elsevier*. [en línea]. 2016, Vol.116, n.56, pp.15-24 [fecha de consulta: 5 mayo 2020]. ISSN 0950-0618. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.080>

16. BAEZA BROTONS, F.; GARCES TERRADILLOS, P.; PAYA BERNABEU, J. y GALAO MALO, O. Valorización de cenizas de lodo de depuradora como componente de hormigones para prefabricados. *Revista ALCONPAT* [en línea]. 2015, Vol.5, n.1, pp.44-57 [fecha de consulta: 5 mayo 2020]. ISSN 2007-6835. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427640425005>

17. BOJÓRQUEZ, Gonzalo; LUNA, Aníbal y GALLEGOS, Ricardo, 2018. Sílice y lodo de papel, uso de residuos industriales como agregados como agregados en un concreto ligero. *Revista de Temas de Ciencia y Tecnología*. Vol. 4, No. 10, pp. 3-9.

18. PÉREZ CARRIÓN, María et al. Uso potencial de ceniza de lodo de depuradora como sustituto de árido fino en bloques de hormigón prefabricados. *Revista Dyna* [en línea]. 2013, Vol. 80, pp.142-150 [fecha de consulta: 9 mayo de 2020]. ISSN: 2346-2183. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/35122>

19. BAMIGBOYE, Gideon et al. Assessment of compressive strength of concrete produced from different brands of Portland cement. *Civil and Environmental Research* [en línea]. 2015, Vol. 7, no. 8, pp. 31–38 [consulta: 10 mayo 2020] ISSN: 2224-5790.

20. GUEVARA, Génesis et al. Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha* [en línea]. 2012, Vol. 25, no. 2, pp. 80-86 [consulta: 10 mayo 2020] ISSN: 0379-3962.

21. ABANTO, F. *Tecnología del Concreto*. 2ª ed. Lima: Editorial San Marcos. 2009. ISBN: 978-612-302-060-6. Pág. 23.

22. SULYMON, Nurain et al. Engineering properties of concrete made from gravel obtained in South-West Nigeria. *Cogent Engineering* [en línea]. 2017, Vol. 4, pp. 1 -11 [consulta: 10 mayo 2020] DOI:10.1080/23311916.2017.1295793.

23. HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, Germán. Use of the flying ash in the dosing of the concrete as a substitute for the cement. *Journal of High Andean Research* [en línea]. 2018, Vol. 20, no. 2, pp. 225-234. [consulta: 10 mayo 2020] ISSN: 2313-2957. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>. Pág. 228, párr. 3
24. MANRIQUE, Ainara. Cement y Concrete. *Virtual Pro Magazine: Industrial Processes* [en línea] 2012, Febrero, Vol. 2, nº 121. [consulta: 10 de mayo 2020]. ISSN: 1900-6241. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/revista/cemento-y-concreto/1>
25. JARRE CASTRO, Cesar. HOWLAND ALBEAR, Juan y GUERRERO ALCIVAR, María. 2017. Impacto de la Utilización de puzolanas naturales Ecuatorianas. *Revista RIEMAT*. Enero-Junio, Vol. 2, no. 1. ISSN: 2588-0721
26. GODOY, María y GÁNDARA, Carlos. El uso de ceniza volante y aditivos en la elaboración del concreto como solución ecológica. *Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible* [en línea]. 2018, Vol. 1, no.31 [consulta: 10 mayo 2020] Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/delos/31/maria-godoy2>
27. ATILANO, Jesús et al. Comportamiento de un concreto especial experimental elaborado con agregado reciclado. *Revista Innova Ingeniería: Publicaciones técnicas investigación* [en línea]. 2019, Vol. 1, no. 4, pp. 43-52 [consulta: 10 mayo 2020] Disponible en: <http://200.4.132.67/innova/index.php/innova/article/view/29>
28. CHAVEZ ATALAYA, Janeth y ALVA SARMIENTO, Anita. Physical And Mechanical Properties Of Compacted Adobe With Incorporation Of Coconut Fibers. 18The LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology [en línea]. 2020, Julio 27- 31, Vol.3; pp 1-10 [Fecha de consulta: 10 de Mayo 2020]. ISSN: 2414-6390.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.447>
29. JOHNSON, O., NAPIAH, M y KAMARUDDIN, I. Potential uses of Waste Sludge in Construction Industry: A Review. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* [en línea]. 2014, Vol. 8, no. 4, pp. 565-570 [consulta: 10 mayo 2020]. ISSN: 2040-7459
30. AHMADI, B. & AL-KHAJA, W, 2001. Utilization of paper waste sludge in the building construction industry. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 32, no. 2, pp. 105-113. DOI:10.1016/s0921-3449(01)00051-9. Pág.111

31. YARDLEY, B. MACKENZIE, W y GUILFORD, C. Atlas of metamorphic rocks and their textures. England: Longman Group. [en línea]. 2002. [Fecha consulta: 12 de mayo 2020]. Disponible en: [https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Atlas de Rocas Metamorficas y Sus Texturas.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Atlas_de_Rocas_Metamorficas_y_Sus_Texturas.pdf) Pág.18
32. HERRERA VILLATORO, Ludwyg. Caracterización e Investigación Geológica de los Materiales utilizados en la construcción civil. [en línea] Universidad San Carlos de Guatemala, 2005. [Fecha consulta: 12 de mayo 2020]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2541_C.pdf Pág.85
33. VARGAS CORDERO, Zoila. 2009. La investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, Vol. 33, no. 1, pp. 155 – 165. ISSN: 0379-7082, 2009.
DOC: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
34. RAHI, Samar, 2017. Research Design and Methods: A Systematic Review of Research Paradigms, Sampling Issues and Instruments Development. *International Journal of Economics & Management Sciences*. Vol. 6, no. 2, pp. 1-5. ISSN: 2162-6359. Pág.2
35. AKHTAR, M. I., 2016. Research Design. *Research in Social Science: Interdisciplinary Perspectives*. Vol. 2, No. 11, pp. 68-84. ISSN 2348-6848. Pág.72
36. ASKARZAI, Walied et al. Research Methodologies: An Extensive Overview. *Human Journals* [en línea]. 2017, Junio, Vol.6, no.4, pp. 21-42. [consulta: 20 Junio 2020]. Disponible en: <http://ijsrm.humanjournals.com/wp-content/uploads/2017/07/3.Dr.-Walied-ASKARZAI-Bhuvan-Unhelkar.pdf> Pág.24
37. ESPINOZA FREIRE, E., 2018. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Revista Conrado*. Cuba: Universo Sur, vol.14, no.65, pp. 36-46. ISSN: 1990-8644. Pág.39
38. RODRÍGUEZ, O. et al. Effect of thermally activated paper sludge on the mechanical properties. *Construction materials* [en línea]. 2009, Vol. 59, No. 294, pp. 41-52 [consulta: 10 Mayo 2020] ISSN: 0465-2746. DOI: 10.3989/mc.2009.41007. Pág. 44
39. ARIAS GOMEZ, Jesús, VILLASIS KEEVER, Miguel y MIRANDA NOVALES, Guadalupe, 2016. El protocolo de Investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia México*, Vol. 63, No. 2, pp. 201-206. ISSN: 0002-5151. Pág.202

40. OMAIR, A. Sample size estimation and sampling techniques for selecting a representative sample. *J Health Spec* [en línea]. 2014, vol. 2, no. 4, pp. 142-147 [consulta: 20 Junio 2020]. DOI: 10.4103/1658-600X.142783. Pág.142
41. TAHERDOOST, Hamed, 2016. Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *International Journal of Academic Research in Management*. Switzerland: Helvetic Editions, vol.5, no. 2, pp.18-27. ISSN: 2296-1747. Pág.46
42. ZOHRABI, Mohammad, 2013. Mixed Method Research: Instruments, Validity, Reliability and Reporting Findings. *Academy Publisher*. Vol. 3, no. 2, pp. 254-262. ISSN: 1799-2591. Pág.254

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de Medición
Mezcla de Cenizas de Lodo de Papel y Esquisto <i>(Independiente)</i>	<p>La Ceniza de Lodo de Papel es un material cementante, que contiene elementos puzolánicos como sílice, alúmina y óxido de calcio [38].</p> <p>El esquisto es una roca metamórfica con aspecto laminar ondulada, compuesta por minerales tales como los filosilicatos, plagioclasas, micas, moscovita, biotita, cuarzos, y clorita [31].</p>	<p>Para medir la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto, se llevará a cabo su dosificación aplicando 7% y 11% como reemplazo del cemento en el concreto.</p>	Dosificación	7% (4,5% lodo de papel y 2,5% esquisto)	Experimento aplicando el porcentaje de ceniza al volumen del concreto.	De razón
			Dosificación	11% (6,5% lodo de papel y 4,5% esquisto)	Experimento aplicando el porcentaje de ceniza al volumen del concreto.	
			Propiedades Químicas	Composición Química (%)	Ensayo de Fluorescencia de Rayos X	
Propiedades del Concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ <i>(Dependiente)</i>	<p>El concreto tiene importantes propiedades durante el proceso de elaboración, en la etapa inicial el material es moldeable y blando, la segunda etapa es el tiempo de fraguado donde empieza a incrementar rigidez y la tercera fase pertenece al endurecimiento que es capaz de adquirir el hormigón [21].</p>	<p>La variable se medirá a través de los ensayos de asentamiento y exudación para las propiedades del concreto en estado fresco, mientras que los ensayos de compresión y flexión para las propiedades en estado endurecido.</p>	Propiedades en estado Fresco	Consistencia (pul)	Ensayo de Asentamiento (ASTM C-143)	De Intervalo
				Exudación (%)	Ensayo de Exudación (ASTM C-232)	De razón
			Propiedades en Estado Endurecido	Resistencia a La Compresión (kg/cm)	Ensayo Resistencia a Compresión (ASTM C-39)	
				Resistencia a la Flexión (kg/cm)	Ensayo Resistencia a Flexión (ASTM C-78)	


Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de Consistencia

TÍTULO : "INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE CENIZA DE LODO DE PAPEL Y ESQUISTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2, LA LIBERTAD - 2020"								
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mezcla de ceniza de lodo de papel y esquiisto	Dosificación	7% (4.5% lodo de papel y 2.5% esquiisto)	Experimento aplicando el porcentaje de cenizas al volumen del concreto.	De razón	Metodo: (Científico) Tipo: (Aplicada) Nivel: (Explicativa) Diseño: (Cuasi Experimental) Enfoque: (Cuantitativo) Población: Conjunto de probetas y vigas de concreto ensayadas para la obtención de datos. Muestra: 27 probetas y 27 vigas Técnica: Observación Experimental. Instrumentos: Fichas técnicas de los ensayos realizados.
¿De qué manera influye la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquiisto en las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2, La Libertad - 2020?	Evaluar la influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquiisto sobre las propiedades del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.	La mezcla de ceniza de lodo de papel y esquiisto, influye de manera favorable en las propiedades del concreto f'c =210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.		Propiedades Químicas	Composición Química (%)			
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades del concreto	Propiedades del concreto en estado fresco	Consistencia (pul)	Ensayo de Asentamiento (ASTM C-143)	De Intervalo	
¿De qué manera influye la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con esquiisto en la consistencia del concreto f'c=210 kg/cm2, La Libertad - 2020?	Evaluar la influencia de la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquiisto sobre la consistencia del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.	La mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con el esquiisto, influye de manera favorable en la consistencia del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.			Exudación (%)	Ensayo de Exudación (ASTM C-232)	De razón	
¿De qué manera influye la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquiisto en la exudación del concreto f'c=210 kg/cm2, La Libertad - 2020?	Evaluar la influencia de la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquiisto sobre la exudación del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.	La mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con el esquiisto, influye de manera favorable en la exudación del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.		Propiedades del concreto en estado endurecido	Resistencia a La Compresión (kg/cm2)	Ensayo Resistencia a Compresión (ASTM C-39)		
¿De qué manera influye la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquiisto en la resistencia a compresión del concreto f'c=210 kg/cm2, La Libertad - 2020?	Evaluar la influencia de la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquiisto sobre la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.	La mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con el esquiisto, influye de manera favorable en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.			Resistencia a la Flexión (kg/cm2)	Ensayo Resistencia a Flexión (ASTM C-78)		
¿De qué manera influye la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquiisto en la resistencia a flexión del concreto f'c=210 kg/cm2, La Libertad - 2020?	Evaluar la influencia de la mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel y esquiisto sobre la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.	La mezcla del 7% y 11% de ceniza de lodo de papel con el esquiisto, influye de manera favorable en la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 Kg/cm2, La Libertad - 2020.						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Asentamiento

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
ENSAYO:	ASENTAMIENTO (ASTM C-143)
TESIS:	INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE GENIZA DE LODO DE PAPEL Y ESQUISTO EN PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2, LA LIBERTAD - 2020
TESISTAS:	ALMANZA MUÑOZ, SAYDA PILAR ZAMUDIO LOARTE, MELISSA BRIGGITTE

DESCRIPCION	DENOMINACIÓN	ASENTAMIENTO		PROMEDIO	
		pulg.	cm.	pulg.	cm.
MUESTRA PATRÓN	M1				
	M2				
MUESTRA CON EL 7 % (4,5% CLP y 2,5% ESQUISTO)	M3				
	M4				
MUESTRA CON EL 11% (6,5% CLP y 4.5% ESQUISTO)	M5				
	M6				

CLASIFICACION POR CONSISTENCIA		
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	COMPORTAMIENTO
SECO	0" a 2"	POCO TRABAJABLE
PLASTICO	3" a 4"	TRABAJABLE
FLUIDO	>5"	MUY TRABAJABLE

VALIDACIÓN			
APELLIDOS Y NOMBRES		PUNTAJE	FIRMA
EXPERTO N°1: <i>Lluya Espinoza Victor Hugo</i>		18	
EXPERTO N°2: <i>Navarro Tello Rojer Job</i>		19	
EXPERTO N°3: <i>Retamozo Martinez Ludus</i>		19	
PROMEDIO		18.7	

[Signature]
VICTOR HUGO LLIUYA ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 104511

[Signature]
LUDUS RETAMOSO MARTINEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 137273

[Signature]
ROJER JOB NAVARRO TELLO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 195071

Anexo 4. Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Exudación

UNIVERSIDAD César Vallejo		FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
ENSAYO:	EXUDACIÓN (ASTM C-232)					
TESIS:	INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE CENIZA DE LOCO DE PAPEL Y ESQUISTO EN PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C=210KG/CM2, LA LIBERTAD - 2020					
TESISTAS:	ALMANZA MUÑOZ, SAYDA PILAR ZAMUDIO LOARTE, MELISSA BRIGGITTE					
F' C DE DISEÑO	210 KG/CM2	TIPO DE MUESTRA:	CONCRETO FRESCO			
RECOLECCION DE DATOS						
DISEÑO DE MEZCLA :		PESO DEL BALDE + PESO DEL CONCRETO (Kg):				
DIAMETRO DE BALDE :		PESO DEL BALDE (Kg)				
AREA EXPUESTA (cm2) :		PESO DE LA MUESTRA DE CONCRETO (kg) :				
HORA DE ENSAYO Hr - min	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	TIEMPO PARCIAL (min)	VOLUMEN AGUA	VOLUMEN AGUA ACUMULADA (ml)	AGUA EXUDADA (ml/cm2)	VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/cm2/min)
VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA	=	0	AGUA E (ml/cm2) =	$\frac{VELOCIDAD PARCIAL (ml) \times VELOCIDAD DE E. (\frac{ml}{cm^2 \cdot min})}{AREA EXPUESTA (cm^2)} = \frac{AGUA E (ml/cm)}{TIEMPO PARCIAL (min)}$		
CEMENTO SOL TIPO I	KG	BLS	FACTOR R =	$\frac{AGUA DE TANDA (KG)}{FEJIDE TANDA (Kg)} + F. CONCRETO - 1'$		
AGREGADO GRUESO				$\% EXUDACION = \frac{AGUA ACUMULADA (ml) \cdot 100}{1000 \cdot FACTOR R}$		
AGREGADO FINO						
AGUA						
TOTAL				FACTOR R=	% EXUDACION=	

CUADRO DE RESUMEN DE ENSAYO POR MEZCLA					
DESCRIPCION	DOSEIFICACION	PESO DE LA MUESTRA DE CONCRETO	VOLUMEN DE AGUA ACUMULADA	FACTOR DE CORRECCION POR CANTIDAD	% EXUDACION
MEZCLA PATRON F' C=210KG/CM2	0%				
MEZCLA PATRON F' C=210KG/CM2 SUSTITUCION CON MEZCLA DE CLO Y	7%				
MEZCLA PATRON F' C=210KG/CM2 SUSTITUCION CON MEZCLA DE CLO Y	11%				

VALIDACIÓN		
APELLIDOS Y NOMBRES	PUNTAJE	FIRMA
EXPERTO N°1: Lluvia Espinoza Victor Hugo	18	
EXPERTO N°2: Navarro Tello Rojer Job	19	
EXPERTO N°3: Retamozo Martinez Ludwing	19	
PROMEDIO	18.7	

LUDWING RETAMOSO MARTINEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 127273

VICTOR HUGO
LLUYA ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 104511

ROJER JOB
NAVARRO TELLO
Ingeniero Civil
CIP N° 195071

Anexo 5. Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Resistencia a Compresión

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
ENSAYO:	ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (ASTM C-39)							
TESIS:	INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE CENIZA DE LODO DE PAPEL Y ESQUISTO EN PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2, LA LIBERTAD - 2020							
TESISTAS:	ALMANZA MUÑOZ, SAYDA PILAR ZAMUDIO LOARTE, MELISSA BRIGGITTE							
F'C DE DISEÑO:	210 KG/CM2	TIPO DE MUESTRA:	CONCRETO ENDURECIDO					
F'C REQUERIDO:	294 KG/CM2	PRESENTACIÓN:	PROBETAS CILINDRICAS 4"x 8"					
TIPO DE FALLA								
DESCRIPCIÓN	DENOMINACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA/DIAMETRO	F'C OBTENIDA	F'C PROMEDIO
MUESTRA PATRÓN (0%)	M1							
	M2							
	M3							
MUESTRA CON EL 7% (4,5% CLP Y 2,5% ESQUISTO)	M4							
	M5							
	M6							
MUESTRA CON EL 11% (6,5% CLP Y 4,5% ESQUISTO)	M7							
	M8							
	M9							

LUDWIG BENITO
REYDAMAZO MARTINEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 127273

VALIDACIÓN		
APELLIDOS Y NOMBRES	PUNTAJE	FIRMA
EXPERTO N°1: Lliuya Espinoza Victor Hugo	18	
EXPERTO N°2: Navarro Tello Roger Job	19	
EXPERTO N°3: Reinosos Martinez Ludus	19	
PROMEDIO	18.7	

VICTOR HUGO
LLIUYA ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 104511

ROGER JOB
NAVARRO TELLO
Ingeniero Civil
CIP N° 195071

Anexo 6. Ficha técnica de Recolección de datos del Ensayo de Resistencia a Flexión

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
ENSAYO:	ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN (ASTM C-78)		
TESIS:	INFLUENCIA DE LA MEZCLA DE CENIZA DE LODO DE PAPEL Y ESQUISTO EN PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2, LA LIBERTAD - 2020		
TESISTAS:	ALMANZA MUÑOZ, SAYDA PILAR ZAMUDIO LOARTE, MELISSA BRIGGITTE		
F'C DE DISEÑO:	210 KG/CM2	TIPO DE MUESTRA:	CONCRETO ENDURECIDO
F'C REQUERIDO:	294 KG/CM2	PRESENTACIÓN:	VIGAS RECTANGULAR DE 15cm x 15cm

DESCRIPCIÓN	DENOMINACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (CM)	MODULO DE ROTURA (KG/CM2)	MR PROMEDIO (KG/CM2)
MUESTRA PATRÓN (0%)	M1							
	M2							
	M3							
MUESTRA CON EL 7% (4,5% CLP Y 2,5% ESQUISTO)	M4							
	M5							
	M6							
MUESTRA CON EL 11% (6,5% CLP Y 4,5% ESQUISTO)	M7							
	M8							
	M9							

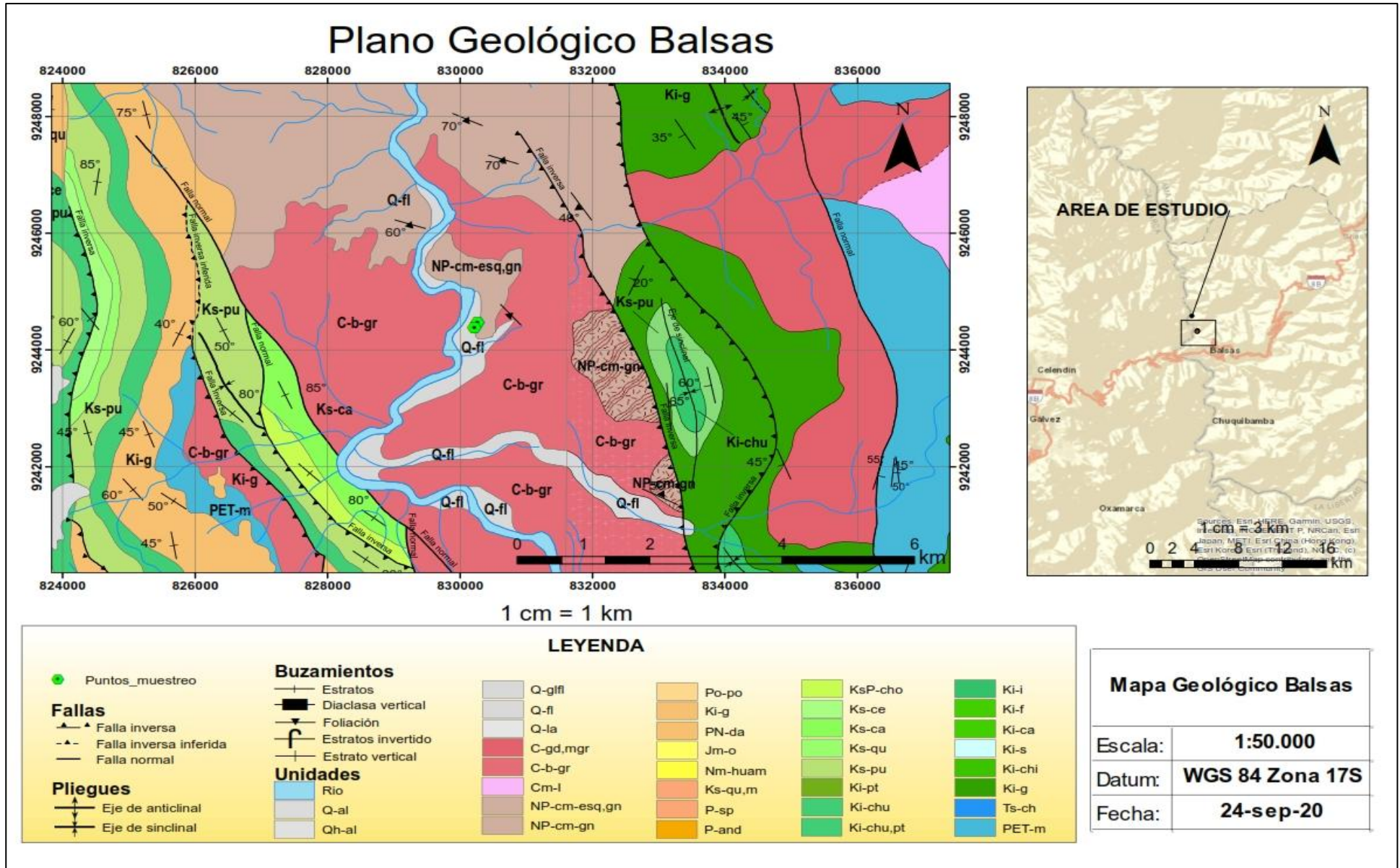
LUDWIG
RETAMOZO MARTINEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 127273

VALIDACIÓN		
APELLIDOS Y NOMBRES	PUNTAJE	FIRMA
EXPERTO N°1: Lluvia Espinoza Victor Hugo	18	
EXPERTO N°2: Navarro Tello Rojer Job	19	
EXPERTO N°3: Retamozo Martinez Ludwig	19	
PROMEDIO	18.7	

VICTOR HUGO
LLUYA ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 104511

ROJER JOB
NAVARRO TELLO
Ingeniero Civil
CIP N° 195071

Anexo 7. Plano Geológico del área de estudio en Balsas



Anexo 8. Informe Mascroscópica de Roca Esquisto



SOLUCIONES GEOLÓGICAS EN MINERÍA
RUC: 20604323488

**DESCRIPCIÓN MASCROSCÓPICA DE ROCA
METAMORFICA – ESQUÍSTO
COMPLEJO MARAÑON
LOCALIDAD DE BALSAS**



OF. Psj Los Cactus 114 – Urb. El Jardín
Cajamarca - Perú
Cel. 978782260

RESUMEN

El estudio se realizó en la localidad de Balsas que pertenece al departamento de Amazonas, en el trayecto de esta localidad aflora rocas de edades paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, en la parte basal (paleozoico) está influenciado por el ciclo Hercínico (evento geológico de formación de montañas), que se caracteriza por ser netamente compresivo que dio origen a las diversas estructuras continuas y discontinuas, prolongándose a hasta el mesozoico. Las intrusiones de edad pérmica se dieron durante varias pulsaciones magmáticas, lógicamente con una diferente composición de magma como: diorítica, granodiorítica y granítica intruyendo de esta manera el complejo marañón, además de encontrar diferentes tipos de rocas metamórficas.

Se han identificado y descrito macroscópicamente en este informe solo roca denominada esquisto (roca metamórfica formada a partir de lutitas), también se realizó reconocimiento mineralógico mediante técnicas sistemáticas, que son de interés para las tesis.

1. TRABAJO DE GABINETE. En esta etapa se recopiló la información necesaria para desarrollar el trabajo de campo y poder tener una idea adecuada para el desarrollo del tema.

COMPLEJO MARAÑÓN

Las rocas más antiguas de la zona estudiada corresponden al "Complejo del Marañón". Este complejo lo forman mayormente rocas metamórficas y algunos cuerpos intrusivos menores que se encuentran como una franja en una dirección NW – SE. Presenta rocas como:

- Esquistos.
- Gneis.
- Esquistos micáceos.
- Metasedimentitas (pizarras, filitas, cuarcita).



FOTO 01: Parte del complejo Marañón, margen izquierda del río Marañón.

2. ETAPA DE CAMPO. En esta etapa viajamos a la localidad de Balsas para extraer muestras de Esquistos (rocas metamórficas) en dos estaciones como se detalla a continuación.

ESTACIÓN 01

DEPARTAMENTO: Amazonas.

LOCALIDAD: Balsas.

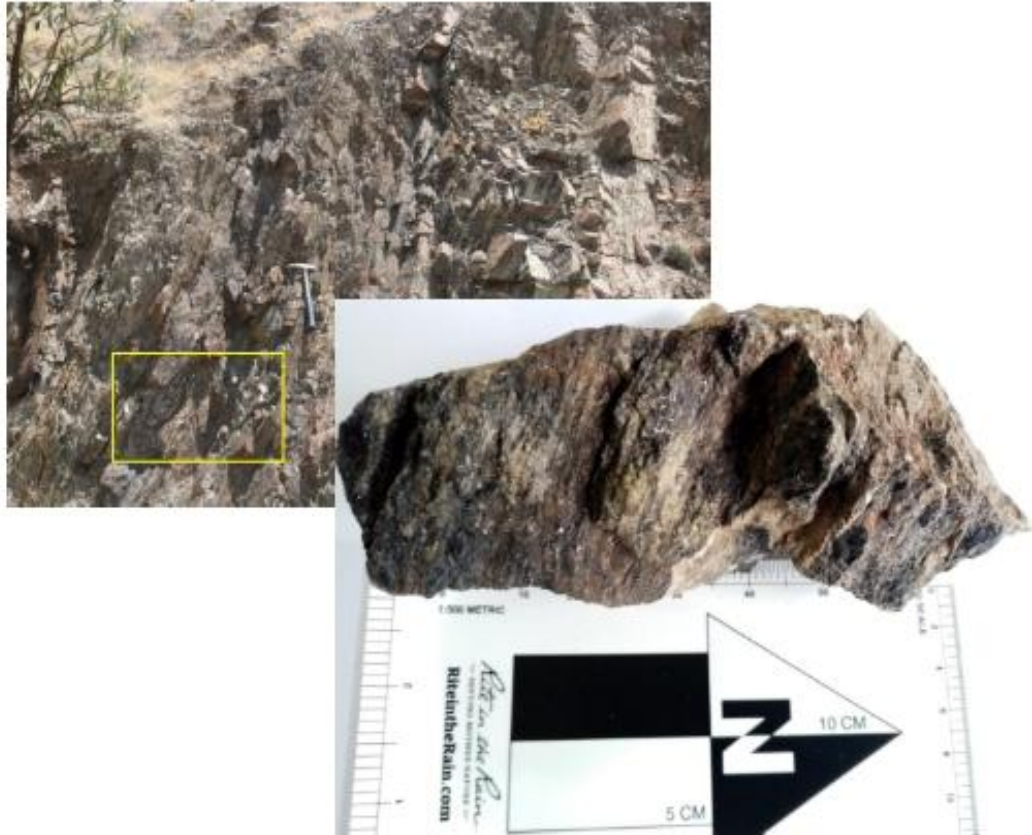
ZONA DE ESTUDIO: Complejo Metamórfico Marañón.

CORDENADAS UTM: N 9244469 – E 830263 (GPS Garmin)

TIPO DE ROCA: Metamórfica.

NOMBRE DE LA MUESTRA: Esquisto, roca formada a partir de lutita.

FOTO 01: bancos de esquistos rodeados por roca intrusiva granodiorita. Margen derecha del Rio Marañón (aguas abajo)



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA: Muestra de esquisto con contenido de Cuarzo bandedo (óxido de silicio), Muscovita, Biotita (mica), Calcita (Carbonato de calcio – CaCo₃), Hornblendas (anfíbol) y Clorita (silicato).

Para el reconocimiento mineralógico se realizó descripción macroscópica mediante técnicas sistemáticas, los materiales que se utilizaron fueron: con lupa Iwamoto 10x y 20x, Rayador dureza 7 en la escala de Mohs, se aplicó HCl al 15% para identificar carbonatos en la muestra dando un resultado positivo (los carbonatos reaccionan con el ácido clorhídrico - efervesce), Todo este reconocimiento se realizó en el gabinete de GEODA GROUP SAC – Cajamarca.

ESTACIÓN 02

DEPARTAMENTO: Amazonas.

LOCALIDAD: Balsas.

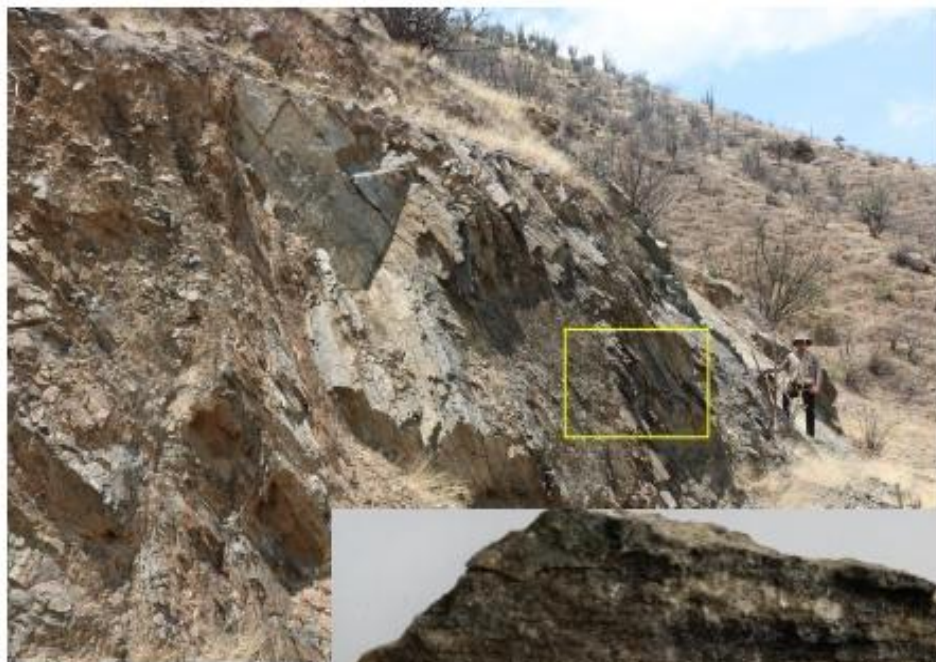
ZONA DE ESTUDIO: Complejo Metamórfico Marañón.

CORDENADAS UTM: N 9244181 – E 830150 (GPS Garmin)

TIPO DE ROCA: Metamórfica.

NOMBRE DE LA MUESTRA: Esquisto, roca formada a partir de lutita.

FOTO 02: Bancos de esquistos rodeados por roca intrusiva granodiorita. Margen derecha rico Marañón (aguas abajo)



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA: Muestra de esquisto con contenido de Cloritas, Micas, Venillas de Calcita, Oxidos de Hierro como pátinas y Plagioclasas y Silíce.

Los materiales que se utilizaron para la descripción macroscópica fueron: lupa Iwamoto 10x y 20x, Rayador dureza 7 en la escala de Mohs, HCL al 15%, todo el reconocimiento fue en el gabinete de GEODA GROUP SAC – Cajamarca. Se utilizó la técnica de reconocimiento sistemático.



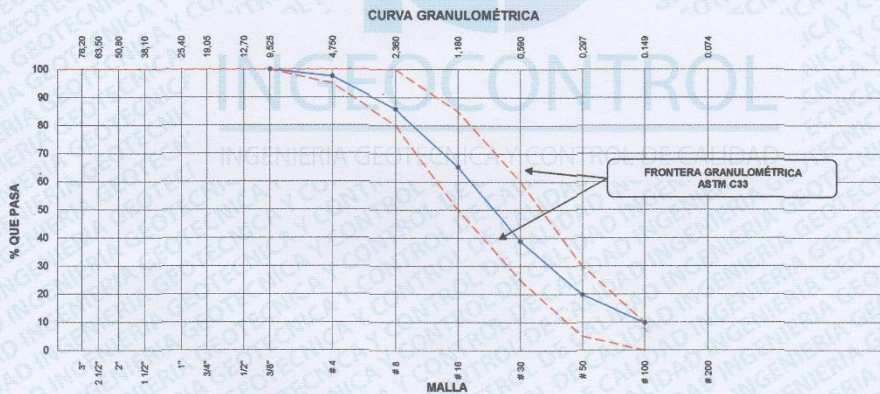
Anexo 9. Análisis Granulométrico del Agregado Fino.

	INFORME	Código	AE-FO-83
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	07-06-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquioto en las propiedades del concreto f'c=210Kg/cm2, La Libertad - 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-301-01
Solicitante	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	Muestreado por :	Cliente
Atención	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	15/9/2020
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : Cantera Trapiche
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	14.9	2.42	2.42	97.58	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	71.7	11.66	14.09	85.91	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	128.9	20.64	34.73	65.27	50.00	85.00
# 30	600 µm	162.4	26.42	61.15	38.85	25.00	60.00
# 50	300 µm	116.8	19.00	80.15	19.85	5.00	30.00
# 100	150 µm	61.6	10.02	90.17	9.83	0.00	10.00
Fondo	-	60.4	9.83	100.00	0.00	-	-
						MF	2.83
						TMN	---



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

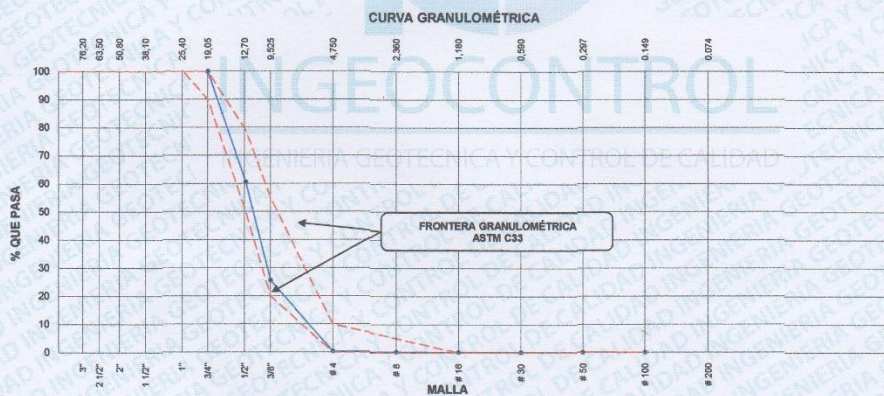
Anexo 10. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.

	INFORME	Código	AE-FO-43
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquistos en las propiedades del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020. **Registro N°:** IGC20-LEM-301-02
Solicitante : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Briggitte **Muestreado por :** Cliente
Atención : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Briggitte **Ensayado por :** R. Leyva
Ubicación de Proyecto : Lima **Fecha de Ensayo:** 15/9/2020
Material : Agregado Grueso **Turno:** Diurno


Código de Muestra : ---
Procedencia : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - 67							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	90.00	100.00
1/2"	12.50 mm	1591.3	39.43	39.43	60.57	50.00	79.00
3/8"	9.50 mm	1409.4	34.92	74.35	25.65	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	1021.8	25.32	99.67	0.33	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	5.2	0.13	99.79	0.21	0.00	5.00
# 16	1.18 mm	2.0	0.05	99.84	0.16	0.00	0.00
# 30	600 µm	0.8	0.02	99.88	0.14	0.00	0.00
# 50	300 µm	0.6	0.01	99.88	0.12	0.00	0.00
# 100	150 µm	1.1	0.03	99.91	0.09	0.00	0.00
Fondo	-	3.8	0.09	100.00	0.00	-	-
						MF	6.73
						TMN	1/2"



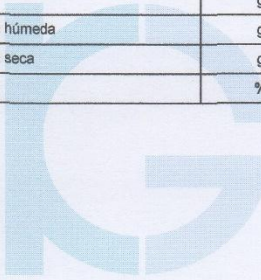
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo 11. Contenido de Humedad del Agregado Fino y Agregado Grueso.

 INGEOCONTROL <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	INFORME	Código	AE-FO-87
	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
Proyecto : Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020. Solicitante : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Briggitte Atención : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Briggitte Ubicación de Proyecto : Lima Material : Agregado Fino	REGISTRO N° : IGC20-LEM-301-03 MUESTREADO POR : Cliente ENSAYADO POR : R. Leyva FECHA DE ENSAYO : 15/9/2020 TURNO : Diurno		




CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	958.0	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	5014.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	4994.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.5	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	106.0	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	731.6	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	720.7	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.8	




INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma:	JEFE LEM Nombre y firma:	CQC - LEM Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com/ / informes@ingeocontrol.com

Anexo 12. Peso Unitario del Agregado Fino.

	INFORME	Código	AE-FO-101
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquistos en las propiedades del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020. Registro N°: IGC20-LEM-301-04
 Solicitante : Almazan Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Briggitte Muestreado por : Solicitante
 Atención : Almazan Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Briggitte Ensayado por : R. Leyva
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 15/9/2020
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno


Código de Muestra : --
 Procedencia : Cantera Trapiche
 N° de Muestra : --
 Progresiva : --


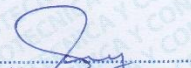

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.010	6.024	
Peso de muestra suelta (kg)	4.382	4.396	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1560	1565	1562

PESO UNITARIO COMPACTADO


IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m ³)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.605	6.591	
Peso de muestra suelta (kg)	4.977	4.963	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1772	1767	1769


 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD


INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com/ / informes@ingeocontrol.com

Anexo 13. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.




	INFORME	Código	AE-FO-67
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
Proyecto	: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-301-05
Solicitante	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	Ensayado por :	R.Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	15/9/2020
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: --		
Procedencia	: Cantera Trapiche		
N° de Muestra	: --		
Progresiva	: --		

	IDENTIFICACIÓN	1
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0
B	Peso Frasco + agua	672.5
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	987.5
D	Peso del Mat. Seco	492.6
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$	2.663
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$	2.703
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$	2.774
	% Absorción = $100*((A-D)/D)$	1.5




INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sanchez Nuaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com/ / informes@ingeocontrol.com

Anexo 14. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.

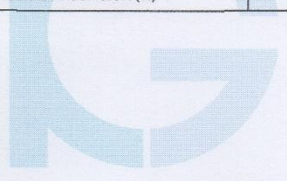
	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquioto en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.	Registro N°: IGC20-LEM-301-06
Solicitante : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	Muestreado por : Cliente
Atención : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto : Lima	Fecha de Ensayo: 15/9/2020
Material : Agregado Grueso	Turno: Diurno

Tipo de muestra	: ---
Procedencia	: Carriera Trapiche
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---




DATOS		A
1	Peso de la muestra sss	773.7
2	Peso de la muestra sss sumergida	496.5
3	Peso de la muestra secada al horno	767.3

RESULTADOS		1
PESO ESPECIFICO DE MASA		2.768
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2.791
PESO ESPECIFICO APARENTE		2.833
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		0.8




INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  </div>	JEFE LEM Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  Noemi C. Sanchez Hoaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. </div>	CQC - LEM Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. </div>

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo 15. Peso Unitario del Agregado Grueso.

	INFORME	Código	AE-FO-101
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Influencia de la mezcla de caniza de lodo de papel y esquistos en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.	Registro N°: IGC20-LEM-301-07
Solicitante	: Almazna Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	Muestreado por : Solicitante
Atención	: Almazna Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo: 15/9/2020
Material	: Agregado Fino	Turno: Diurno


Código de Muestra	: ---
Procedencia	: Cantera Trapiche
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---

PESO UNITARIO SUELTO



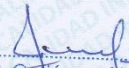
IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.701	5.672	
Peso de muestra suelta (kg)	4.073	4.044	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1450	1440	1445

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.047	6.038	
Peso de muestra suelta (kg)	4.419	4.410	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1573	1570	1572





INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD


INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo 16. Diseño de Mezcla - Patrón.

	INFORME		Código	AE-FO-83																											
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO		Versión	01																											
	REFERENCIA ACI 211.1		Fecha	30-09-2019																											
			Página	1 de 1																											
Proyecto : Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquioto en las Solicitante : Almazán Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte Atención : Almazán Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte Ubicación de Proyecto : Lima	REGISTRO N°: IGC20-LEM-301-08 REALIZADO POR : L. Melgar REVISADO POR : J. Gutiérrez FECHA DE ELABORACIÓN : 18/9/2020																														
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino /Ceniza de lodo de papel y esquioto Procedencia : Cantera Trapiche Cemento : Cemento Sol Tipo I	Fm de diseño: 210 kg/cm ² Asentamiento: 3" - 4" Código de mezcla: PATRON																														
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F'cr = 294																															
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.57 R a/c/e = No aplica																															
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 228 L																															
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.5%																															
5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 400 kg = 9.4 Bolsas x m ³																															
6. ADICIONES Ceniza de lodo de papel No aplica Esquioto No aplica																															
7. FIBRAS Fibras sintéticas No aplica																															
8. ADITIVOS No aplica																															
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1286 m³</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2280 m³</td> </tr> <tr> <td>Aire atrapado = 2.5%</td> <td>---</td> <td>0.0250 m³</td> </tr> <tr> <td>Esquioto</td> <td>No aplica</td> <td>0.0000 m³</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2791 kg/m³</td> <td>0.3081 m³</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2703 kg/m³</td> <td>0.3103 m³</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.3816 m³</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.6184 m³</td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1286 m ³	Agua	1000 kg/m ³	0.2280 m ³	Aire atrapado = 2.5%	---	0.0250 m ³	Esquioto	No aplica	0.0000 m ³	Agregado grueso	2791 kg/m ³	0.3081 m ³	Agregado fino	2703 kg/m ³	0.3103 m ³	Volumen de pasta		0.3816 m ³	Volumen de agregados		0.6184 m ³
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																													
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1286 m ³																													
Agua	1000 kg/m ³	0.2280 m ³																													
Aire atrapado = 2.5%	---	0.0250 m ³																													
Esquioto	No aplica	0.0000 m ³																													
Agregado grueso	2791 kg/m ³	0.3081 m ³																													
Agregado fino	2703 kg/m ³	0.3103 m ³																													
Volumen de pasta		0.3816 m ³																													
Volumen de agregados		0.6184 m ³																													
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso 49.8% = 0.3081 m ³ = 860 kg Agregado fino 60.2% = 0.3103 m ³ = 839 kg																															
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 864 kg Agregado fino 854 kg																															
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 228 L																															
13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. A.G. AGUA 1 : 2.1 : 2.2 : 24.2 L																															
14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO SECO</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>400 kg</td> <td>400 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>228 L</td> <td>228 L</td> </tr> <tr> <td>Aire atrapado = 2.5%</td> <td>0.0 kg</td> <td>0.0 kg</td> </tr> <tr> <td>Ceniza de lodo de papel</td> <td>0.0 kg</td> <td>0.0 kg</td> </tr> <tr> <td>Esquioto</td> <td>0.0 kg</td> <td>0.0 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>860 kg</td> <td>864 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>839 kg</td> <td>854 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PUT</td> <td>2346 kg</td> </tr> </tbody> </table>					COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	400 kg	400 kg	Agua	228 L	228 L	Aire atrapado = 2.5%	0.0 kg	0.0 kg	Ceniza de lodo de papel	0.0 kg	0.0 kg	Esquioto	0.0 kg	0.0 kg	Agregado grueso	860 kg	864 kg	Agregado fino	839 kg	854 kg	PUT		2346 kg
COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO																													
Cemento Sol Tipo I	400 kg	400 kg																													
Agua	228 L	228 L																													
Aire atrapado = 2.5%	0.0 kg	0.0 kg																													
Ceniza de lodo de papel	0.0 kg	0.0 kg																													
Esquioto	0.0 kg	0.0 kg																													
Agregado grueso	860 kg	864 kg																													
Agregado fino	839 kg	854 kg																													
PUT		2346 kg																													
15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA 0.098 m ³																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>39.2 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>22.35L</td> </tr> <tr> <td>Aire atrapado = 2.5%</td> <td>0 kg</td> </tr> <tr> <td>Ceniza de lodo de papel</td> <td>0 kg</td> </tr> <tr> <td>Esquioto</td> <td>0 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>84.89 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>83.674 kg</td> </tr> <tr> <td>Slump obtenido</td> <td>4 1/2</td> </tr> </tbody> </table>					COMPONENTE	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	39.2 kg	Agua	22.35L	Aire atrapado = 2.5%	0 kg	Ceniza de lodo de papel	0 kg	Esquioto	0 kg	Agregado grueso	84.89 kg	Agregado fino	83.674 kg	Slump obtenido	4 1/2									
COMPONENTE	PESO HÚMEDO																														
Cemento Sol Tipo I	39.2 kg																														
Agua	22.35L																														
Aire atrapado = 2.5%	0 kg																														
Ceniza de lodo de papel	0 kg																														
Esquioto	0 kg																														
Agregado grueso	84.89 kg																														
Agregado fino	83.674 kg																														
Slump obtenido	4 1/2																														
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.																															
INGEOCONTROL SAC																															
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196929 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.																													
Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com																															

Anexo 17. Diseño de Mezcla – Ceniza de Lodo de Papel 4.5% y Esquisto 2.5%.

	INFORME		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1		Versión	01
			Fecha	30-09-2019
			Página	1 de 1
Proyecto	: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las		REGISTRO N°:	IGC20-LEM-301-09
Solicitante	: Almarza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte		REALIZADO POR :	L. Melgar
Atención	: Almarza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima		FECHA DE ELABORACIÓN :	22/9/2020
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino /Ceniza de lodo de papel y esquisto		Fm de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: Cantera Trápiche		Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Sol Tipo I		Código de mezcla:	C4.5% / E2.5%

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
 $f'_{cr} = 294$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTANTE
 $R_{a/c} = 0.57$ $R_{a/c} = 0.58$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
 Agua = 225 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
 Aire = 2.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
 Cemento = 369 kg = 8.7 Bolsas x m³

6. ADICIONES
 Ceniza de lodo de papel = 16.6 kg
 Esquisto = 9.1 kg $C_{te} = 395$ kg

7. FIBRAS
 Fibras sintéticas No aplica

8. ADITIVOS
 No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1187 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2250 m ³						
Aire atrapado = 2.5%	—	0.0250 m ³						
Ceniza de lodo de papel	3137 kg/m ³	0.0053 m ³						
Esquisto	2938 kg/m ³	0.0031 m ³						
Agregado grueso	2791 kg/m ³	0.3081 m ³	0.5%	0.8%	6.73	1445	1572	1/2"
Agregado fino	2703 kg/m ³	0.3096 m ³	1.8%	1.5%	2.83	1562	1769	—
Volumen de pasta		0.3823 m ³						
Volumen de agregados		0.6177 m ³						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
 Agregado grueso 49.9% = 0.3081 m³ = 860 kg
 Agregado fino 50.1% = 0.3096 m³ = 837 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
 Agregado grueso 864 kg
 Agregado fino 852 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
 Agua 225 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
 CEM C. Papel Esquisto A.F. A.G. AGUA
 1 : 1.8 : 1.0 : 2.2 : 2.4 : 25.9 L



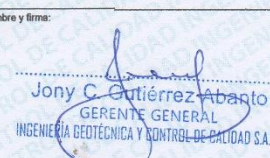

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	369 kg	369 kg
Agua	225 L	225 L
Aire atrapado = 2.5%	No aplica	No aplica
Ceniza de lodo de papel	16.6 kg	16.6 kg
Esquisto	9.1 kg	9.1 kg
Agregado grueso	860 kg	864 kg
Agregado fino	837 kg	852 kg
PUT		2336 kg

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA = 0.098 m³



COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	36.17 kg
Agua	22.057L
Ceniza de lodo de papel	1.625 kg
Esquisto	0.89 kg
Agregado grueso	84.69 kg
Agregado fino	83.48 kg
Slump obtenido	4

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
 * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.


INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 
	Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo 18. Diseño de Mezcla – Ceniza de Lodo de Papel 6.5% y Esquisto 4.5%.

 <p>INGEOCONTROL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	INFORME	Código	AE-FO-93																																																		
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	01																																																		
		Fecha	30-09-2019																																																		
		Página	1 de 1																																																		
Proyecto : Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las Solicitante : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte Atención : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte Ubicación de Proyecto : Lima	REGISTRO N°: IGC20-LEM-301-10 REALIZADO POR : L. Melgar REVISADO POR : J. Gutiérrez FECHA DE ELABORACIÓN : 23/9/2020																																																				
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino /Ceniza de lodo de papel y esquisto Procedencia : Cantera Trapiche Cemento : Cemento Sol Tipo I	Fm de diseño: 210 kg/cm2 Asentamiento: 3" - 4" Código de mezcla: C6.5% / E4.5%																																																				
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA $f'_{cr} = 294$	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 351 kg = 8.3 Bolsas x m ³																																																				
2. RELACIÓN AGUA CEMENTANTE $R_{a/c} = 0.57$ $R_{a/cfe} = 0.60$	6. ADICIONES Ceniza de lodo de papel = 25.7 kg Esquisto = 17.8 kg $Cte. = 395 \text{ kg}$																																																				
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 225 L	7. FIBRAS Fibras sintéticas No aplica																																																				
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.5%	8. ADITIVOS No aplica																																																				
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																					
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>3110 kg/m³</td> <td>0.1130 m³</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0.2250 m³</td> </tr> <tr> <td>Aire atrapado = 2.5%</td> <td>---</td> <td>0.0250 m³</td> </tr> <tr> <td>Ceniza de lodo de papel</td> <td>3137 kg/m³</td> <td>0.0082 m³</td> </tr> <tr> <td>Esquisto</td> <td>2936 kg/m³</td> <td>0.0061 m³</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2791 kg/m³</td> <td>0.3081 m³</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2703 kg/m³</td> <td>0.3065 m³</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Volumen de pasta</td> <td>0.3854 m³</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Volumen de agregados</td> <td>0.6146 m³</td> </tr> </tbody> </table>	INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1130 m ³	Agua	1000 kg/m ³	0.2250 m ³	Aire atrapado = 2.5%	---	0.0250 m ³	Ceniza de lodo de papel	3137 kg/m ³	0.0082 m ³	Esquisto	2936 kg/m ³	0.0061 m ³	Agregado grueso	2791 kg/m ³	0.3081 m ³	Agregado fino	2703 kg/m ³	0.3065 m ³	Volumen de pasta		0.3854 m ³	Volumen de agregados		0.6146 m ³	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>P.U. COMPACTADO</th> <th>TMN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>0.5%</td> <td>0.8%</td> <td>6.73</td> <td>1445</td> <td>1572</td> <td>1/2"</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>1.8%</td> <td>1.5%</td> <td>2.83</td> <td>1562</td> <td>1789</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>		HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN	Agregado grueso	0.5%	0.8%	6.73	1445	1572	1/2"	Agregado fino	1.8%	1.5%	2.83	1562	1789	---
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																																			
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1130 m ³																																																			
Agua	1000 kg/m ³	0.2250 m ³																																																			
Aire atrapado = 2.5%	---	0.0250 m ³																																																			
Ceniza de lodo de papel	3137 kg/m ³	0.0082 m ³																																																			
Esquisto	2936 kg/m ³	0.0061 m ³																																																			
Agregado grueso	2791 kg/m ³	0.3081 m ³																																																			
Agregado fino	2703 kg/m ³	0.3065 m ³																																																			
Volumen de pasta		0.3854 m ³																																																			
Volumen de agregados		0.6146 m ³																																																			
	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN																																															
Agregado grueso	0.5%	0.8%	6.73	1445	1572	1/2"																																															
Agregado fino	1.8%	1.5%	2.83	1562	1789	---																																															
10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso 50.1% = 0.3081 m ³ = 860 kg Agregado fino 49.9% = 0.3065 m ³ = 829 kg	14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO																																																				
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 864 kg Agregado fino 843 kg	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO SECO</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>351 kg</td> <td>351 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>225 L</td> <td>225 L</td> </tr> <tr> <td>Aire atrapado = 2.5%</td> <td>No aplica</td> <td>No aplica</td> </tr> <tr> <td>Ceniza de lodo de papel</td> <td>25.7 kg</td> <td>25.7 kg</td> </tr> <tr> <td>Esquisto</td> <td>17.8 kg</td> <td>17.8 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>860 kg</td> <td>864 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>829 kg</td> <td>843 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">PUT</td> <td>2327 kg</td> </tr> </tbody> </table>		COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	351 kg	351 kg	Agua	225 L	225 L	Aire atrapado = 2.5%	No aplica	No aplica	Ceniza de lodo de papel	25.7 kg	25.7 kg	Esquisto	17.8 kg	17.8 kg	Agregado grueso	860 kg	864 kg	Agregado fino	829 kg	843 kg	PUT		2327 kg																								
COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO																																																			
Cemento Sol Tipo I	351 kg	351 kg																																																			
Agua	225 L	225 L																																																			
Aire atrapado = 2.5%	No aplica	No aplica																																																			
Ceniza de lodo de papel	25.7 kg	25.7 kg																																																			
Esquisto	17.8 kg	17.8 kg																																																			
Agregado grueso	860 kg	864 kg																																																			
Agregado fino	829 kg	843 kg																																																			
PUT		2327 kg																																																			
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 225 L	15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA 0.098 m ³																																																				
13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM C. Papel Esquisto A.F. A.G. AGUA 1 : 2.8 : 1.9 : 2.3 : 2.6 : 27.2 L	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>34.429 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>22.059L</td> </tr> <tr> <td>Ceniza de lodo de papel</td> <td>2.514 kg</td> </tr> <tr> <td>Esquisto</td> <td>1.741 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>84.69 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>82.661 kg</td> </tr> <tr> <td>Slump obtenido</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>		COMPONENTE	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	34.429 kg	Agua	22.059L	Ceniza de lodo de papel	2.514 kg	Esquisto	1.741 kg	Agregado grueso	84.69 kg	Agregado fino	82.661 kg	Slump obtenido	3																																			
COMPONENTE	PESO HÚMEDO																																																				
Cemento Sol Tipo I	34.429 kg																																																				
Agua	22.059L																																																				
Ceniza de lodo de papel	2.514 kg																																																				
Esquisto	1.741 kg																																																				
Agregado grueso	84.69 kg																																																				
Agregado fino	82.661 kg																																																				
Slump obtenido	3																																																				
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.																																																					
INGEOCONTROL SAC																																																					
TÉCNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Quamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196929 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.																																																			
Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com																																																					

Anexo 19. Resistencia a la Compresión del concreto a 7 días.

	INFORME		Código	AE-FO-191
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquistos en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.		REGISTRO N°:	IGC20-LEM-301 -11
CLIENTE	: Almarza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte		REALIZADO POR :	R. Leyva
SOLICITANTE	: Almarza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte		REVISADO POR :	J. Gutierrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima		FECHA DE ENSAYO :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 01/10/2020		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F ^c de diseño	: 210 kg/cm ²			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	% F _c
PATRON	18/9/2020	25/9/2020	7	9.86	20.00	5	2.03	19323.3	253 kg/cm ²	120.5%
PATRON	18/9/2020	25/9/2020	7	9.87	20.00	5	2.03	21556.5	282 kg/cm ²	134.2%
PATRON	18/9/2020	25/9/2020	7	9.93	20.00	5	2.01	19649.6	254 kg/cm ²	120.8%
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquistos 2.5%	22/9/2020	29/9/2020	7	9.71	20.00	5	2.06	21515.7	291 kg/cm ²	138.4%
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquistos 2.5%	22/9/2020	29/9/2020	7	9.91	20.00	5	2.02	21566.7	280 kg/cm ²	133.1%
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquistos 2.5%	22/9/2020	29/9/2020	7	9.97	20.00	5	2.01	21903.2	281 kg/cm ²	133.8%
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquistos 4.5%	23/9/2020	30/9/2020	7	9.96	20.00	5	2.01	22066.3	283 kg/cm ²	134.9%
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquistos 4.5%	23/9/2020	30/9/2020	7	9.99	20.00	6	2.00	17569.4	224 kg/cm ²	106.7%
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquistos 4.5%	23/9/2020	30/9/2020	7	10.00	20.00	3	2.00	23249.2	296 kg/cm ²	141.0%

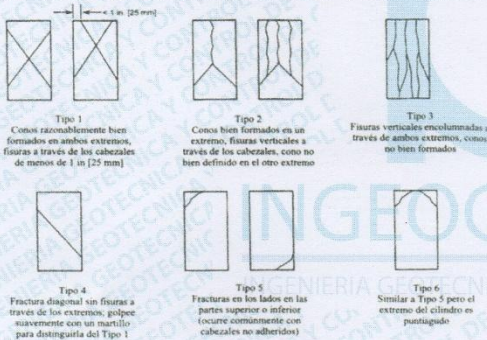


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ¹	Acceptable Range ² of Individual Cylinder Strengths
		2 cylinders
		3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]		
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	7.8 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]		
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.6 %


Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

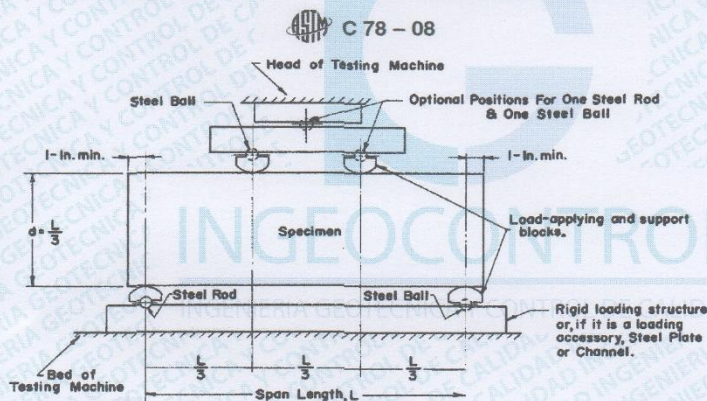
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sanchez Quaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo 20. Resistencia a la Flexión del concreto a 7 días.

	INFORME	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquistos en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.	REGISTRO N°: IGG20-LEM-301-12	
SOLICITANTE	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 01/10/2020	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Prismas de concreto endurecido		
F'c de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON	18/9/2020	25/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	46 kg/cm ²
PATRON	18/9/2020	25/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	50 kg/cm ²
PATRON	18/9/2020	25/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquistos 2.5%	22/9/2020	29/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquistos 2.5%	22/9/2020	29/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	58 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquistos 2.5%	22/9/2020	29/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	51 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquistos 4.5%	23/9/2020	30/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquistos 4.5%	23/9/2020	30/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	49 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquistos 4.5%	23/9/2020	30/9/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42 kg/cm ²




OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C

Anexo 21. Resistencia a la Compresión del concreto a 14 días.



INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

Código	AE-FC-101
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquiisto en las propiedades del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$, La Libertad - 2020. REGISTRO N°: IGC20-LEM-301-13

CLIENTE : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte REALIZADO POR : R. Leyva

SOLICITANTE : Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte REVISADO POR : J. Gutierrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima FECHA DE ENSAYO : ---

FECHA DE EMISIÓN : --- TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"

Fc de diseño : 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:


- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC

<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> 	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Noemí Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>	<p>CCO - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>
---	---	---

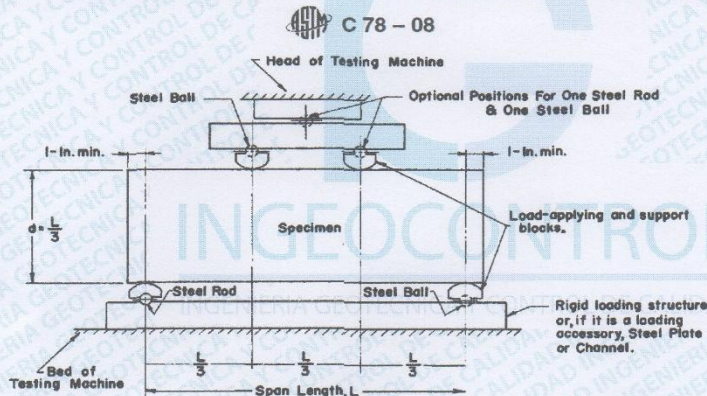
Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo 22. Resistencia a la Flexión del concreto a 14 días.

	INFORME	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.	REGISTRO N°: IGC20-LEM-301-14	
SOLICITANTE	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	---
FECHA DE EMISIÓN	: 01/10/2020	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Prismas de concreto endurecido		
F'c de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON	18/9/2020	2/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	33 kg/cm ²
PATRON	18/9/2020	2/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	37 kg/cm ²
PATRON	18/9/2020	2/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquisto 2.5%	22/9/2020	6/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquisto 2.5%	22/9/2020	6/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	49 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquisto 2.5%	22/9/2020	6/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	46 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquisto 4.5%	23/9/2020	7/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	39 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquisto 4.5%	23/9/2020	7/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	39 kg/cm ²
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquisto 4.5%	23/9/2020	7/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	40 kg/cm ²




Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

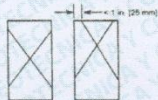
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196929 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo 23. Resistencia a la Compresión del concreto a 28 días.

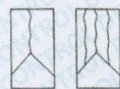
	INFORME		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.		REGISTRO N°:	IGC20-LEM-301-16
CLIENTE	: Almarza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte		REALIZADO POR :	R. Leyva
SOLICITANTE	: Almarza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Brigitte		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima		FECHA DE ENSAYO :	---
FECHA DE EMISIÓN	: ---		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F _c de diseño	: 210 kg/cm ²			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18

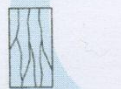
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	% F _c
PATRON	18/9/2020	16/10/2020	28	10.06	20.00	2	1.99	28357.9	357 kg/cm ²	169.9%
PATRON	18/9/2020	16/10/2020	28	10.02	20.00	3	2.00	28990.1	368 kg/cm ²	175.1%
PATRON	18/9/2020	16/10/2020	28	10.09	20.00	2	1.98	28592.4	358 kg/cm ²	170.3%
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquisto 2.5%	22/9/2020	20/10/2020	28	9.99	20.00	4	2.00	28510.8	364 kg/cm ²	173.2%
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquisto 2.5%	22/9/2020	20/10/2020	28	9.97	20.00	4	2.01	28674.0	367 kg/cm ²	174.9%
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquisto 2.5%	22/9/2020	20/10/2020	28	10.04	20.00	4	1.99	28704.6	363 kg/cm ²	172.7%
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquisto 4.5%	23/9/2020	21/10/2020	28	10.03	20.00	2	1.99	27113.8	343 kg/cm ²	163.4%
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquisto 4.5%	23/9/2020	21/10/2020	28	10.01	20.00	4	2.00	27582.9	350 kg/cm ²	166.9%
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquisto 4.5%	23/9/2020	21/10/2020	28	10.00	20.00	5	2.00	26695.7	340 kg/cm ²	161.9%



Tipo 1
Conos bien formados bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo



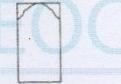
Tipo 3
Fisuras verticales encolmanadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre consistentemente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es pontagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11:

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation⁴

Acceptable Range⁴ of Individual Cylinder Strengths

Specimen Size	Laboratory conditions	Field conditions	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]	2.4%	2.9%	6.6%	7.8%
4 by 8 in. [100 by 200 mm]	3.2%	3.9%	8.0%	9.5%

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos


Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENEERCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jonay C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

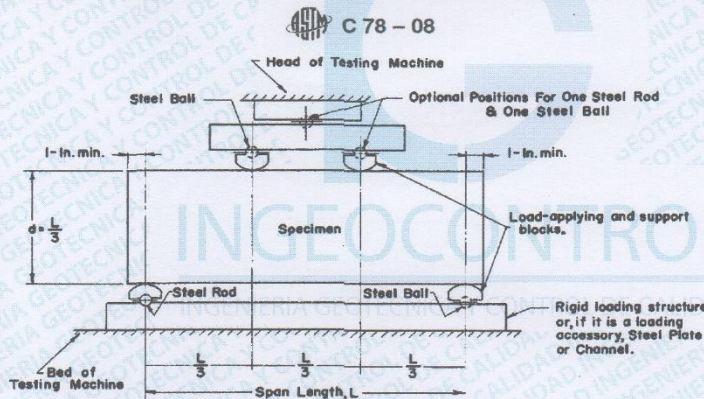
Anexo 24. Resistencia a la Flexión del concreto a 28 días

	INFORME	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquito en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020.	REGISTRO N°:	IGC20-LEM-301-16
SOLICITANTE	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Briggitte	REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Almanza Muñoz, Sayda Pilar / Zamudio Loarte, Melissa Briggitte	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO :	---
FECHA DE EMISIÓN	: ---	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Prismas de concreto endurecido		
F'c de diseño	: 210 kg/cm2		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON	18/9/2020	16/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	40 kg/cm2
PATRON	19/9/2020	16/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43 kg/cm2
PATRON	18/9/2020	16/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42 kg/cm2
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquito 2.5%	22/9/2020	20/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	40 kg/cm2
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquito 2.5%	22/9/2020	20/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	40 kg/cm2
Ceniza de lodo de papel 4.5% / Esquito 2.5%	22/9/2020	20/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	39 kg/cm2
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquito 4.5%	23/9/2020	21/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	53 kg/cm2
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquito 4.5%	23/9/2020	21/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	54 kg/cm2
Ceniza de lodo de papel 6.5% / Esquito 4.5%	23/9/2020	21/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	54 kg/cm2



Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo 25. Informe de Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de lodo de papel



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0785 – 20 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ZAMUDIO LOARTE MELISSA BRIGGITTE
ALMANZA MUÑOZ SAYDA PILAR
 - 1.2 D.N.I. : 75483760
75111136
2. FECHA DE EMISIÓN : 14 / 10 / 2020
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE MUESTRA DE CENIZA DE LODO DE PAPEL
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE LODO DE PAPEL
 - 4.2 TESIS : "Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquiisto en las propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm², La Libertad-2020".
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 21.1°C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPO UTILIZADO : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
HORNO ELÉCTRICO. POL-EKO, SLN32ECO.
MUFLA. THERMO SCIENTIFIC.
8. RESULTADOS
 - 8.1 ANÁLISIS DE CENIZA DE LODO DE PAPEL (Secada a 110°C y calcinada a 445°C)

ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	80.016	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Magnesio, Mg	8.539	
Aluminio, Al	4.396	
Silicio, Si	4.110	
Azufre, S	1.341	
Hierro, Fe	0.884	
Estroncio, Sr	0.385	
Potasio, K	0.330	

⁽¹⁾Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.



ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de calcio, CaO	60.272	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Óxido de magnesio, MgO	19.622	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	11.255	
Óxido de silicio, SiO ₂	5.876	
Óxido de potasio, K ₂ O	1.421	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	1.066	
Óxido de azufre, SO ₃	0.275	
Óxido de estroncio, SrO	0.212	

⁽¹⁾Balace de resultados de óxidos calculados del análisis elemental (de sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente Informe técnico.


Bach. Nadia Rodríguez
Analista
LABICER - UNI




Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de ceniza de lodo de papel



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva



Anexo 26. Informe de Fluorescencia de Rayos X del esquistó calcinado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0786 – 20 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ZAMUDIO LOARTE MELISSA BRIGGITTE
ALMANZA MUÑOZ SAYDA PILAR
 - 1.2 D.N.I. : 75483760
75111136
2. FECHA DE EMISIÓN : 14 / 10 / 2020
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE MUESTRA DE ROCA ESQUISTO CALCINADA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ROCA ESQUISTO CALCINADA
 - 4.2 TESIS : "Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquistó en las propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm², La Libertad-2020".
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 21.1°C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPO UTILIZADO : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. RESULTADOS

ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	60.820	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Silicio, Si	14.379	
Hierro, Fe	9.057	
Aluminio, Al	7.938	
Magnesio, Mg	5.784	
Titanio, Ti	0.791	
Potasio, K	0.691	
Azufre, S	0.215	
Manganeso, Mn	0.151	
Estroncio, Sr	0.112	
Fósforo, P	0.062	

⁽¹⁾Balances de resultados del análisis elemental (del todo el mineral) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.



ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de calcio, CaO	40.175	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Óxido de silicio, SiO ₂	17.548	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	17.5	
Óxido de magnesio, MgO	11.99	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	9.391	
Óxido de potasio, K ₂ O	2.489	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.555	
Óxido de manganeso, MnO	0.134	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.129	
Óxido de estroncio, SrO	0.054	
Óxido de azufre, SO ₃	0.036	

⁽¹⁾ Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental (del suelo al anillo) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Nadia Rodríguez
Analista
LABICER-UNI




María Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del transporte ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de roca esquistos calcinada



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva



Anexo 27. Boleta de servicios de pulverización del esquistó en Laboratorio SGS



SGS DEL PERU S.A.C.

AVENIDA ELMER FAUCETT 3348 URB. INDUSTRIAL BOCANEGRA
PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO
Teléfono: 517-1900 Fax: 575-4089 Casilla Postal: 27-0125

RUC: 20100114349
BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
Nro. B711-00032133

CLIENTE: - SAYDA ALMANZA MUÑOZ CÓDIGO DOCUMENTO: 75111136 URB. ESMERALDA 4, MZ. B-13, LT. 9 - LIMA - LIMA - CARABAYLLO - MELISSA ZAMUDIO LOARTE CÓDIGO DOCUMENTO: 75483760 MZ.A. LT. 2 - ASOCIACION PRIMAVERA - CAMPOY	VS. REF.: COTIZACION GQ-0010472672020 PROYECTO DE TESIS	NS. REF.: GQ / 2001136 PD679923
---	--	--

ATENCIÓN: SAYDA ALMANZA MUÑOZ - Correo: alialmanza08@gmail.com
MELISSA ZAMUDIO LOARTE - Correo: zalo16197@gmail.com

FECHA DE EMISIÓN: 10-SEPTIEMBRE-2020

CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	IMP. TOTAL
5.00	ZZ	PRP94 PREP MSTRAS	USD 12.21	USD 61.07

POR LOS SERVICIOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS SOLICITADOS:

PRP94 PREP MSTRAS

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:

"Proyecto de Tesis: Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquistó en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad - 2020."

SON: SESENTA Y UNO Y 07/100 DOLARES ESTADOUNIDENSES

CANCELABLE AL TIPO DE CAMBIO LIBRE PROMEDIO VENTA DE LA FECHA DE PAGO (R.C No 048-88EF/90)

Resumen: VC5Km5sQBLY3ecE3iKr2Y1wE7fQ=			
CORRESPONDENT BANK	BENEFICIARY BANK	SWIFT CODE	ACCOUNT NUMBER USD
Citibank N.A., New York	Citibank del Perú S.A.	CITIEPEL	000-1838113
	Banco de Crédito del Perú - Sucursal San Isidro	BCPLPEPL	193-0668076 -1 - 49

Todas las órdenes son aceptadas y todos los informes y certificados son emitidos con sujeción a las Condiciones Generales para los Servicios de Inspección y Ensayo (copia disponible a solicitud)

All orders are accepted and all reports and certificates issued subject to the General Conditions for Inspection and Testing Services (copy available upon request)

OP. GRAVADAS	USD 51.75
OP. INAFECTAS	USD 0.00
OP. EXONERADAS	USD 0.00
IGV 18.00%	USD 9.32
ISC	USD 0.00
TOTAL	USD 61.07



Representación impresa de la boleta de venta electrónica, consulte en https://qfirst.pe.sgs.com/Facturacion_electronica/

Autorizado mediante la Resolución de Intendencia N° 0340050004177/SUNAT

MIEMBRO DEL GRUPO SGS (Société Générale de Surveillance)

Anexo 28. Certificado de calibración de balanza electrónica

 <p>PERUTEST S.A.C. EQUIPOS E INSTRUMENTOS</p>		<p>PERUTEST S.A.C. CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 20602182721</p>
<p>Área de Metrología Laboratorio de Masas</p>		<p>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 071 - 2020</p>
Página 1 de 4		
1. Expediente	0388-2020	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	100 kg	
División de escala (d)	0.005 kg	
Div. de verificación (e)	0.01 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	NO INDICA	
Modelo	DY-AZ	
Número de Serie	202059	
Capacidad mínima	0.100 kg	
Procedencia	CHINA	
Identificación	LS-07	
5. Fecha de Calibración	2020-03-06	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2020-03-06	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	
<p>Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe</p>		

Anexo 29. Certificado de calibración de Olla Washington

 PERUTEST S.A.C. EQUIPOS E INSTRUMENTOS		PERUTEST S.A.C. CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 20602182721			
<i>Área de Metrología</i> Laboratorio de Presión		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LP - 023 - 2020			
		Página 1 de 3			
1. Expediente	0386-2020	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>			
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.				
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES				
4. Instrumento de Medición	OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)				
Volumen	7.1 l				
Marca	FORNEY				
Modelo	LA-0316				
Número de Serie	121				
Procedencia	U.S.A.				
Identificación	NO INDICA				
Tipo de Indicación	Analógico				
Alcance de Indicación	100% a 0% (Contenido de aire) 0 a 15 psi				
5. Fecha de Calibración	2020-03-05				
Fecha de Emisión	2020-03-06			Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
				 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	 
Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe					

Anexo 30. Certificado de calibración de máquina de compresión

AM3

AM3 Ingeniería & Negocios SAC

RUC : 20513903261
Dirección : AV. Nicolás Ayllón 8510 Edif. 9 Of. 804, Lima
- Lima - Ate
Código Postal : Lima 03
Teléfono : 511-679 8002
Email : soportetecnico@am3.com.pe

N° de certificado:	22072020-05
Fecha de emisión:	22/07/2020

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
RUC : 20602979190
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

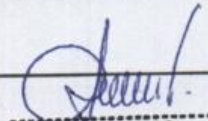
Equipo : Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250
Marca : ELE International
Modelo Marco de Carga : 36-0690/06
N° de Serie Marco de Carga : 180300131
Capacidad : 1112 KN
División de Escala : 0.1 KN
N° de Serie Panel de Lectura : 1939-1-10045
Procedencia : USA
Patrón de Trabajo : Celda ELE International Tipo: CCDHA-2000 KN-004-000, N° de Serie: 56638, Capacidad: 2000 KN, trazable al HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, Certificado de Calibración INF-LE 013-20.

Método de Verificación : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines" Método C

Temp. Inicial (°C) : 18 H.R. Inicial (%) 74
Temp. Final (°C) : 18 H.R. Final (%) 69
Fecha de Verificación : 21/07/2020
Lugar de Verificación : Mza. A Lote. 24 Int. 1 Urb. Mayorazgo Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres
N° de Páginas : 2



HECHO POR
Emilio Malca



ALDO MARCO
MUCHA MALLAUPOMA
Ingeniero Civil
CIP N° 234122
REVISADO POR



Este certificado de verificación solo puede ser difundido sin alteraciones posterior a la autorización asignada por AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.
Este certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.

PANEL FOTOGRÀFICO



Fotografía 1. *Comisaria de la Localidad de Balsas*



Fotografía 2. *Extracción de la Roca Esquisto.*



Fotografía 3. Roca Esquisto.



Fotografía 4. Laboratorio Geotécnico SGS.



Fotografía 5. ITAL GRES INDUSTRIAL S.A.C



Fotografía 6. Ceniza de Lodo de Papel y Esquisto tamizados.



Fotografía 7. Diseño de Mezcla.



Fotografía 8. Llenado, compactado de probetas cilíndricas y vigas.