

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN
VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN -
2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
CIVIL**

Presentado por: Bach. PARIONA ARIAS, Liz Elvia

Asesor: Ing. Maita Perez, Manuel Ivan

Línea de investigación: Nuevas Tecnologías y procesos

HUANCAYO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a todas las personas que luchan por la educación y la investigación, A mi casa de estudios: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, aquellos que buscan constantemente ampliar los límites del conocimiento. Espero que este trabajo contribuya de alguna manera al avance de nuestra sociedad.

¡Gracias a todos los que han sido parte de este camino! Sin su apoyo, esta tesis no habría sido posible.

Bach. Liz Elvia Pariona Arias

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por guiarme y darme la fuerza y la perseverancia necesaria para completar este proyecto. También quiero agradecer a mis padres Raúl y Glicería, quienes han sido mi mayor apoyo durante todo este tiempo.

Bach. Liz Elvia Pariona Arias

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0313 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. PARIONA ARIAS LIZ ELVIA**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Mg. MANUEL IVAN MAITA PEREZ**

Fue analizado con fecha **12/09/2024**; con **217 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **25 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 13 de septiembre del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Ph. D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED
JURADO

Mtro. CARDENAS CAPCHA, JESUS IDEN
JURADO

Mtro. CONDORI CASTRO, RICHARD JHONATAN
JURADO

Mg. UNTIVEROS PEÑALOZA, LEONEL
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Justificación	17
1.4.1. Social	17
1.4.2. Teórica	18
1.4.3. Metodológica	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19
2.1.2. Antecedentes nacionales	22
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.1. Relave minero	26
2.2.2. Concreto de alta resistencia	33
2.2.3. Propiedades mecánicas del concreto.....	40
2.2.4. Ensayos de laboratorio	42
2.3. Definición de términos básicos.....	48
2.4. Hipótesis	50
2.4.1. Hipótesis	50
2.4.2. Hipótesis específicas	50
2.5. Variables	51
2.5.1. Definición conceptual	51
CAPÍTULO III.....	53

METODOLOGÍA.....	53
3.1. Método de investigación	53
3.1.1. Método general	53
3.1.2. Método específico.....	53
3.2. Tipo de investigación.....	54
3.3. Nivel de investigación.....	54
3.4. Diseño de investigación	54
3.5. Población y muestra.....	55
3.5.1. Población	55
3.5.2. Muestra	55
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
3.6.1. Técnicas	56
3.6.2. Instrumentos.....	56
3.6.3. Validez.....	57
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	57
3.8. Aspectos éticos de la investigación.....	57
3.9. Procesamiento de datos de laboratorio	58
3.9.1. Caracterización de los agregados.....	58
3.9.2. Diseño de mezcla	59
CAPÍTULO IV	61
RESULTADOS	61
4.1. Presentación de resultados	61
4.1.1. Relave de mina.....	61
4.1.2. Propiedades en estado fresco del concreto en vigas	62
4.1.3. Propiedades mecánicas del concreto.....	69
4.2. Prueba de hipótesis	78
4.2.1. Proporciones de relave de mina en la resistencia a compresión	78
4.2.2. Proporciones de relave de mina en la resistencia a flexión.....	82
CAPÍTULO V.....	86
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
5.1. Discusión de resultados	86
5.1.1. Proporciones de relave de mina en la resistencia a compresión del concreto....	88
5.1.2. Proporciones de relave de mina en la resistencia a flexión del concreto.....	90
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

ANEXOS	97
PANEL FOTOGRÁFICO.....	198

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas de los relaves.....	28
Tabla 2. Tolerancia permisible para el ensayo de cilindros de concreto	44
Tabla 3. Operacionalización de variables	52
Tabla 4. Tratamientos de la investigación	55
Tabla 5. Rangos y magnitudes de validez.....	57
Tabla 6. Resumen de ensayos de agregado fino	59
Tabla 7. Resumen de ensayos de agregado grueso.....	59
Tabla 8. Diseño de mezcla en estado seco	59
Tabla 9. Diseño de mezcla en estado húmedo	60
Tabla 10. Diseño de mezcla con relave minero	60
Tabla 11. Análisis granulométrico, relave de mina	61
Tabla 12. Componentes de relave de mina, Vitoc, San Ramón.....	62
Tabla 13. Temperatura de las muestras de concreto	63
Tabla 14. Asentamiento de las muestras de concreto	64
Tabla 15. Contenido de aire de las muestras de concreto	65
Tabla 16. Exudación de las muestras de concreto	66
Tabla 17. Fraguado inicial de las muestras de concreto	67
Tabla 18. Fraguado final de las muestras de concreto	68
Tabla 19. Resistencia a compresión de las muestras de concreto a los 7 días.....	69
Tabla 20. Resistencia a compresión de las muestras de concreto a los 14 días.....	70
Tabla 21. Resistencia a compresión de las muestras de concreto a los 28 días.....	72
Tabla 22. Resistencia a flexión a los 7 días de curado	74
Tabla 23. Resistencia a flexión a los 14 días de curado	75
Tabla 24. Resistencia a flexión a los 28 días de curado	76
Tabla 25. Valores de resistencia a compresión	79
Tabla 26. Valores de resistencia a la flexión	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección transversal de un espesador convencional	27
Figura 2. Diagrama de extracción de cobre y relave	30
Figura 3. Disposición de relaves espesados, método Robinsky.....	31
Figura 4. Fisura y rotura de adherencia	40
Figura 5. Tipos de fractura.....	45
Figura 6. Equipo de flexión de vigas con cargas a los tercios	48
Figura 7. Curva granulométrica, relave de mina.....	62
Figura 8. Temperatura promedio	63
Figura 9. Asentamiento promedio	64
Figura 10. Contenido de Aire promedio	66
Figura 11. Exudación promedio.....	67
Figura 12. Tiempo de fraguado inicial y final promedio	68
Figura 13. Resistencia a compresión promedio a los 7 días	70
Figura 14. Resistencia a compresión promedio a los 14 días	71
Figura 15. Resistencia a compresión promedio a los 28 días	72
Figura 16. Resistencia a compresión promedio a los 7, 14 y 28 días	73
Figura 17. Resistencia a flexión promedio a los 7 días.....	74
Figura 18. Resistencia a flexión promedio a los 14 días.....	76
Figura 19. Resistencia a flexión promedio a los 28 días.....	77
Figura 20. Resistencia a flexión promedio a los 7, 14 y 28 días.....	78
Figura 21: Prueba de normalidad	80
Figura 22: Prueba de homogeneidad de varianzas.....	81
Figura 23: Prueba de ANOVA de la resistencia a compresión a los 7,14 y 28 días.....	81
Figura 24: Prueba de normalidad	83
Figura 25: Prueba de homogeneidad de varianzas.....	84
Figura 26: Prueba de ANOVA de la resistencia a flexión a los 7,14 y 28 días	84

RESUMEN

La investigación tuvo como problema general: ¿De qué manera influye la reutilización de relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022?, el objetivo general planteado fue: Determinar la influencia de la reutilización de relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022. La hipótesis general formulada fue: La reutilización de relave de mina influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022. El método fue científico, de tipo aplicado, con nivel explicativo que corresponde al diseño experimental. La muestra estuvo delimitada por las 36 vigas y 36 probetas de concreto con relave de mina (0%; 10%; 20% y 30%). El relave de mina procedió de la Compañía Minera Metalúrgica San Juan Evangelista S.R.L. Los resultados de calidad de relave mina señalan un material tipo arena que puede reemplazar en cierta proporción al agregado fino de la elaboración de concreto. Los resultados de las propiedades mecánicas como son los ensayos a compresión y flexión del concreto con relave de mina, señalan aumento en la resistencia adicionando 20% a los 7, 14 y 28 días. Por lo cual concluimos que, el relave de mina influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto en vigas en la ciudad de Huancayo.

Palabras clave: Concreto, módulo de rotura, propiedad mecánica, relave de mina, resistencia a flexión, vigas.

ABSTRACT

The general problem of the research was: How does the reuse of mine tailings influence the mechanical properties of concrete in beams, in the city of Huancayo, Junín - 2022? The general objective set was: Determine the influence of reuse of mine tailings on the mechanical properties of concrete in beams, in the city of Huancayo, Junín – 2022. The general hypothesis formulated was: The reuse of mine tailings significantly influences the mechanical properties of concrete in beams, in the city of Huancayo, Junín – 2022. The research method was scientific, applied, with an explanatory level that corresponds to the experimental design. The sample was delimited by 36 beams and 36 concrete probes with mine tailings (0%; 10%; 20% and 30%). The mine's relative came from the Compañía Minera Metalúrgica San Juan Evangelista S.R.L. The mine ratio quality results indicate a sand-type material that can replace in a certain proportion the fine aggregate in concrete production. The results of the mechanical properties such as the compressive and flexural resistance of the concrete with mine tailings indicate the increase in resistance with the addition 20% at 7, 14 and 28 days. Therefore, it is concluded that mine tailings significantly influence the mechanical properties of concrete in beams in the city of Huancayo.

Keywords: Concrete, modulus of rupture, mechanical property, mine tailings, flexural strength, beams.

INTRODUCCIÓN

La inadecuada gestión de los residuos mineros, incluyendo técnicas inapropiadas para su manejo, ha generado filtraciones, drenaje de aguas ácidas y contaminación de fuentes de agua; afectando también la diversidad biológica y los ecosistemas.

Entonces, ya que la actividad minera, produce grandes cantidades de relaves y requiere de un espacio mayor para su almacenamiento; es necesario encontrar una tecnología que permita el reciclaje y la reutilización del relave minero, sin perjudicar al entorno y disminuir la contaminación ambiental; además de que las presas de depósito de relaves adquieran un mayor periodo de vida útil y se obtengan menores costos en las operaciones (ANICAMA, 2010).

El objetivo de la investigación es determinar la influencia del relave de mina en las propiedades mecánicas de concreto en vigas, Huancayo, Junín – 2022.

El método es científico, tipo aplicada, nivel explicativo, que compete a un diseño experimental.

El contenido se despliega en cinco capítulos.

El primer capítulo dedicado al planteamiento del problema, expone descripción de la problemática existente, incluyendo formulación del problema, los objetivos, así como la justificación social y metodológica.

Por otro lado, el segundo capítulo correspondiente al marco teórico, recopilaron antecedentes a nivel internacional y nacional vinculados al área de estudio. Además, incorporaron las bases teóricas pertinentes al tema, se definieron términos fundamentales, plantearon hipótesis y se detalló la conceptualización de variables.

El tercer capítulo la metodología detalla enfoque metodológico, tipo de estudio, nivel de investigación, diseño, población y muestra empleada. Además, describen técnicas utilizadas, los instrumentos de recolección de datos y el proceso de análisis de la información.

Por otro lado, cuarto capítulo de resultados expone hallazgos en la investigación en relación con los objetivos específicos planteados, incluyendo prueba de hipótesis destinada a verificar el impacto del relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas.

Quinto capítulo de la sección de discusión de resultados, elaboraron las discusiones basadas en objetivos específicos establecidos.

Finalmente, pero no menos importante, incluyen conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, anexos y el panel fotográfico de la investigación.

Bach. Pariona Arias, Liz

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La preocupación a nivel mundial, esta direccionada en evaluar y tratar relaves mineros que son el producto de la explotación de recursos minerales; razón por la que el Ministerio de Energía y Minas del Perú, propone un procedimiento validado por las autoridades para una adecuada evaluación y tratamiento de los relaves mineros (MORA, 2019).

En Latinoamérica, la minería causo estragos como consecuencia de la actividad minera en Colombia, generando tasa de mortalidad infantil de 18%. Venezuela, la situación es similar donde las áreas perjudicadas fueron la cuenca del Río Cuyuní, el río Caroní y Caura que se encuentran estado de Bolívar, siendo los daños en los cauces de los ríos y vegetación que se encuentran cerca de la industria de actividad minera (CARHUAMACA, y otros, 2019).

En Perú, la minería es la función económica de gran envergadura que aportan con el progreso del país en varios aspectos. Actualmente la minería se acrecienta en 21 regiones de

25 regiones del Perú, adoptando el papel de un agente impulsor de la descentralización productiva en el país para mitigar las disparidades sociales y económicas, es fundamental reconocer que, previo a la normativa ambiental vigente, la actividad minera conllevó a la generación de considerables acumulaciones y depósitos de residuos mineros, como escombros y colas mineras, catalogados como pasivos ambientales. La carencia de un plan de gestión integral antes, durante y después de las operaciones mineras puede ocasionar repercusiones ambientales y afectar a las comunidades cercanas a la industria minera. (ARENAS, 2016).

La inadecuada disposición de los residuos mineros y suelos removidos, junto con los métodos inapropiados de tratamiento, ha dado lugar a filtraciones, acidificación de aguas y contaminación de fuentes hídricas, impactando negativamente la biodiversidad y los ecosistemas.

Entonces, la actividad minera, produce grandes cantidades de relaves y requiere de un espacio mayor en el almacenamiento; es necesario encontrar una tecnología que permita el reciclaje y la reutilización del relave minero, sin perjudicar al entorno y disminuir la contaminación ambiental; además de que las presas de depósito de relaves adquieran un mayor periodo de vida útil y se obtengan menores costos en las operaciones (ANICAMA, 2010).

En ese sentido, la investigación se delimitará a la ciudad de Huancayo, esto abarca un área aproximada de 3500 km², donde se propone el uso del relave de mina para evaluar cómo influye en la resistencia del concreto de alta resistencia en vigas, de manera que beneficie a usuarios de edificios de grandes alturas brindando seguridad en su estructura de acuerdo al sistema que emplee. Así como la reutilización del relave de mina en concreto y reducir su vertimiento en fuentes naturales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye la reutilización de relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿De qué manera influyen las proporciones de relave de mina en la resistencia a compresión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022?
- b. ¿De qué manera influyen las proporciones de relave de mina en la resistencia a flexión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la reutilización de relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Determinar la influencia de las proporciones de relave de mina en la resistencia a compresión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.
- b. Determinar la influencia de las proporciones de relave de mina en la resistencia a flexión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

1.4. Justificación

1.4.1. Social

El efecto del relave de mina en vigas de concreto de alta resistencia, radica en los últimos días la construcción de edificaciones requiere de materiales más resistentes, duraderos y amigables con el ambiente, para poder brindar un buen comportamiento de las estructuras de más de tres niveles. De esta forma se busca beneficiar a los habitantes de los

diferentes edificios que pretendan incluir el relave de mina en el concreto de los elementos estructurales; brindando seguridad y comodidad en sus ambientes.

1.4.2. Teórica

Considera aplicación de metodología nacional e internacional para la caracterización de agregados, el diseño de concreto y evaluación de resistencia a flexión del concreto. Se verán afectados por la adición del relave de mina y el tiempo de curado. Debido a que se tomará en cuenta las metodologías nacionales e internacionales para los ensayos de laboratorio, estos se podrán repetir en los agregados, diseño de mezcla y pruebas de resistencia para el concreto con relave minero de diferentes localizaciones a nivel nacional.

1.4.3. Metodológica

La justificación se centra en adicionar relave de mina en las proporciones de 10%; 20% y 30% en función al peso del agregado grueso o fino según su huso granulométrico que presente. Así mismo, se debe mencionar que el aporte metodológico corresponde a la dosificación del relave de mina en las proporciones mencionadas y la evaluación de su efecto en la flexión de vigas, es donde se aplicara la investigación.

Por otro lado, busca servir de referencia a futuras investigaciones que pretendan adicionar e incluso reemplazar los agregados del concreto para lograr concretos de alta resistencia; por ello se considera como una nueva forma de investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según (ARIAS, y otros, 2021) artículo titulado “Alternativas de aprovechamiento de residuos de la industria minera de El Bajo Cauca Antioqueño en el sector de la construcción”. El propósito de la investigación consistió en desarrollar opciones para recuperar suelos degradados por la actividad de la minería artesanal, así como los desechos mineros de la minería a gran escala, mediante su transformación para su posterior aplicación en la industria de la construcción. El estudio se presentaron alternativas para la rehabilitación de suelos degradados y residuos mineros de la construcción mediante la elaboración de morteros de revestimiento y mezclas de concreto, que se convierte en una alternativa laboral para los habitantes como en una alternativa de aprovechamiento de material de residuo que mitiga en impacto de ambiental de la minería, generando una alternativa productiva.

Según (LALINGUI, y otros, 2021), sustentaron la tesis titulada “Caracterización de relave minero para su aprovechamiento en la fabricación de materiales de construcción”. El objetivo principal fue evaluar viabilidad técnica y ambiental al utilizar relaves mineros para producir adoquines, a través de ensayos de campo y laboratorio. El método fue científico, diseño experimental. Muestra conformada por el relave minero originario de la concesión minera metálica “Campanillas” en Guayaquil, Ecuador. Se llevó a cabo características físicas, mineralógicas y químicas de los relaves, junto con ensayos de lixiviación siguiendo los estándares americanos USGS FLT y europeos LLT. Sucesivamente, fabricaron adoquines empleando el método convencional, sustituyendo la arena por un 50% y 70% de relave minero. Estos adoquines fueron sometidos a pruebas de resistencia y evaluación de posibles contaminantes. Los resultados demostraron la idoneidad del relave como material de construcción al no detectarse elementos tóxicos, destacándose la proporción del 50%, de relave minero que brindó óptimos resultados en función a las propiedades mecánicas. En conclusión, se propone una alternativa sostenible e innovadora para reutilizar los desechos mineros, con la posibilidad de replicarse en sectores como la construcción, la minería y otros ámbitos relacionados a escala tanto nacional como internacional.

Según (CERÓN, y otros, 2019) a fin de obtener título profesional de Ingeniero civil, sustentaron la tesis titulada “Elaboración de unidades de mampostería perforada de concreto utilizando relaves provenientes de la minería de agregados”. El propósito de la investigación consistió en examinar comportamiento mecánico de las unidades de mampostería perforada de concreto, las cuales fueron confeccionadas con distintas proporciones de sustitución de cemento por residuos derivados de la extracción minera de agregados.

El método fue científico, diseño experimental. Población y muestra conformadas por el diseño de mezcla de concreto con relave minero. Fue desarrollado en 4 etapas; en la

primera etapa se recolectó y caracterizaron los materiales, en la segunda etapa se realizó el diseño y elaboración de bloques con las proporciones de 0%; 10%; 20%; 30% y 50% de relave minero, en la etapa tres se realizó resistencia a compresión y absorción de agua en los periodos de curado de 7; 14 y 28 días, en la cuarta etapa se realizó el análisis económico a para valorar estimar el precio de rendimiento y propiedades mecánicas de los bloques de concreto.

Según (BELTRÁN, y otros, 2018) en el artículo titulado “Tecnologías emergentes para disposición de relaves: oportunidades en Colombia”. El objetivo de esta investigación fue detallar las prácticas actuales de manejo de residuos mineros en Colombia, específicamente en relación con los relaves, así como identificar las limitaciones y oportunidades para la adopción de tecnologías modernas. El estudio incluyó una revisión de prácticas tradicionales a nivel mundial y aspectos técnicos y normativos en Colombia, además de examinar tecnologías emergentes para el manejo de relaves, tales como el espesamiento, filtrado, retrollenado, realce y disposición marina. Se concluye que tecnologías emergentes pueden minimizar el impacto negativo de las estructuras convencionales, evitando así la disposición submarina. Por lo tanto, se recomienda que Colombia desarrolle capital humano con las competencias necesarias para abordar de manera efectiva y moderna el manejo de los residuos mineros.

Según (TOMEIO, 2017) sustentó la tesis titulada “Caracterización del residuo pétreo de la industria minera del oro para la producción de Hormigón en Uruguay”. El objetivo principal es caracterizar el residuo pétreo derivado de la industria minera del oro con miras a su aplicación en la elaboración de hormigón.

El método fue científico, nivel experimental. Población y muestra conformadas por residuo pétreo minero de industria minera del oro al noreste de Uruguay. Para el desarrollo

se realizó la revisión bibliográfica, posteriormente se caracterizó el residuo pétreo de la industria minera, también realizó el diseño de concreto con residuos para agregado fino como para agregado grueso y finalmente evaluó resistencia con los residuos a 7; 28 y 90 días de curado. Los resultados demostraron que una proporción de residuos pétreos mineros menor al 25% reducen la resistencia a temprana edad e incrementa la resistencia al final; mientras que para una proporción menor al 75% ocasiona la reducción de resistencia del concreto a temprana como a mayor edad y una proporción del 100% afecta negativamente las propiedades del hormigón. Llegó a la conclusión de que, la aplicación de material pétreo de la industria minera se encuentra en condiciones para ser empleado en la producción de hormigón estructural; sin embargo, recomienda realizar otros ensayos para descartar la reactividad de los materiales pétreos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según (CRUZ, y otros, 2022) para lograr el título de Ingeniero civil, sustentaron la tesis “Adición del relave minero para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$, $f'c=175$ para edificaciones en la Rinconada - Puno - 2021”. Objetivo general analizar influencia de adición de relave en las propiedades del concreto $f'c = 175 \text{ K/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones en la Rinconada, Puno. El método fue científico, diseño experimental. La población conformada por 160 testigos de concreto, a los que se les incorporó relave minero en distintas proporciones: 5%, 10% y 15%. La muestra final quedó conformada por 144 testigos, los cuales fueron expuestos a las proporciones de relave minero mencionadas durante períodos de curado de 7, 14 y 28 días. Para el desarrollo en primer lugar recolectamos el relave minero, así como los agregados y cemento para ejecutar la mezcla de concreto, posteriormente realizamos caracterización de agregados, también realizamos el diseño, ensayo de propiedades en estado fresco del concreto como asentamiento y exudación, para

finalmente realizar ensayo del concreto endurecido como flexión y compresión. Los resultados permitieron identificar la reducción del asentamiento del concreto cuando incrementa la proporción de relave minero, respecto a exudación esta incrementa conforme se aumenta la dosificación de relave minero, respecto a la compresión a 28 días de curado para el concreto con diseño de 175 Kg/cm² fue 173.08 Kg/cm² y diseño de 210 Kg/cm² fue 209.36 Kg/cm² para proporción de 5% de relave, mientras que para las proporciones de 10% y 15% la resistencia disminuye; referente a la resistencia a flexión también para la proporción de 5% de relave, con diseño de 175 Kg/cm² fue 21.33 Kg/cm² y diseño de 210 Kg/cm² la flexión fue 24.39 Kg/cm². Concluyeron que puede usar el relave en proporciones menores de 5% para alcanzar resistencias requeridas.

Según (GUILLERMO, y otros, 2021) sustentaron “Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ - 2021”. Objetivo principal fue destacar la influencia del relave de la mina Contonga en propiedades mecánicas de un concreto con resistencia $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ reemplazar agregado en proporciones del 5% y 10%. El método fue científico, diseño experimental. Población y muestra fueron la misma, lo cual estuvieron conformadas por 33 muestras, 3 ensayos de consistencia, 3 de pH y 27 probetas. Para desarrollar en primer lugar recolección del relave de la mina Contonga, así como la recolección de materiales para elaboración del concreto como agregados y cemento, en segundo lugar se realizó el análisis de composición química del relave de mina por el método de fluorescencia de rayos X, posteriormente se realizó el ensayo de caracterización de agregados para elaborar diseño por el método ACI, y en tercer lugar se realizaron los ensayos de asentamiento, pH y resistencia a compresión para 7; 21 y 28 días. Los resultados permitieron identificar el incremento del asentamiento del concreto con las proporciones de 0%; 5% y 10%, siendo estas 2.5''; 3.0''

y 3.5'' respectivamente, en cuanto al pH del concreto estos fueron 10.26; 10.25 y 10.24 respectivamente, referente a la resistencia a compresión de 7; 21 y 28 días de curado se obtuvo que el concreto patrón las resistencias alcanzadas fueron 244.00; 272.33 y 307.00 Kg/cm², 5% de relave minero las resistencias alcanzadas fueron 241.00; 266.67 y 296.67 Kg/cm² y proporción de 10% de relave minero las resistencias alcanzadas fueron 233.33; 260.00 y 287.67 Kg/cm². Como resultado, determinó que sustituir agregado fino por relaves conlleva a la obtención de resistencias a compresión superiores a las convencionales.

Según (AGUILAR, y otros, 2020) tesis titulada “Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020”. El objetivo de este estudio es analizar la influencia de la sustitución del agregado fino por relave de la Mina Santa Luisa en la resistencia a compresión del concreto, específicamente con un $f'c$ de 210 Kg/cm². El método fue científico, diseño experimental. Población y muestra fueron las mismas, lo cual estuvieron conformadas por 36 probetas con las proporciones de 0%; 5%; 10% y 15% de relave minero. En el proceso de desarrollo, se recolectaron los materiales necesarios para confeccionar el concreto con relave minero. Se realizaron pruebas de caracterización de los agregados, que incluyeron análisis granulométrico mediante tamizado, determinación del peso unitario, peso específico y absorción. Esto fue seguido por el diseño de mezcla de acuerdo con el método ACI. Posteriormente, se evaluó la resistencia de las muestras a los 7, 14 y 28 días, respectivamente.

Los resultados muestran que al reemplazar un 5% del agregado fino por relave, la resistencia del concreto aumentó, logrando valores de 173, 200 y 249 Kg/cm². Del mismo modo, al reemplazar un 15% del relave por agregado fino, la resistencia a compresión superó la del concreto convencional, alcanzando valores de 158, 206 y 281 Kg/cm². En síntesis,

evidencia que incluir relave de mina resulta en resistencias superiores al concreto estándar en los períodos de curado.

Según (CARHUAMACA, y otros, 2019) para optar el título profesional de Ingeniero civil, sustentaron la tesis titulada “Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, con fines ambientales”. El objetivo general de esta investigación fue determinar la influencia del relave minero como componente del agregado fino en la producción de concreto con una resistencia superior a $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, desde una perspectiva ambiental, específicamente en la empresa minera San Ignacio de Morococha S.A. Este estudio se fundamentó en el método científico, respaldado por un diseño experimental particular. La muestra incluyó 96 especímenes de concreto extraídos de la relavera "La Esperanza". Esta muestra se dividió en tres grupos según su resistencia: 175 Kg/cm^2 , 210 Kg/cm^2 y 280 Kg/cm^2 , con dosificaciones de 0%, 10%, 25% y 50%. El estudio incluyó examen químico del relave minero mediante un difractómetro de rayos X, pruebas de caracterización de los agregados y evaluaciones a compresión a 7, 14 y 28 días de curado. Los estudios revelaron que el relave minero en proporciones del 10% y 25% logra alcanzar resistencias comparables al diseño estándar. Se concluyó que la incorporación de relave minero en el agregado fino optimiza las propiedades de resistencia del concreto, logrando una resistencia característica de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y cumpliendo con las normativas E.060 y ASTM C 39. Sin embargo, la proporción del 50% no alcanzó los niveles de resistencia requeridos.

Según (CALHUA, 2018) optar título de Ingeniero civil, tesis titulada “Resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con cemento sustituido en 5%; 10% y 15% por relave de la mina Antamina. Adicionalmente, se planteó un objetivo general para evaluar la resistencia del concreto, alcanzando $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir 5%, 10% y 15% de cemento por relave

minero de la “Minera Antamina”. La metodología empleada fue de carácter científico, con un diseño experimental. La población de estudio estuvo compuesta por especímenes de concreto con una resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, elaborados con agregados provenientes de la cantera de Tacllan y cemento Portland tipo I.

Estuvo delimitada por 36 probetas de concreto distribuidas en las 9 por cada tratamiento de 0%; 5%; 10% y 15% de sustitución. Los resultados de la investigación permitieron obtener resistencias a compresión para el 5% de relave minero fueron 164.86; 192.30 y 230.52 Kg/cm^2 para los periodos de curado de 7; 14 y 28 días de curado, para el 10% de relave minero fueron 166.59; 194.36 y 234.48 Kg/cm^2 para el curado de 7; 14 y 28 días de curado las resistencias a compresión para el 15% de relave minero fueron 16.25; 193.25 y 232.30 Kg/cm^2 para los periodos de curado de 7; 14 y 28 días de curado. En conclusión, se ha identificado una diferencia estadísticamente significativa en las resistencias a lo largo de los tres periodos de curado, lo que sugiere que la sustitución de cemento por relave minero resulta en resistencias superiores

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Relave minero

La roca denominada “estéril” representa uno de los residuos más voluminosos generados por la industria minera. Durante la explotación del mineral mediante métodos subterráneos, se producen residuos gruesos de roca en la excavación del eje de la mina, así como en pozos mineros y otras áreas adyacentes. Es importante destacar que la producción de residuos de roca varía entre minas, dependiendo de factores como la geometría del yacimiento, el programa de desarrollo de la explotación y la capacidad de extracción de la mina subterránea. Por lo general, la cantidad de residuos generados en minas a cielo abierto

es mayor que en minas subterráneas. (Tecnologías emergentes para disposición de relaves: oportunidades en Colombia, 2018).

Por otro lado, los relaves son los principales residuos del proceso de beneficio de minerales y generalmente están compuestos por el mismo material del yacimiento, del cual se ha extraído la fracción más valiosa.

Estos relaves consisten en una mezcla de partículas finas generadas en las plantas de concentración húmeda de minerales, junto con "estériles" que han pasado por una o varias fases del proceso de molienda fina. Es relevante mencionar que los relaves son materiales distintos a los suelos, como lo demuestra su gravedad específica, que supera los 3.0 g/cm^3 , así como su susceptibilidad a la lixiviación y al drenaje ácido o alcalino.

Observamos sección transversal del espesador convencional del cual se obtienen las partículas finas que conforman los relaves y "estériles"

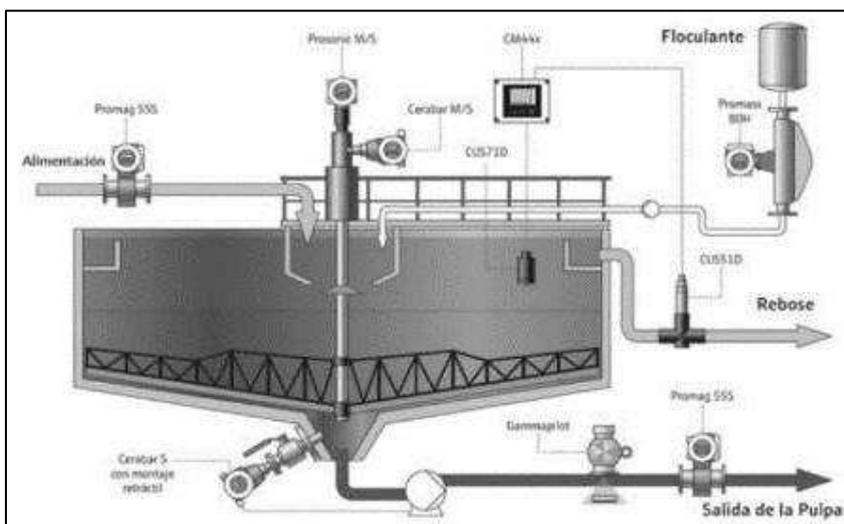


Figura 1. Sección transversal de un espesador convencional

Fuente: (Tecnologías emergentes para disposición de relaves: oportunidades en Colombia, 2018)

La producción y disposición controlada de "estériles" y relaves son factores clave en el crecimiento sostenible de la industria minera.

2.2.1.1. Tipos y características de los relaves

Los relaves son residuos generados durante la fundición de minerales, conteniendo metales como oro, plata, cobre, plomo y zinc, y son comunes en el sector minero nacional. Generalmente, los relaves mineros resultan de procesos tales como flotación, cianuración, pulpa de carbón, desmonte de mina, residuos de pilas de lixiviación, escoria y lavaderos de oro. (ROJAS, 2007).

Los diferentes tipos de relave, presentan gran variedad de características físicas por lo que es complicado generalizarlas en un solo grupo, ya que depende del proceso en planta y de la naturaleza de la roca. Un ejemplo claro, es el inconveniente presentado por los químicos que influyen en los depósitos de relave mineros en depósitos de múltiples metales, la cual es la oxidación de sulfuros, que ocurre debido a la pirita. Esto se debe a que se oxida en presencia de oxígeno libre, y el proceso fundamental de esto implica la combinación de un metal sulfuroso con agua y oxígeno, lo que genera ácido sulfúrico e hidróxido metálico; siendo así que los relaves mineros presentan problemas similares al descrito. Así mismo, los cambios en la molienda, pueden producir mayor cantidad de material fino que puede cambiar la categoría de clasificación de los relaves (ROMERO, 2020).

En la tabla, observamos lo siguiente:

Tabla 1. *Características físicas de los relaves*

	Categoría	Característica
I	Relave de roca blanda -Desecho de carbón fino - Potasa	Contiene fracciones de arena y lama, pero las lamas pueden dominar todas las propiedades por la presencia de arcilla.
II	Relave de roca dura -Plomo -Cobre -Oro y plata -Molibdeno -Níquel	Pueden contener fracciones de arena y lama; pero las lamas son usualmente de baja plasticidad. Las arenas usualmente controlan las propiedades totales para propósitos de ingeniería.

III	Relaves finos -Arcillas fosfáticas -Limos rojos de bauxita -Taconita fina -Lamas de arena	La fracción de arena es pequeña o nula. La respuesta del material, particularmente las características de sedimentación-consolidación son denominadas por las partículas de tamaño limo o arcilla y pueden dar problemas de volumen de disposición.
IV	Relaves gruesos -Arenas alquitranosas -Relaves de uranio -Relaves de taconita -Arenas fosfatadas	Contienen principalmente partículas de arenas o tamaños de limos no plásticos, exhibiendo comportamientos como la arena y generalmente características favorables de ingeniería.

Fuente: (ROJAS, 2007)

2.2.2.2. Proceso de obtención del relave minero

Los relaves se producen en minas subterráneas o superficiales, entonces se generan cuando las masas de rocas extraídas se someten al proceso de chancado primario y secundario para después ser colocadas en una molienda y colocados en un tanque de flotación para extraer mineral del proceso mencionado. En esta actividad se agregan productos químicos para seleccionar los metales entre sí, y el análisis gravimétrico hace flotar los minerales donde los sedimentos componen el relave. De esta forma, las aguas residuales se recuperan para su reutilización en las plantas de procesamiento y explotación de mineral (CÁRDENAS, 2019). La figura, presenta el diagrama de extracción de cobre y los relaves de este mineral.

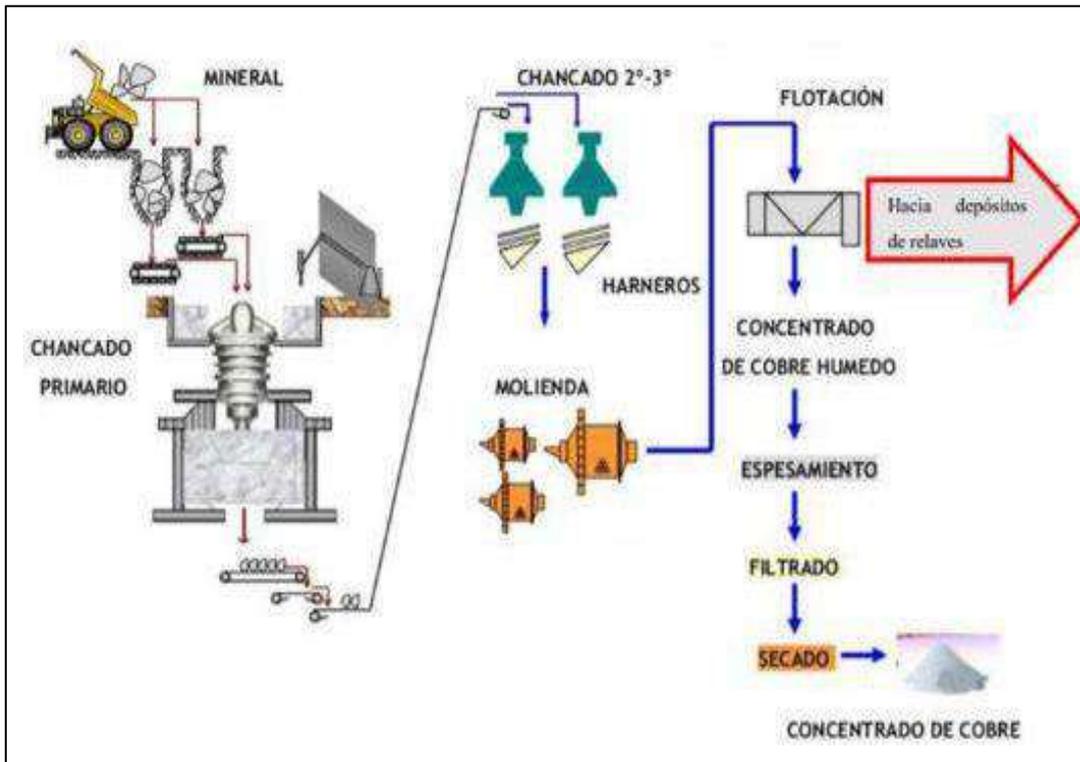


Figura 2. Diagrama de extracción de cobre y relave
Fuente: (CÁRDENAS, 2019)

En la figura, apreciamos disposición de relaves espesados por el método Robinsky.

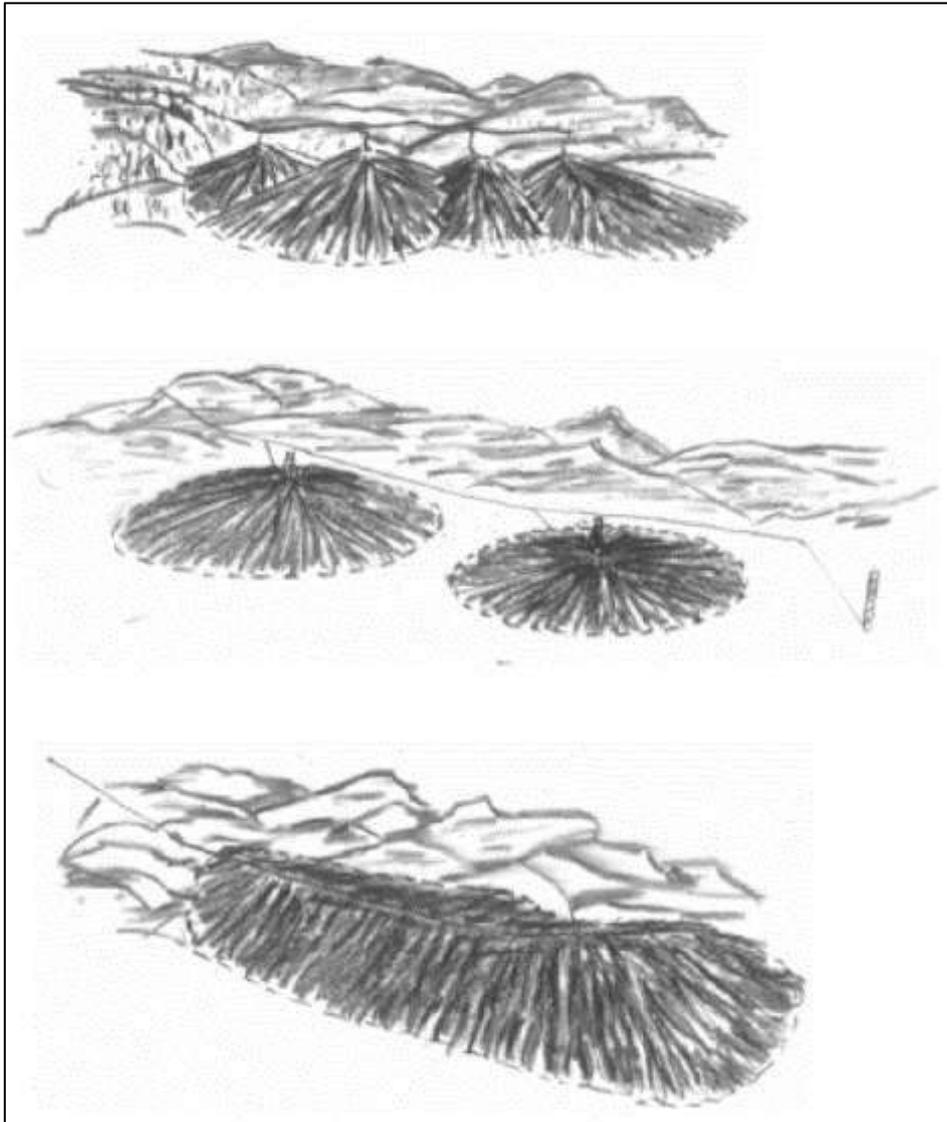


Figura 3. Disposición de relaves espesados, método Robinsky

Fuente: (Tecnologías emergentes para disposición de relaves: oportunidades en Colombia. 2018)

2.2.2.2. Impacto de los relaves en el Perú

Se conoce que, la minería en Perú genera ingresos en la economía peruana, por lo que también genera impacto en el ambiente por el proceso que implica la separación de metales.

- **Impacto ambiental**

Trata sobre el efecto del relave en el entorno donde se depositan y almacenan, que al realizarse sin precauciones técnicas pueden generar daños sobre el suelo, la atmósfera y cuerpos acuíferos como; ríos, lagunas, nivel freático. Sin embargo, el impacto más notable radica en degradación de paisajes resultante del almacenamiento de relaves, lo que conlleva a la pérdida de la cobertura vegetal, la desecación de lagunas y la formación de montículos que se convierten en colinas, alterando así el relieve de la región en cuestión.

Cabe resaltar que los impactos no solo afectan los aspectos físicos del entorno ambiental; pues el efecto del impacto ambiental se extiende al aspecto químico de los ecosistemas en el que los recursos naturales se degradan hasta desaparecer (CRUZADO, y otros, 2010).

- **Impacto social**

Se refiere al efecto que el relave tiene en el bienestar de las personas, influyendo en las condiciones sociales y generando perjuicios que la sociedad debe asimilar. Específicamente, uno de los impactos sociales más evidentes es la salud de los individuos, ya que la presencia de sustancias tóxicas en el relave y su proximidad a zonas habitadas afectan directamente la salud de la población. (CRUZADO, y otros, 2010).

- **Manejo de relaves en Perú**

En Perú, persiste el uso de tecnologías de disposición de relaves que datan de antes de 1940. En muchos casos, estos relaves se acumulan cerca de cuerpos de agua; la descarga descontrolada de grandes cantidades de relaves directamente en ríos se observa en algunas operaciones, así como la disposición incontrolada en lagos o playas marinas. Sin embargo,

en la mayoría de las minas se han construido presas de relaves con el objetivo de mantener estos residuos alejados de arroyos y ríos, aunque es importante destacar que la efectividad de estas presas ha sido variable. (FORA, 2017).

- **Usos alternativos de los relaves**

Cruzado y Bravo (2010), mencionan en la selva central, una región dedicada al cultivo de frutales y cafetos, se ha encontrado que una solución técnica y económica para corregir la acidez de suelos deficientes en calcio y magnesio es la aplicación de relaves dolomíticos (mineral compuesto de carbonatos de calcio y magnesio), provenientes de las operaciones en la Unidad San Vicente de SIMSA. Pues la dolomita con grado de 14% y 20% de MgO se usa como acondicionador de suelo, mientras que la dolomita con un mínimo de 90% de CaOCO_3 (carbonato de calcio) o MgOCO_3 (carbonato de magnesio) se utiliza en la industria de fertilizantes, por otro lado en siderurgia la dolomita pura al alto horno es transformada en escoria que cambia el sulfuro y otras impurezas, también se utiliza para fabricar vidrios y pinturas, se realiza pretratamiento al relave eliminando residuos de reactivos adheridos se puede aplicar en la industria de la construcción civil; finalmente se puede utilizar en la crianza de peces y patos ya que los sólidos en suspensión están debajo de los parámetros, por lo tanto peces y patos domésticos son aptos para el consumo doméstico.

2.2.2. Concreto de alta resistencia

Concreto con resistencia superior a los concretos encontrados en la práctica. Para ello, es fundamental implementar mejores prácticas, así como seguir sugerencias para el laboratorio y los procedimientos en el campo de acuerdo con el ACI 363.2. Por otro lado, se debe mencionar que la resistencia está basada en resultados de pruebas ensayadas a 56 o 91

días de curado con la finalidad de obtener economía real de costos de materiales (KOSMATKA, y otros, 2004).

La definición de alta resistencia evoluciona con el tiempo, correlacionada con su aplicación en diversas construcciones. Se clasifica como concreto de alta resistencia cuando su resistencia supera los 700 Kg/cm². Tradicionalmente, evaluación de resistencia a compresión del concreto se basa en pruebas realizadas después de 28 días de curado. No obstante, en casos de concreto de mayor antigüedad, se suelen integrar materiales cementantes adicionales para obtener ventajas como la disminución de la generación de calor durante la hidratación.

Los concretos de alta resistencia y baja fluidez se fabrican bajo un estricto control en plantas de concreto premezclado y pretensado. Estas mezclas se vierten en encofrados sencillos y se compactan utilizando métodos de impacto o mediante un proceso prolongado de compactación.

En las obras donde se vierte concreto, se emplean encofrados más delicados, lo que requiere un proceso de compactación distinto. Se debe garantizar un concreto más manejable que facilite su aplicación, evitando la segregación y la formación de vacíos. Por tanto, en el caso de concretos de alta resistencia, se añaden aditivos superplastificantes logrando mezclas más fluidas y manejables.

La producción de concreto de alta resistencia puede requerir el uso de materiales específicos, lo que resalta la importancia de que el productor comprenda los factores que influyen en la resistencia a la compresión y cómo ajustarlos para lograr resultados óptimos.

Al diseñar la mezcla, se recomienda analizar detalladamente cada variable o material de manera individual. (KOSMATKA, y otros, 2004).

2.2.2.1. Cemento

Al seleccionar el cemento para la elaboración de concreto de alta resistencia, es crucial no basarse únicamente en las pruebas de cubos de mortero, sino también considerar las resistencias comparativas del concreto a los 28, 56 y 91 días. Se aconseja optar por un cemento que asegure altas resistencias en etapas avanzadas, como a los 91 días. Para el concreto de alta resistencia, el cemento debe ser capaz de producir cubos de mortero con resistencias superiores a 310 kg/cm^2 después de 7 días de curado. El cemento considerado para el concreto debe generar mezclas de prueba con contenidos de cemento que oscilen entre 400 y 550 kg/m^3 , siendo importante señalar que la cantidad exacta dependerá de la resistencia deseada. Del mismo modo, la cantidad de arena y cemento deben ser similares en las mezclas de prueba (KOSMATKA, y otros, 2004).

2.2.2.2. Material cementante suplementario

En la fabricación de concreto de alta resistencia, es fundamental incorporar ceniza volante, humo de sílice o escoria, ya que el fortalecimiento de la resistencia no se logra únicamente mediante el aumento de cemento. Estos materiales se incorporan en proporciones que oscilan entre el 5% y el 20%, e incluso más, con respecto al peso del cemento.

Es necesario mencionar que algunas especificaciones permiten el uso de humo de sílice hasta en un 10%, a menos que haya evidencia de que la mayor proporción permita obtener un concreto con resistencia, durabilidad y estabilidad de volumen satisfactorios.

2.2.2.3. Agregados

Para asegurar la alta resistencia del concreto, es esencial considerar minuciosamente tamaño, forma, textura superficial, la mineralogía y la limpieza de agregados. Cada tipo de

agregado y nivel de resistencia del hormigón requiere un tamaño específico de agregado para optimizar la resistencia a la compresión en relación con la cantidad de cemento utilizada.

Para identificar el tamaño ideal, se recomienda realizar pruebas con agregados de 19 mm (3/4 de pulgada) o menores, utilizando diversas proporciones de cemento. Varios estudios han demostrado que un tamaño máximo nominal de entre 9.5 mm y 12.5 mm (3/8 de pulgada a 1/2 de pulgada) puede proporcionar resistencias significativas.

La resistencia del agregado y la adherencia entre la pasta y el agregado son elementos críticos en la producción de concreto de alta resistencia. Investigaciones han evidenciado que los agregados triturados ofrecen resistencias a la compresión superiores en comparación con la grava, gracias a la mejor unión entre la pasta y el agregado, que se logra cuando el material triturado tiene una forma angular y una superficie rugosa.

Los agregados gruesos deben mantenerse limpios, sin recubrimientos perjudiciales como polvo y arcilla. Es fundamental destacar la importancia de eliminar el polvo, ya que este puede afectar tanto la cantidad de finos como la demanda de agua del concreto. En el caso de concretos de alta resistencia, la cantidad de agregados gruesos debe ser la máxima posible sin comprometer la trabajabilidad, dado el elevado contenido de material cementante en dichas mezclas. Por ende, resulta viable y fundamental incrementar la proporción de agregados gruesos por encima de valores recomendados en normativas para concretos de resistencia convencional.

En la concepción de edificaciones de gran altura y puentes, la rigidez de la estructura ocupa un lugar destacado en la consideración de los diseñadores estructurales. En algunos proyectos, se ha especificado el uso del módulo de elasticidad estático como un indicador para incrementar rigidez en la estructura. Es fundamental destacar que el módulo de elasticidad no tiene una relación directa y constante con la resistencia a la compresión del

concreto. Este módulo está considerablemente influenciado por las propiedades de los agregados y las proporciones de la mezcla. Agregado con capacidad de generar módulo elevado para contribuir a alcanzar el módulo óptimo del concreto mediante una mayor cantidad de dicho agregado.

El propósito principal del agregado fino es proporcionar trabajabilidad y un acabado de calidad, lo cual no es indispensable en el concreto de alta resistencia, a diferencia del concreto convencional. Se considera que la arena con un (MF) cercano a 3.0 es gruesa. Para alcanzar resistencias de 700 kg/cm², el módulo de finura debe situarse entre 2.8 y 3.2, manteniendo una variación máxima de 0.10 en el módulo de finura seleccionado a lo largo del proyecto. Es importante destacar que los módulos de finura entre 2.5 y 2.7 pueden resultar en resistencias bajas y mezclas pegajosas.

Por otro lado, se debe combinar los tamaños de agregados, así obtener una granulometría requerida que reduzca la variabilidad del concreto y permita un control más riguroso.

2.2.2.4. Aditivos

Para la producción de concreto de alta resistencia, es esencial la incorporación de aditivos químicos como reductores de agua, retardadores, superplastificantes o reductores de agua de alto rango.

Estos aditivos mejoran la eficacia de grandes cantidades de material cementante, además de permitir la obtención de relación de agua/cemento más baja.

Para evaluar la eficacia de los aditivos, es necesario comparar las resistencias de mezclas de prueba. Además, se analiza la compatibilidad del cemento y los materiales cementantes suplementarios, con el fin de determinar la manejabilidad, tiempo de fragua y el grado de disminución de agua que se puede lograr.

2.2.2.5. Proporciones

El enfoque más efectivo para determinar las proporciones de materiales en la elaboración de concreto de alta resistencia implica la realización de pruebas de mezcla. Con el objetivo de garantizar una resistencia óptima, se recomienda utilizar una baja relación entre agua y material cementante, así como un alto contenido de cemento Portland. La resistencia unitaria obtenida por cada unidad de cemento puede graficarse como una medida de la eficiencia de la resistencia, lo que impacta directamente en la formulación de la mezcla

Requerimiento de agua en el concreto se incrementa con el agregado fino, independientemente del tamaño del agregado grueso. En el concreto de alta resistencia, es factible reducir el contenido de agregado fino manteniendo el material cementante. Sin embargo, al utilizar agregados con granulometría adecuada, la relación entre agua y material cementante puede provocar una falta de trabajabilidad en el concreto.

2.2.2.6. Mezcla

El concreto de alta resistencia se elabora en mezcladoras móviles y plantas de concreto, pero su consistencia pegajosa puede provocar acumulación en las mezcladoras. Por consiguiente, resulta fundamental revisar el secuenciamiento de la incorporación de sólidos y líquidos para verificar la proporción de cada material en cada etapa del proceso de dosificación.

Es fundamental llevar a cabo pruebas de mezcla en laboratorio si no se ha elaborado previamente un concreto de alta resistencia concreto. Estas pruebas permiten determinar las proporciones óptimas y evaluar propiedades como la manejabilidad, contenido de aire, densidad, resistencia y módulo de elasticidad. Ajustar la dosificación en función de estos resultados es clave para lograr características esperadas en concreto de alta resistencia.

2.2.2.7. Colocación, consolidado y curado

La relación entre el contratista y productor del concreto permite la descarga rápida del concreto después de su llegada a obra. Por lo tanto, los técnicos encargados de la producción de concreto deben llevar a cabo el ajuste final del concreto en el sitio de construcción, utilizando un laboratorio de concreto o consultando a un especialista en el rendimiento y aplicación del concreto de alta resistencia.

La consolidación resulta fundamental para garantizar resistencias potenciales. Por consiguiente, debe vibrar el concreto inmediatamente después de su vertido en el encofrado. Se sugiere el uso de vibradores de alta frecuencia y tamaño reducido para obtener espacio necesario entre la cabeza de vibración y el acero de refuerzo. Una vibración excesiva en concretos trabajables puede provocar segregación o pérdida de aire incluido, o incluso ambas consecuencias. Es importante mencionar que el concreto carente de superplastificante se caracterizará por su rugosidad y bajo contenido de aire, por lo que los inspectores deberán verificar la correcta aplicación de la vibración.

El curado del concreto de alta resistencia adquiere mayor relevancia en relación al concreto convencional. Por consiguiente, se recomienda mantener una adecuada humedad y condiciones de temperatura favorables durante períodos prolongados, especialmente cuando se buscan alcanzar resistencias superiores a los 56 o 91 días de curado.

2.2.2.8. Control de calidad

La implementación de un riguroso programa de control de calidad tanto en la planta de concreto como en la obra es esencial para asegurar la uniformidad en la producción y colocación de concreto de alta resistencia.

Una supervisión detallada de todas las operaciones, desde la gestión de los agregados en los depósitos de almacenamiento hasta el proceso de curado, tanto en la producción como

en la colocación, resulta esencial. Se deben llevar a cabo muestreos y ensayos regulares de todos los materiales para asegurar la coherencia del concreto.

2.2.3. Propiedades mecánicas del concreto

2.2.3.1. Cambios volumétricos

Según Armas (2016), el volumen del concreto varía ligeramente por diversas razones, y conocer las causas de estas variaciones es útil para diseñar y evaluar estructuras de concreto. Los cambios normales de volumen tendrían poco impacto si el hormigón no restringiera la deformación, pero como el hormigón se utiliza con tanta frecuencia, este no es el caso.

Se pueden desarrollar tensiones significativas, pero están limitadas por las cimentaciones o fundaciones, la subrasante, el refuerzo o elementos relacionados. La mayoría de las tensiones de tracción (tensión) entran en esta categoría. El hormigón es relativamente susceptible a la tensión, lo que provoca grietas. Con esfuerzos para comprimir, pero con tracción. Las tensiones elevadas y las grietas se pueden reducir ajustando factores que actúan en la variación de volumen. El diseño estructural debe considerar el ancho de grieta aceptable. Un aumento o disminución de volumen se denomina cambio de volumen.

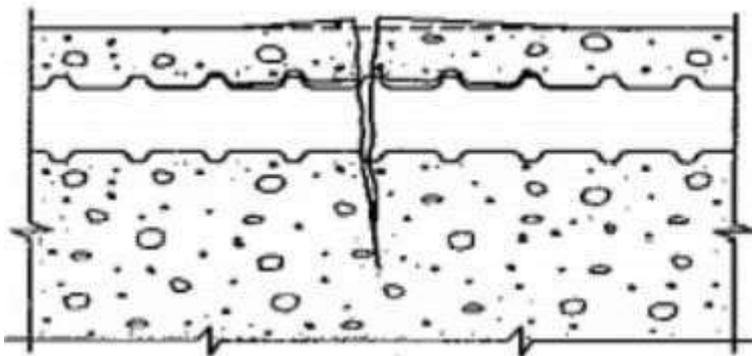


Figura 4. Fisura y rotura de adherencia
Fuente: (ARMAS, 2016)

2.2.3.2. Durabilidad

Capacidad del concreto ante los efectos ambientales, los productos químicos y el desgaste a lo largo de su vida útil (SANES, 2017).

2.2.3.3. Resistencia

Al respecto Sanes (2017), la habilidad del concreto para resistir tensiones se basa en la resistencia final a la compresión de una muestra, ya que el concreto tiende a volverse más fuerte a medida que pasa el tiempo. Normalmente, esta característica se evalúa 28 días después de que fragua la mezcla. En general, la mayor cualidad del concreto es su resistencia.

Si el concreto es altamente resistente, riesgo de propiciar grietas. No obstante, los concretos de alta resistencia se caracterizan por ser más compactos, menos permeables y presentar una mayor resistencia frente a la exposición ambiental y agentes destructivos.

El concreto soporta grandes tensiones de compresión, con la diferencia de presentar poca baja resistencia a tracción.

- **Resistencia a compresión**

Sanes (2017) destaca que la resistencia a la compresión del hormigón se define como la máxima carga axial que puede soportar una muestra. Este parámetro se mide generalmente en kg/cm^2 a los 28 días de curado de la muestra y puede variar según las especificaciones requeridas

Las muestras cilíndricas, elaboradas en moldes especiales con dimensiones de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, son el estándar utilizado para evaluar la resistencia a la compresión del hormigón. (CARHUAPOMA, 2018).

- **Resistencia a flexión**

Permite medir la resistencia a tracción del concreto en vigas a través de la aplicación cargas verticales en vigas de concreto (ÁVALOS, 2022).

NTP 339.078 El procedimiento de prueba para evaluar la resistencia a la flexión del concreto se realiza en vigas apoyadas en sus extremos y sometidas a cargas en los tercios del tramo.

La fórmula para calcular el módulo de rotura en los especímenes es la siguiente

$$Mr = \frac{P * L}{b * h^2}$$

Donde:

Mr: Módulo de rotura en MPa

P: Carga máxima de rotura indicada por el equipo de ensayo en N

L: Luz libre entre apoyos en mm

b: Ancho promedio de la viga en la sección de falla en mm

h: Altura promedio de la viga en la sección de falla en mm

2.2.4. Ensayos de laboratorio

2.2.4.1. Asentamiento

Asentamiento del concreto fresco en el cono de Abrams (NTP 339.035)

La finalidad de este ensayo es obtener el slump del concreto en estado fresco, el cual debe cumplir con el asentamiento asumido para la resistencia diseñada.

El procedimiento requerido implica humedecer el molde, la base metálica y la varilla (Cono de Abrams), para luego situarlos sobre una superficie nivelada. Sujetando el conjunto con los pies, se procede a verter el concreto en el molde.

- Llenar el molde con el material y dividir en capas de volúmenes iguales, compactar cada capa.
- Con la varilla enrasar el concreto
- Levantar el molde verticalmente en un tiempo de 5 +/- 2 segundos.
- Con la ayuda de un flexómetro medir el asentamiento de la mezcla

2.2.4.2. Peso unitario

Ensayo para determinar el peso por metro cúbico (NTP 339.046)

Determinar el peso volumétrico del agregado grueso, fino o de una mezcla de ambos es fundamental, ya que facilita la realización de los análisis necesarios y permite obtener el peso unitario tanto en condiciones compactas como sueltas.

Materiales y equipos

- Balanza
- Recipientes
- 1 varilla compactadora de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud, semiesférico de 8mm
- **Procedimiento**

El método de apisonado se lleva a cabo utilizando agregados de TM de hasta 39 mm (1 1/2"). En este ensayo, se coloca el agregado en el recipiente en capas de igual volumen (tres capas) hasta su total llenado. Es fundamental recalcar que cada capa se nivela manualmente y compacta con 25 golpes de la varilla, asegurando la uniformidad en la distribución de los agregados en cada capa.

- **Metodología de cálculo**

$$P_{ss} = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

Pss: Peso unitario del agregado seco y suelto en Kg/m³

G: Peso del recipiente de medida más el agregado en Kg

T: Peso del recipiente de medida en Kg

V: Volumen del recipiente de medida en m³

2.2.4.3. Resistencia a la compresión

Ensayo de resistencia a compresión (NTP 339.034)

Según la Norma Técnica Peruana, se determina aplicando carga de compresión axial a cilindros moldeados o testigos extraídos con un taladro diamantino. El cálculo del valor se realiza dividiendo carga máxima soportada entre el área de la sección transversal de la probeta. (INDECOPI, 2008).

Los cilindros de ensayo, deben de ser fracturados de acuerdo al tiempo permisible establecido por NTP 339.034; la cual se describe:

Tabla 2. Tolerancia permisible para el ensayo de cilindros de concreto

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 horas	± 0.5 h ó 2.1%
3 días	± 2 h ó 2.8%
7 días	± 6 h ó 3.6%
28 días	± 20 h ó 3.0%
90 días	± 48 h ó 2.2%

Nota: Tomado de NTP 339.034

Aspectos que se considera en el reporte del ensayo, se describen a continuación:

- Número de cilindro de concreto.
- Diámetro en mm.

- Longitud en mm, y si está fuera del rango de 1.8D a 2.2D.
- Área de la sección recta.
- Carga máxima en KN.
- Resistencia a la compresión, calculado con aproximación a 0.1 MPa.
- Tipo de fractura.
- Defectos en el espécimen o en el refrentado.
- Edad del espécimen.
- Cuando se requiera: densidad con aproximación a 10 Kg/m³.

Se observa los tipos de fracturas.

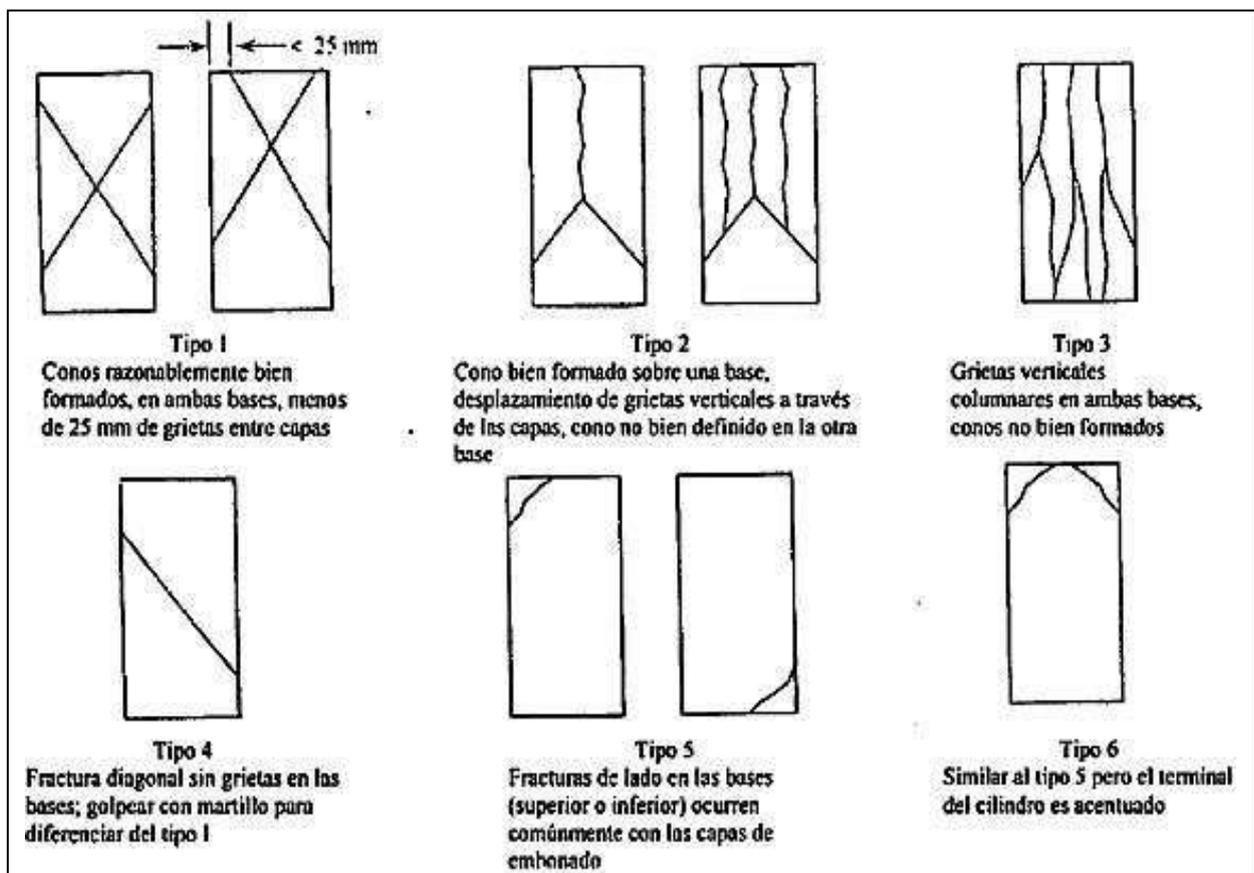


Figura 5. Tipos de fractura
Fuente: NTP 339.034

2.2.4.4. Resistencia a la flexión

Ensayo de resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078)

Se determina de la aplicación de una carga de compresión axial a cilindros moldeados o a extracciones diamantinas. Este valor se obtiene al dividir la carga máxima alcanzada entre el área de sección transversal de la probeta. (INDECOPI, 2008).

La NTP indica que se determina al someter los cilindros moldeados o muestras diamantinas a una carga de compresión axial, calculando el resultado como la máxima carga alcanzada dividida por el área de sección de la probeta (INDECOPI, 2008). (INDECOPI, 2008).

El equipo debe mantener carga constante sobre las muestras. Durante el ensayo, se utilizan placas de apoyo para asegurar que las fuerzas aplicadas a la viga sean perpendiculares a la superficie de las muestras y se distribuyan de manera concéntrica. A continuación, se detallan los requisitos del equipo.

- El equipo de flexión debe asegurar la consistencia en la longitud del tramo especificado y en las distancias entre las placas de carga, con un margen de ± 1.0 mm.
- La relación entre la distancia horizontal desde el punto de aplicación de la carga hasta el punto de aplicación de la reacción más cercana a la profundidad de la viga debe ser de 1.0 ± 0.03 .
- El equipo debe ser capaz de mantener constante la distancia entre apoyos y placas de carga, con una precisión de 2.0 mm.
- La carga se debe incrementar de forma gradual y sin impacto.

- Durante la prueba, es crucial que las reacciones estén alineadas con las cargas aplicadas.
- La distancia del punto de aplicación de la carga hasta la reacción más cercana debe ser al menos igual a la altura de la viga.

A continuación, se describen aspectos a considerar para informe del ensayo.

- Número o identificación de la viga.
- Ancho promedio en mm, aproximación a 1 mm.
- Altura promedio en mm, aproximación a 1 mm.
- luz libre entre apoyos en mm.
- Carga máxima aplicada en N.
- Módulo de rotura en MPa, con aproximación a 0.05 MPa.
- Referencia del curado y condición aparente de la humedad de la viga al momento del ensayo.
- Defectos observados en la viga.
- Edad de la viga.
- Señalar si la viga fue refrentada, lijada o si se colocó una cuña de cuero.

En la figura, observamos esquema del equipo de flexión con cargas a los tercios.

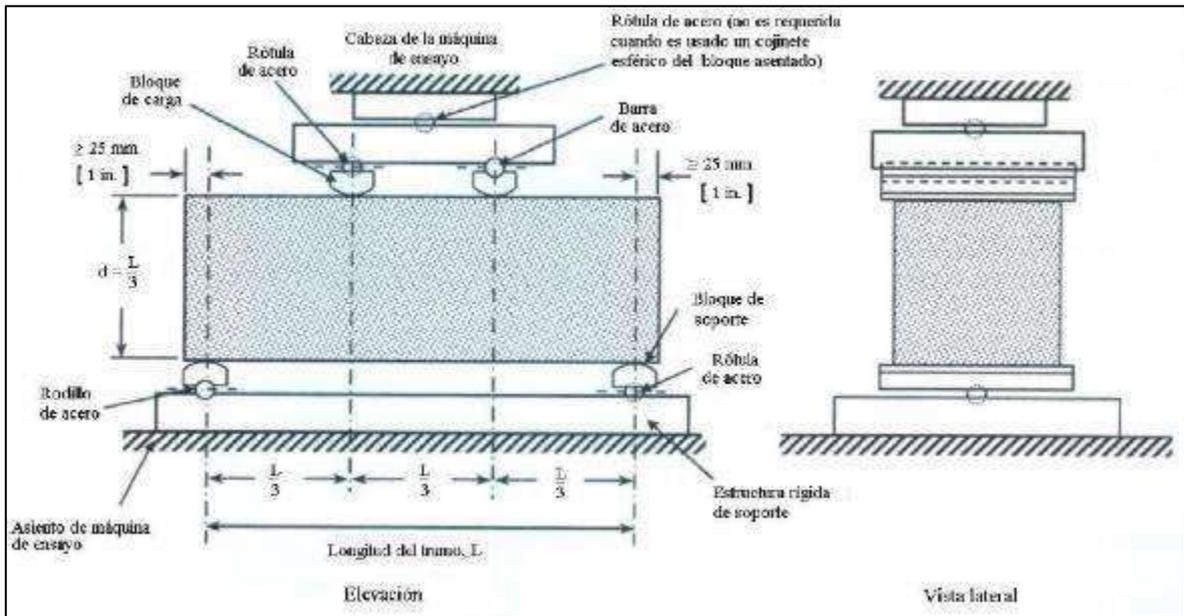


Figura 6. Equipo de flexión de vigas con cargas a los tercios
Fuente: NTP 339.078

2.3. Definición de términos básicos

a) Agregados

Resultado del arrastre de los ríos o de la explotación de canteras. Podemos dividirlos en dos categorías material de cantera y de río, según la obtención. El hecho de que el material del río experimente resistencia hace que la diferencia sea evidente en el concreto (CARHUAMACA, y otros, 2019).

b) Cemento portland

Material inorgánico que, al mezclarse con agua, logra una pasta que se endurece y mantiene su resistencia, gracias a un proceso llamado hidratación. Este proceso implica la formación de una capa fibrosa en la superficie de cada partícula de cemento, que se extiende y se une con otras partículas o sustancias cercanas, lo que conduce al fortalecimiento, endurecimiento y aumento de la resistencia del material (CEMEX, 2019).

c) Concreto

Mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en determinadas proporciones, para alcanzar ciertas propiedades en especial la resistencia; en ocasiones se agregan ciertas circunstancias conocidas como aditivos que mejoran y/o modifican algunas propiedades del concreto (ABANTO, 1996)

d) Concreto de alta resistencia

Concreto que posee resistencia superior a los concretos encontrados en la práctica. Para el cual es necesario la aplicación de mejores prácticas, así como las recomendaciones para el laboratorio y los procedimientos de prueba en campo según el ACI 363.2 (KOSMATKA, y otros, 2004).

e) Curado

Según la ACI 308 R, el curado es el proceso donde el concreto elaborado con concreto hidráulico madura y se endurece con el tiempo, que es el resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de determinada cantidad de agua y calor (Sika, 2009).

f) Relave de mina

Mezcla del mineral triturado con agua y otros compuestos químicos, obteniendo como producto final los minerales sulfurados en el proceso de flotación. Se transporta a través de canales o tuberías hasta llegar a un lugar designado o tanque de agua, donde el nivel de agua se reduce y se acumula en capas de materiales finos como arena y limo (AGUILAR, y otros, 2020).

g) Resistencia a compresión

Al someter cilindros moldeados o muestras de extracción diamantina a una carga de compresión axial, se determina el módulo de rotura dividiendo la carga máxima aplicada entre el área de la sección transversal de la probeta. (INDECOPI, 2008).

h) Resistencia a flexión

Luz mínima sea tres veces su espesor, la NTP describe un método de ensayo que implica la aplicación progresiva de carga en los tercios de la luz de la viga hasta que se observe la falla. El cálculo se determina según la ubicación de la falla: si esta ocurre en el tercio medio o a una distancia no superior al 5% de la luz libre desde dicho punto (INDECOPI, 2012).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis

La reutilización de relave de mina influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Las proporciones de relave de mina influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.
- b. Las proporciones de relave de mina influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual

Variable independiente:

Relave de mina

El residuo, que consiste en una mezcla de mineral molido, agua y otros elementos, se genera tras la extracción de minerales sulfurados durante el proceso de flotación, según lo indicado por el Ministerio de Minería de Chile (2019). Se considera como un agregado fino destinado a sustituir al agregado fino en la elaboración de concreto (AGUILAR, y otros, 2020)

Variable dependiente:

Propiedades mecánicas del concreto

Las características mecánicas del concreto se manifiestan en su estado endurecido, el cual se define como su capacidad para resistir fuerzas externas, como la compresión, tracción, flexión y corte. (TERREROS, y otros, 2016).

En la siguiente tabla, la operacionalización de variables.

Tabla 3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN	FUENTE
Variable independiente: Relave de mina	Residuo, compuesto de mineral molido con agua y otros elementos; posterior a la extracción de minerales sulfurados en el proceso de flotación (Ministerio de Minería de Chile, 2019). Se considera como agregado fino que busca reemplazar el agregado fino de un concreto (AGUILAR, y otros, 2020).	La variable relave de mina se operacionaliza en proporción la cual cuenta con el porcentaje de 0%; 10%; 20% y 30% de relave de mina en el diseño de mezcla del concreto, así como la granulometría y composición química.	Proporción de relave de mina	Granulometría	gr	Razón	Análisis granulométrico de agregados finos y grueso NTP (400.012)
				Composición química	%	Razón	Análisis de referencias de la mina Vitoc, San Ramón
				Porcentajes 10%, 20%,30%	%	Razón	Análisis granulométrico de agregados finos y grueso NTP (400.012)
Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto	Las propiedades mecánicas del concreto se originan en su estado endurecido, que se describe como la capacidad de resistir fuerzas externas, como compresión, tracción, flexión y corte. (TERREROS, y otros, 2016).	La variable de propiedades mecánicas del concreto se evalúa en estado endurecido el módulo de rotura en la resistencia a flexión y la carga de resistencia a compresión del concreto con adiciones de relave de mina.	Resistencia a compresión	Carga	Kg/cm ²	Razón	Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndrica (NTP 339.034)
			Resistencia a flexión	Módulo de rotura	Kg/cm ²	Razón	Ensayo de resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

3.1.1. Método general

Según Sánchez y Reyes (2015), Se define como el proceso sistemático de indagación que aborda una gama de problemas desconocidos, representando un enfoque metódico del pensamiento reflexivo. Este enfoque se extiende a la resolución de dilemas sociales aún no explorados o que requieren una perspectiva alternativa.

En este contexto, la investigación actual se adhiere a los principios científicos al estructurar de forma organizada y sistemática tanto la información recopilada como los datos analizados, aspectos fundamentales en elaboración de informes de investigación

3.1.2. Método específico

Se orienta al método deductivo, que permite establecer un diseño experimental con experimentos, patrones como la relación entre variables, preguntas e hipótesis a través de la recolección de datos. Por lo que se logró deducir influencia del relave de mina en la resistencia a flexión del concreto.

3.2. Tipo de investigación

Para Carrasco (2006) “La investigación aplicada se distingue por sus objetivos prácticos bien definidos; su propósito radica en intervenir, transformar, modificar o generar cambios en un ámbito específico de la realidad”

Según estas definiciones, el tipo es aplicada, se centra en la resolución de problemas existentes y se caracteriza por su enfoque en la aplicación de conocimientos teóricos a situaciones concretas, así como las implicaciones prácticas resultantes, como en el caso de la evaluación del relave de mina para la elaboración de concreto en vigas.

3.3. Nivel de investigación

Con respecto al alcance o nivel de investigación, se adopta un enfoque explicativo con el fin de discernir las causas subyacentes a los efectos y fenómenos físicos o sociales. Se prevé utilizar un grupo de control como contraparte a los grupos experimentales. (HERNÁNDEZ, y otros, 2014).

De acuerdo con el párrafo mencionado, en la investigación se manipuló la dosificación relave de mina en las proporciones de 0%; 10%; 20% y 30% para estimar la influencia en las propiedades mecánicas del concreto en vigas.

3.4. Diseño de investigación

El diseño seleccionado es de carácter experimental, implica la manipulación deliberada de variables para analizar sus posibles resultados (HERNÁNDEZ, y otros, 2014). En la investigación se manipuló la proporción de relave de mina para la elaboración de concreto en vigas.

GE: $O_1 \times O_2$

GC: O_3

En la siguiente tabla, vemos los tratamientos de la investigación.

Tabla 4. Tratamientos de la investigación

Nº de Muestras	T1	T2	T3	T4
1	W1	X1	Y1	Z1
2	W2	X2	Y2	Z2
3	W3	X3	Y3	Z3
4	W4	X4	Y4	Z4
5	W5	X5	Y5	Z5
	\bar{W}	\bar{X}	\bar{Y}	\bar{Z}

Fuente: Elaboración propia

Donde:

T1, tratamiento 1: concreto convencional

T2, tratamiento 2; concreto con 10% de relave de mina

T3, tratamiento 3; concreto con 20% de relave de mina

T4, tratamiento 4; concreto con 30% de relave de mina

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Hernández, Fernández y Baptista (2014), menciona “La población se define como el total de casos que poseen ciertas características específicas, delimitando así el alcance de la investigación”.

La población se encuentra conformada por todas las vigas de concreto construidas en la localidad los últimos 5 años (Vigas de concreto reforzado utilizadas en infraestructura vial, edificaciones u otras construcciones para las pruebas de resistencia a flexión que se realizan en el laboratorio de la ciudad de Huancayo).

3.5.2. Muestra

Para Maravi (2009) “Una muestra representa un subgrupo de individuos o una selección representativa de eventos extraídos del universo o población de estudio, accesibles para la observación del investigador”

La muestra no es probabilística el cual está delimitada por 36 vigas y 36 probetas con adición de relave de mina en las cantidades de 0%; 10%; 20% y 30%.

Del mismo modo, se debe mencionar que el relave de mina procede de la Compañía Minera San Juan Evangelista S.R.L.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Según Espinoza (2014) “La observación se presenta como una técnica de recolección de datos que agiliza la recopilación y organización de información relacionada con el objeto de estudio vinculado al problema de investigación”.

Este método posibilita la obtención de datos que reflejan de manera cercana el funcionamiento actual del objeto de estudio”

La observación directa fundamentalmente, se basa en la utilización del sentido de la vista para la búsqueda de la información necesaria para solucionar los problemas planteados y demostrar las hipótesis.

En la investigación se utilizará la técnica de observación directa de los hechos, para el desarrollo de los ensayos de caracterización de los materiales del concreto y resistencia a flexión de las vigas de concreto con relave de mina.

3.6.2. Instrumentos

Para Mendoza (2014) “Son los dispositivos de registro que el investigador emplea al recopilar la información del área de estudio”

Se emplearán fichas de registro de los ensayos de laboratorio, la elaboración del concreto y el registro de carga que permitirá identificar el módulo de rotura en vigas de concreto con relave de mina.

3.6.3. Validez

Ospino (2004), menciona que la validez es el grado de medición de la variable que se pretende medir en el instrumento usado en la investigación.

La interpretación de magnitud de coeficiente de validez:

Tabla 5. Rangos y magnitudes de validez

RANGOS	MAGNITUDES
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: (Ruiz Bolívar. 2002 pág. 12)

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de la información se da con el propósito de estructurar los datos recolectados. Esto se realizó a través de un programa específico, como parte del trabajo de gabinete y la presentación del informe final de investigación. En esta investigación, se empleó MS-Excel para procesar los datos, generando tablas, gráficos y matrices de tabulación que facilitan la comprensión de la información recopilada.

3.8. Aspectos éticos de la investigación

Para el desarrollo se tomará en cuenta el Capítulo IV de Ética de Investigación del Reglamento General de Investigación. Del cual se considerarán los incisos d, e y f del artículo 27 que se describen a continuación.

- **Protección al medio ambiente y respeto de la biodiversidad**

El principio señala no ocasionar daños a la naturaleza y biodiversidad del lugar de estudio, respetando el conjunto de todas las especies de seres vivos. En ese sentido, se debe mencionar que, durante la recolección de relave de mina y materiales para elaborar concreto como los agregados pétreos, se tendrá en cuenta el cuidado de la biodiversidad solicitando las autorizaciones respectivas para evitar incurrir en faltas.

- **Responsabilidad**

Referente a este principio, el investigador se hará responsable de la recopilación de información, procesamiento y presentación de resultados y del informe de investigación.

- **Veracidad**

En cuanto a este principio, el investigador garantiza informar veracidad en todas las etapas con la finalidad de servir de referencia para otras investigaciones a futuro.

3.9. Procesamiento de datos de laboratorio

3.9.1. Caracterización de los agregados

Empleamos agregado fino y grueso, mediante la NTP 400.012 se cotejó las características halladas.

a) Caracterización del agregado fino

Con el propósito de caracterizar el agregado fino, se llevaron a cabo análisis granulométricos con el objetivo de calcular parámetros como módulo de finura, contenido de humedad, p_{us} y p_{uc}, peso específico y absorción. Se presentan resultados obtenidos.

Tabla 6. *Resumen de ensayos de agregado fino*

Propiedad	Unidad	Cantidad
Módulo de finura		2.72
Contenido de humedad	%	1.2
Peso unitario suelto (PUS)	Kg/m ³	1607.44
Peso unitario compactado (PUC)	Kg/m ³	1741.45
Peso específico de masa	gr/m ³	2.54
Absorción	%	1.87

b) Caracterización del agregado grueso

Se llevaron pruebas de análisis granulométrico, determinación del CH, pus y puc, así como del peso específico y la absorción del agregado grueso para su caracterización. Se presentan a continuación.

Tabla 7. *Resumen de ensayos de agregado grueso*

Propiedad	Unidad	Cantidad
Tamaño máximo nominal	plg	3/4
Módulo de finura		7.36
Contenido de humedad	%	0.57
Peso unitario suelto (PUS)	Kg/m ³	1381.02
Peso unitario compactado (PUC)	Kg/m ³	1563.61
Peso específico de masa	gr/m ³	2.51
Absorción	%	0.76

3.9.2. Diseño de mezcla

El diseño utilizado es de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Consideraciones:

- Concreto 280 kg/cm^2
- Slump: 3 a 4 pulg.
- TMN 3/4"
- Contenido de aire: 2.00%
- Relación de a/c: 0.59

Tabla 8. *Diseño de mezcla en estado seco*

Diseño de mezcla en estado seco (por m³) sin corrección por humedad		
Cemento	465	kg/m ³
Agua de diseño	216	Lt/m ³
Agregado fino	662.59	kg/m ³
Agregado grueso	872.87	kg/m ³
Total	2216.46	kg/m ³

La tabla 8 observamos las dosificaciones de composición del concreto en estado seco por lo que en total fue 2216.46 kg/m³.

Tabla 9. Diseño de mezcla en estado húmedo

Diseño de mezcla en estado húmedo (por m³) con corrección por humedad		
Cemento	464.52	kg/m ³
Agua de diseño	222.29	Lt/m ³
Agregado fino	670.35	kg/m ³
Agregado grueso	877.84	kg/m ³
Total	2235.00	kg/m ³

La tabla 9 muestra las dosificaciones de la composición del concreto en estado húmedo establecen que el peso total de los materiales utilizados es de 2235.00 kg/m³

Tabla 10. Diseño de mezcla con relave minero

DOSIFICACIONES	0.00%	10.00%	20.00%	30.00%
Cemento	42.50	42.50	42.50	42.50
Agua de diseño	20.34	20.34	20.34	20.34
Agregado Fino	61.33	55.20	49.07	42.93
Agregado Grueso	80.32	80.32	80.32	80.32
Relave de Mina	0.00	6.13	12.27	18.40
Total	204.49	204.49	204.49	204.49

La tabla 10 detalla las proporciones de la composición del concreto convencional y experimental con relave minero. El total de los materiales utilizados fue de 204.49 kg/bolsa

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Relave de mina

Referente a la calidad del relave de mina se realizó la prueba de análisis granulométrico, cuyos resultados vemos en la siguiente tabla.

Tabla 11. *Análisis granulométrico, relave de mina*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
N°16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00
N°30	0.600	22.20	3.69	3.69	96.31
N°50	0.300	250.30	41.65	45.34	54.66
N°100	0.150	151.60	25.22	70.57	29.43
N°200	0.075	121.60	20.23	90.80	9.20
Fondo		55.30	9.20	100.00	0.00
Total		601.00	100.00		

Del mismo modo, adjuntamos la curva granulométrica del relave mina.



Figura 7. Curva granulométrica, relave de mina

Como aporte a la investigación, se adjunta la tabla 12 de componentes químicos del relave de mina proveniente de la relavera La Esperanza, en Vitoc, San Ramón. Con la finalidad de dar a conocer los componentes de un relave de mina.

Tabla 12. Componentes de relave de mina, Vitoc, San Ramón

Compuesto	Composición química	Resultado (%)
Carbonato de calcio y magnesio	$\text{CaMg}(\text{CO}_2)_2$	97.2
Cloruro de cobre	CuCl	0.3
Óxido de silicio	SiO_2	1.1
Carbonato de calcio	$\text{Ca}(\text{CO})_2$	1.4

Fuente: (CARHUAMACA, y otros, 2019)

Cabe resaltar que la concentración de los componentes químicos se obtuvo de la prueba de difracción de rayos X.

4.1.2. Propiedades en estado fresco del concreto en vigas

A. Temperatura

Tabla 13, observamos resultados de temperatura correspondiente a los tratamientos aplicados.

Tabla 13. *Temperatura de las muestras de concreto*

Tratamiento	Muestra-01 (°c)	Muestra-02 (°c)	Muestra-03 (°c)	Temperatura (°C)	% de variación
Convencional	22.60	22.70	22.70	22.67	0.00%
Concreto + 10% RM	23.10	23.20	23.20	23.17	2.21%
Concreto + 20% RM	22.80	22.60	22.60	22.67	0.00%
Concreto + 30% RM	21.90	22.00	22.10	22.00	-2.94%

En la tabla 13 observamos la T° obtenida en la muestra convencional es de 24.1° C, la muestra de CC +10% RM presenta una temperatura de 25.3° C con un % de variación de 2.21%, tercera muestra de CC + 20% RM muestra una temperatura de 25.5° C con un % de variación de 0.00% y por último el CC + 30% RM presenta una temperatura de 22.00° C con una variación de -2.94% con respecto a la muestra convencional.

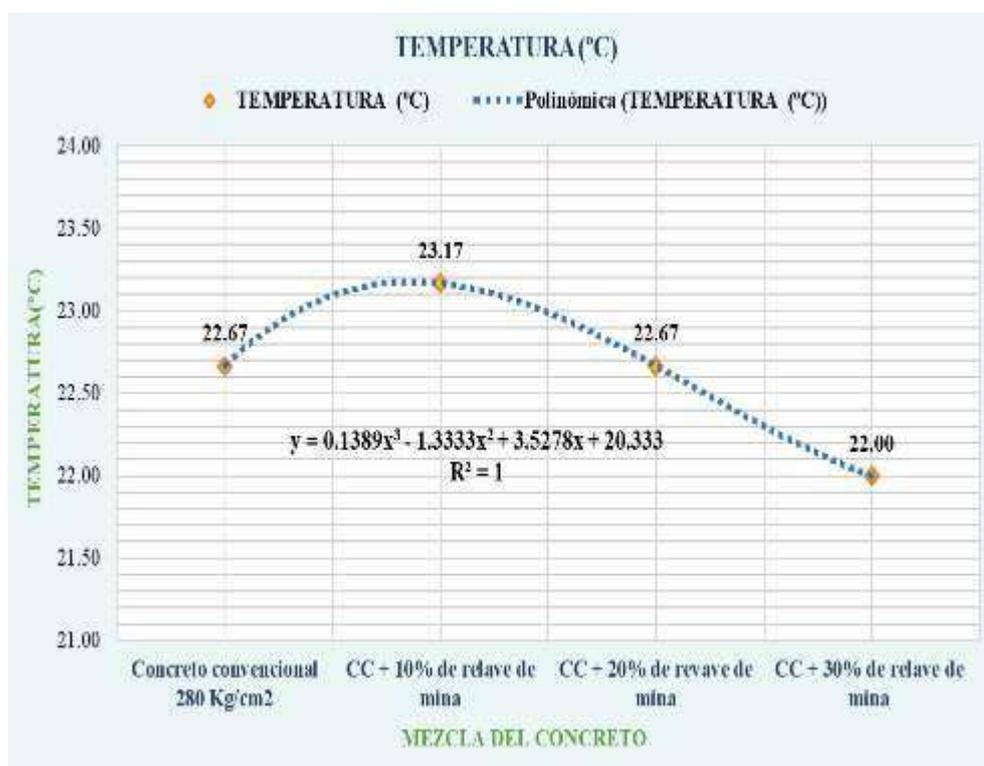


Figura 5. *Temperatura promedio*

En la figura 08 observamos el concreto convencional posee una temperatura de 22.67 °C por otro lado, el concreto con 10%, 20% y 30% de relave de mina presenta una temperatura de 23.17 °C, 22.67 °C y 22.00 °C respectivamente.

B. Asentamiento

En la tabla 14, adjunta resultados de asentamiento.

Tabla 14. Asentamiento de las muestras de concreto

Tratamiento	Muestra-01 (mm)	Muestra-02 (mm)	Muestra-03 (mm)	Asentamiento (mm)	% de variación
Convencional	101.60	96.50	101.60	99.90	0.00%
Concreto + 10% RM	88.90	91.40	88.90	89.73	-10.18%
Concreto + 20% RM	83.80	86.40	86.40	85.53	-14.38%
Concreto + 30% RM	76.20	78.70	78.70	77.87	-22.06%

En la tabla 14 observamos que el asentamiento obtenido en la muestra convencional es de 99.90 mm, la segunda muestra de CC +10% RM presenta un asentamiento de 89.73 mm con un % de variación de -10.18%, la tercera muestra de CC + 20% RM muestra un asentamiento de 85.53 mm con un % de variación de -14.38% y por último el CC+ 30% RM presenta un asentamiento de 77.87 mm con una variación de -22.06% con respecto a la muestra convencional.

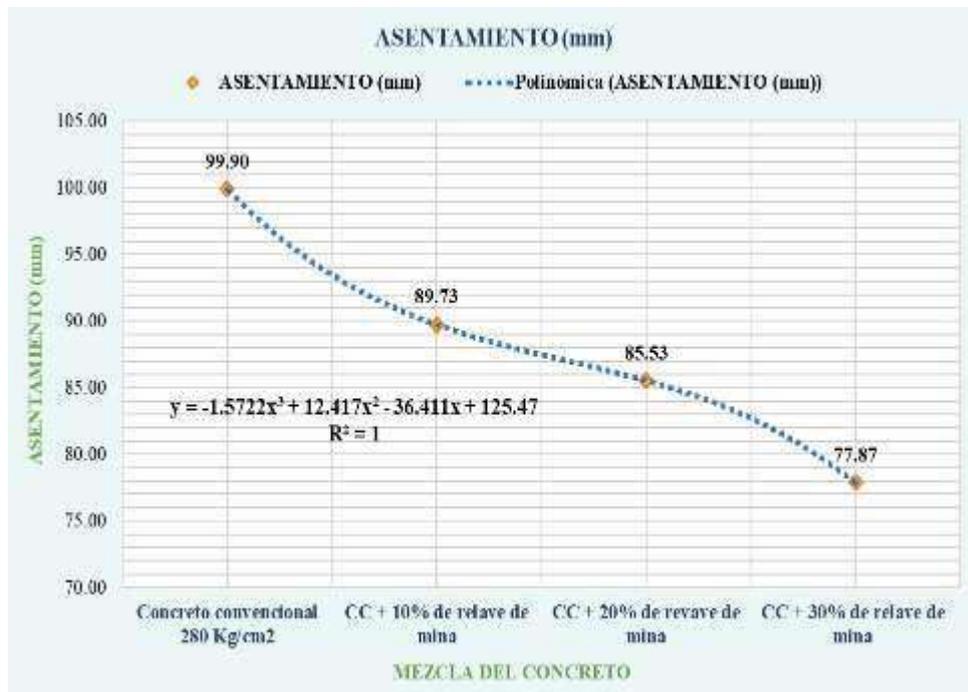


Figura 6. Asentamiento promedio

En la figura 09 observamos que el concreto convencional tiene un slump de 99.90 mm por otro lado, el concreto con 10%, 20% y 30% de relave de mina muestra un asentamiento de 89.73 mm, 85.53mm y 77.87mm respectivamente.

C. Contenido de aire

La tabla 15, presenta los resultados del ensayo de contenido de aire del concreto en estado fresco.

Tabla 15. *Contenido de aire de las muestras de concreto*

Tratamiento	Muestra -01 (%)	Muestra -02 (%)	Muestra -03 (%)	Contenido de aire (%)	% de variación
Convencional	1.20	1.25	1.20	1.22	0.00%
Concreto + 10% RM	1.30	1.40	1.40	1.37	12.33%
Concreto + 20% RM	1.50	1.50	1.55	1.52	24.66%
Concreto + 30% RM	1.60	1.65	1.70	1.65	35.62%

Tabla 15 observamos el contenido de aire obtenido en la muestra convencional es de 1.22 %, la segunda muestra de CC +10% RM presenta un contenido de aire de 1.37 % con un % de variación de 12.33%, la tercera muestra de CC + 20% RM muestra un contenido de aire de 1.52% con un % de variación de 24.66% y por último el CC+ 30% RM presenta un contenido de aire de 1.65% con una variación de 35.62% con respecto a la muestra convencional.

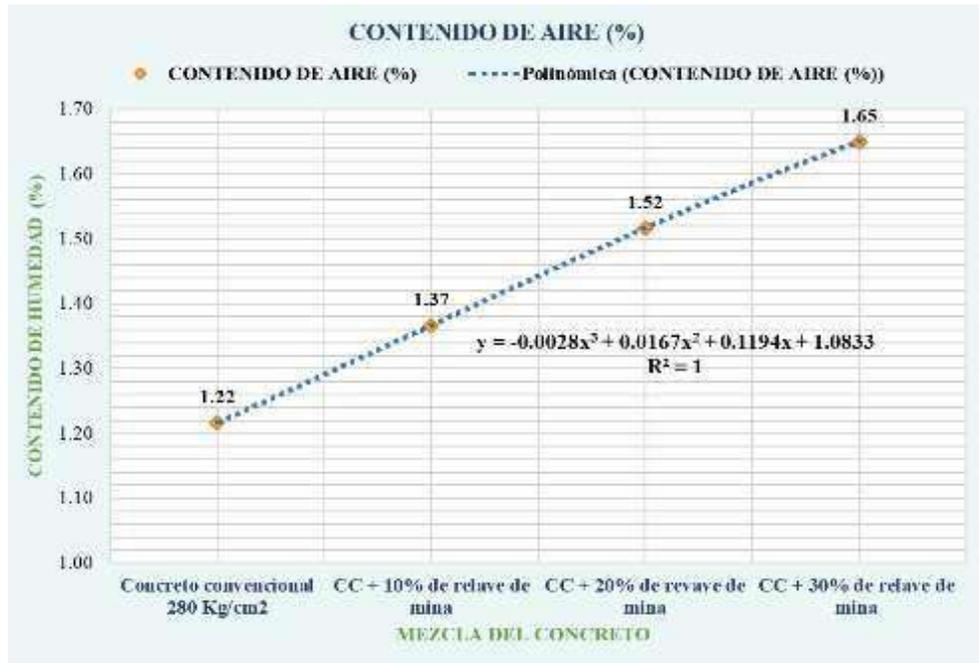


Figura 7. Contenido de Aire promedio

En la figura 10 observa que el concreto tradicional posee un contenido de aire de 1.22% por otro lado, el concreto con 10%, 20% y 30% de relave de mina muestra un contenido de aire de 1.37 %, 1.52 % y 1.65 % correspondientemente.

D. Exudación

Tabla 16, observamos resultados de exudación del concreto en estado fresco.

Tabla 16. Exudación de las muestras de concreto

Tratamiento	Muestra-01 (%)	Muestra-02 (%)	Muestra-03 (%)	Exudación (%)	% de variación
Convencional	0.076	0.073	0.075	0.07	0.00%
Concreto + 10% RM	0.137	0.136	0.132	0.14	80.80%
Concreto + 20% RM	0.303	0.305	0.304	0.30	307.14%
Concreto + 30% RM	0.332	0.327	0.331	0.33	341.96%

En la tabla 16 se observa que la exudación obtenida en la muestra convencional es de 0.07 %, la segunda muestra de CC +10% RM presenta una exudación de 0.14 % con un % de variación de 80.80%, la tercera muestra de CC + 20% RM muestra una exudación de 0.30% con un % de variación de 307.14% y por último el CC+ 30% RM presenta una exudación

de 0.33% con una variación de 341.96% con respecto a la muestra convencional.

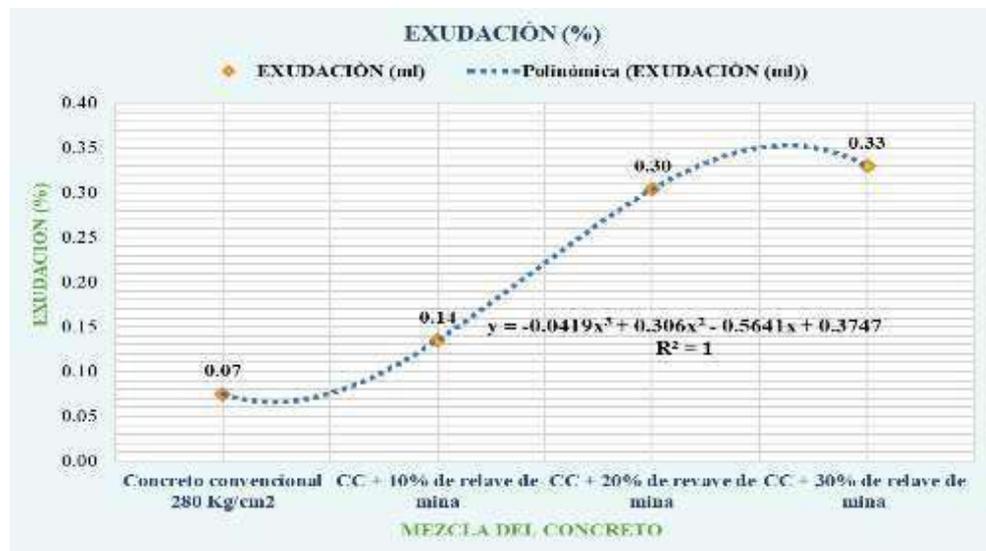


Figura 8. Exudación promedio

En la figura 11 observamos que el concreto tradicional posee una exudación de 0.07 % min por otro lado, el concreto con 10%, 20% y 30% de relave de mina exhibe una exudación de 0.14 %, 0.30 % y 0.33 % respectivamente.

E. Fraguado inicial y final

La tabla 17 observamos resultados del fraguado inicial y final del concreto en estado fresco.

Tabla 17. Fraguado inicial de las muestras de concreto

Tratamiento	Fraguado inicial			Promedio (min)	% de variación
	M1	M2	M3		
Convencional	377	373	382	377.33	0.00%
Concreto + 10% RM	398	402	402	400.67	6.18%
Concreto + 20% RM	411	415	414	413.33	9.54%
Concreto + 30% RM	420	426	428	424.67	12.54%

En la tabla 17 evidencia que el fraguado inicial logrado en la muestra convencional es de 377.33 min la segunda muestra de CC +10% RM presenta una exudación de 400.67 min con un % de variación de 6.18%, tercera muestra de CC + 20% RM muestra una exudación de 413.33 min

con un % de variación de 9.54% y por último el CC+ 30% RM presenta una exudación de 424.67 min con una variación de 12.54% con respecto a la muestra convencional.

Tabla 18. *Fraguado final de las muestras de concreto*

Tratamiento	Fraguado final			Promedio (min)	% de variación
	M1	M2	M3		
Convencional	488	483	491	487.33	0.00%
Concreto + 10% RM	495	493	500	496.00	1.78%
Concreto + 20% RM	507	505	511	507.67	4.17%
Concreto + 30% RM	517	522	532	523.67	7.46%

En la tabla 18 observamos el fraguado inicial obtenido en la muestra convencional es de 487.33 min la segunda muestra de CC +10% RM presenta una exudación de 496.00 min con un % de variación de 1.78%, la tercera muestra de CC + 20% RM muestra una exudación de 507.67 min con un % de variación de 4.17% y por último el CC+ 30% RM presenta una exudación de 523.67 min con una variación de 7.46% con respecto a la muestra convencional.

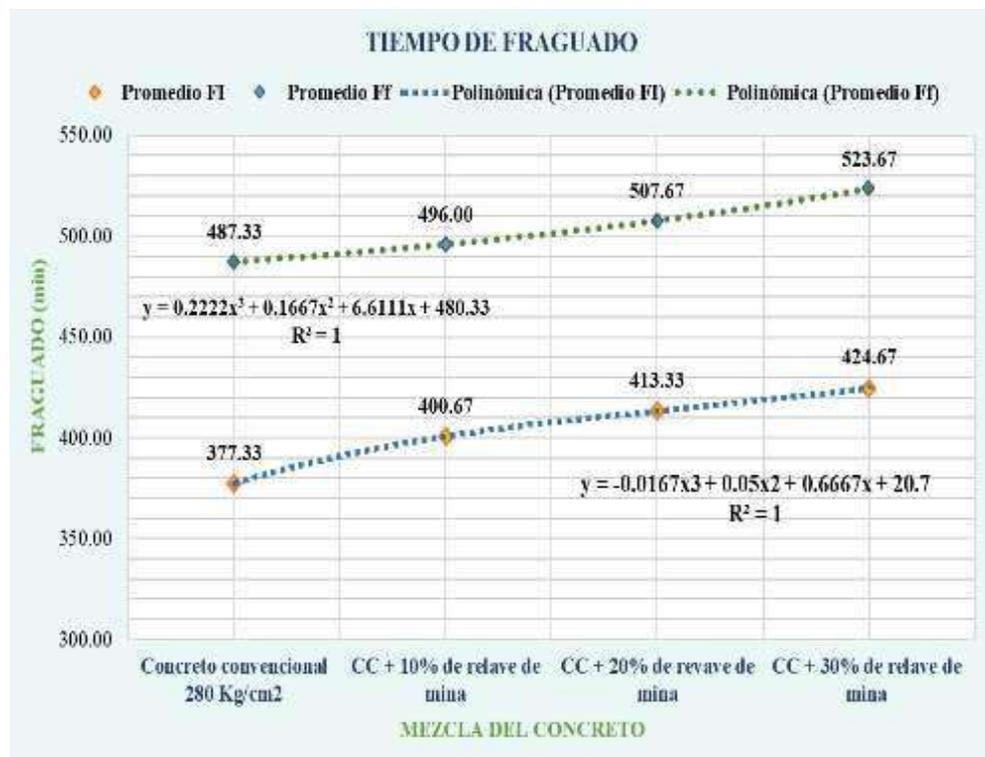


Figura 9. *Tiempo de fraguado inicial y final promedio*

Figura 12 observamos que el concreto convencional posee una exudación inicial de 377.33 min y una exudación final de 487.33min por otro lado, el concreto con 10%, 20% y 30% de relave de mina presenta un tiempo de fraguado inicial de 400.67 min, 413.33 min y 424.67 min respectivamente y un fraguado final de 496.00 min, 507.67 min y 523.67 min respectivamente.

4.1.3. Propiedades mecánicas del concreto

Se adjuntan resultado de resistencia a compresión y flexión en las edades de curado de 7; 14 y 28 días.

4.1.3.1. Resistencia a compresión del concreto

A. Resistencia a compresión a los 7 días

Tabla 19. Resistencia a compresión de las muestras de concreto a los 7 días

Mezcla De Concreto	Edad	Muestras	Promedio (Kg/cm ²)	% De Variación
Concreto convencional	7 días	248.33	247.87	0.00%
		248.06		
		247.22		
CC + 10% RM		264.10	262.60	5.94%
		263.71		
		260.00		
CC + 20% RM		309.48	307.90	24.22%
		308.85		
		305.38		
CC + 30% RM	284.09	282.50	13.97%	
	279.90			
	283.51			

En la tabla 19 muestra que la resistencia a 7 días obtenido en CC es de 247.87 Kg/cm², en la segunda muestra de CC+10% RM obtuvimos resistencia de 262.60 Kg/cm² con un % de cambio de 5.94%, la tercera muestra de CC + 20% RM muestra resistencia de 307.90 Kg/cm² con un % de cambio de 24.22% y finalmente el CC+ 30% RM presenta resistencia de 282.50 Kg/cm² con variación de 13.97% en función a la muestra convencional.



Figura 10. Resistencia a compresión promedio a los 7 días

Figura 13 el concreto convencional posee resistencia de 247.87 Kg/cm², el concreto con 10%, 20% y 30% de relave de mina presenta resistencia de 262.60 Kg/cm², 307.90 Kg/cm² y 282.50 Kg/cm² correspondientemente, mostrando un aumento de resistencia con el 10% y 20% de relave de mina en comparación con el 30% que por lo contrario muestra una disminución.

B. Resistencia a compresión a los 14 días

Tabla 20. Resistencia a compresión de las muestras de concreto a los 14 días

Mezcla De Concreto	Edad	Muestras	Valor Promedio De Resistencia (Kg/cm ²)	% De Variación
Concreto convencional	14 días	316.35	321.65	0.00%
		323.39		
		325.22		
CC + 10% RM		347.68	342.89	6.60%
		337.61		
		343.37		
CC + 20% RM	388.12	389.94	21.23%	
	394.80			
	386.91			
CC + 30% RM	375.63	374.94	16.57%	
	377.00			
	372.19			

Tabla 20 la resistencia a 14 días conseguido en CC de 321.65 Kg/cm², en la segunda muestra de CC +10% RM logró resistencia de 362.89 Kg/cm² con % de cambio de 6.60%, tercera muestra de CC + 20% RM muestra resistencia de 389.94 Kg/cm² con % de cambio de 21.23% y por último el CC+ 30% RM presenta resistencia de 374.94 Kg/cm² con cambio de 16.57% en función a la muestra convencional.



Figura 11. Resistencia a compresión promedio a los 14 días

Figura 14 identificamos al concreto convencional posee resistencia de 321.65 Kg/cm², con 10%, 20% y 30% de relave de mina presenta resistencia de 342.89 Kg/cm², 389.94 Kg/cm² y 374.94 Kg/cm² correspondientemente, mostrando aumento de resistencia con el 10% y 20% de relave de mina en comparación con el 30% que por lo contrario muestra una disminución.

C. Resistencia a compresión a los 28 días

Tabla 21. Resistencia a compresión de las muestras de concreto a los 28 días

Mezcla De Concreto	Edad	Muestras	Valor Promedio De Resistencia (Kg/cm ²)	% De Variación
Concreto convencional	28 días	349.49	350.06	0.00%
		350.39		
		350.29		
CC + 10% RM		377.16	377.89	7.95%
		383.67		
		372.83		
CC + 20% RM		420.38	419.71	19.90%
		417.01		
		421.75		
CC + 30% RM		417.03	415.75	18.77%
	416.58			
	413.64			

En la tabla 21 muestra que la resistencia a 28 días conseguido en CC es de 350.06 Kg/cm², segunda muestra de CC +10% RM logramos resistencia de 377.89 Kg/cm² con % de cambio de 7.95%, la tercera muestra de CC + 20% RM logró resistencia de 419.71 Kg/cm² con un % de cambio de 19.90% y por último el CC+ 30% RM tiene resistencia de 415.75 Kg/cm² con variación de 18.77%.



Figura 15. Resistencia a compresión promedio a los 28 días

Figura 15 observamos que el concreto convencional posee resistencia de 350.06 Kg/cm², el concreto de 10%, 20% y 30% de relave de mina muestra resistencia de 377.89 Kg/cm², 419.71 Kg/cm² y 415.75 Kg/cm² correspondientemente, mostrando aumento de resistencia con el 10% y 20% de relave de mina en comparación con el 30% que por lo contrario muestra una disminución.

D. Resistencia a compresión a los 7, 14, 28 días

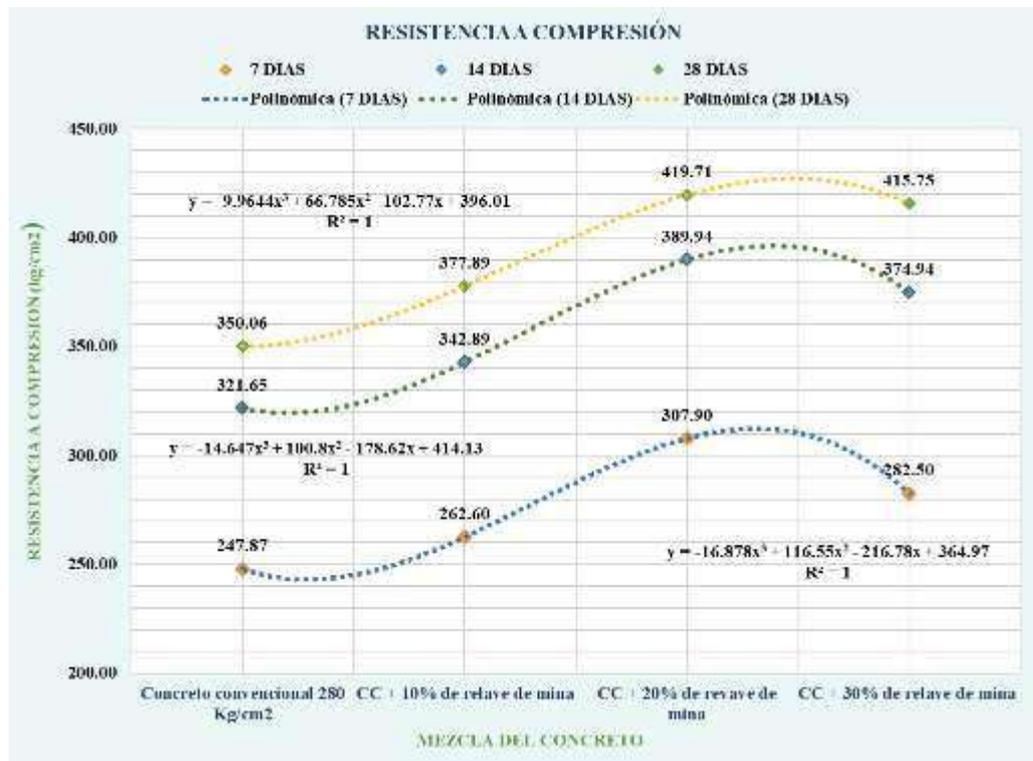


Figura 16. Resistencia a compresión promedio a los 7, 14 y 28 días

En la figura 16 se observa los resultados, CC+10% RM, CC+20% RM y CC+30% RM; a 7 días obtuvimos resistencia a compresión de 247.87, 262.60, 307.90, 282.50 kg/cm² respectivamente; a 14 días obtuvimos resistencia de 321.65, 342.89, 389.94 y 374.94 kg/cm²; a 28 días se consiguió una resistencia de 350.06, 377.89, 419.71 y 415.75 kg/cm², comprobando de esta manera que el CC + 20% RM es el que brinda mejores resultados en comparación a las otras dosificaciones.

4.1.3.2. Resistencia a flexión del concreto

A. Resistencia a flexión a los 7 días

Tabla 22. Resistencia a flexión a los 7 días de curado

Mezcla De Concreto	Edad	Muestras	Resistencia (Kg/cm ²)	% De Variación
Concreto		29.23		
convencional		29.31	29.25	0.00%
		29.21		
		34.68		
CC + 10% RM		35.68	35.28	20.62%
	7 días	35.48		
		38.62		
CC + 20% RM		38.48	38.47	31.51%
		38.30		
		34.48		
CC + 30% RM		33.85	34.07	16.47%
		33.87		

Tabla 22 evidencia resistencia a flexión a 7 días obtenido en CC es de 29.25 Kg/cm², en la segunda muestra de CC +10% RM se logró resistencia de 35.28 Kg/cm² con % de cambio de 20.62%, la tercera muestra de CC + 20% RM muestra resistencia de 38.47 Kg/cm² con un % de cambio de 31.51% y por último el CC+ 30% RM presenta resistencia de 34.07 Kg/cm² con variación de 16.47% en función a la muestra convencional.



Figura 12. Resistencia a flexión promedio a los 7 días

En la figura 17 observamos que el convencional posee resistencia de 29.25 Kg/cm², con 10%, 20% y 30% de relave de mina muestra una resistencia a flexión de 35.28, 38.47 y 34.07 Kg/cm² correspondientemente, mostrando aumento de resistencia con el 10% y 20% de relave de mina en comparación con el 30% que por lo contrario muestra una disminución muy notable.

B. Resistencia a flexión a los 14 días

Tabla 23. Resistencia a flexión a los 14 días de curado

Mezcla De Concreto	Edad	Muestras	Resistencia (Kg/cm ²)	% De Variación
Concreto		38.45		
convencional		38.63	38.37	0.00%
		38.02		
CC + 10% RM		42.44		
		42.58	42.60	11.03%
	14 días	42.77		
		43.32		
CC + 20% RM		43.40	43.37	13.04%
		43.39		
CC + 30% RM		39.03		
		39.06	39.02	1.69%
		38.96		

Tabla 23 evidencia que la resistencia a flexión a 14 días obtenido en CC es de 38.37 Kg/cm², en la segunda muestra de CC + 10% RM se consiguió resistencia de 42.60 Kg/cm² con % de cambio de 11.03%, la tercera muestra de CC + 20% RM muestra resistencia de 43.37 Kg/cm² con un % de cambio de 13.04% y finalmente el CC+ 30% RM presenta resistencia de 39.02 Kg/cm² variación de 1.69% en función a la muestra convencional.



Figura 18. Resistencia a flexión promedio a los 14 días

Figura 19 observamos que el concreto posee resistencia de 38.37 Kg/cm², con 10%, 20% y 30% de relave de mina muestra resistencia a flexión de 42.60, 43.37 y 39.09 Kg/cm² respectivamente, mostrando aumento de resistencia con el 10% y 20% de relave de mina en comparación con el 30% que por lo contrario muestra una disminución muy notable, alcanzando por poco la resistencia de la muestra convencional.

C. Resistencia a flexión los 28 días

Tabla 24. Resistencia a flexión a los 28 días de curado

Mezcla De Concreto	Edad	Muestras	Resistencia (Kg/cm ²)	% De Variación
		41.81		
Concreto convencional	28 días	41.96	41.97	0.00%
		42.13		
		44.90		
CC + 10% RM	28 días	45.60	45.25	7.83%
		45.26		
CC + 20% RM	28 días	46.75	46.61	11.06%
		46.47		
		46.61		
CC + 30% RM	28 días	42.05	42.33	0.86%
		42.50		
		42.43		

Tabla 24 evidencia que la resistencia a flexión a 28 días obtenido en CC es de 41.97 Kg/cm², la segunda muestra de CC+10% RM se consiguió resistencia de 42.25 Kg/cm² con % de cambio de 7.83%, la tercera muestra de CC + 20% RM muestra resistencia de 46.61 Kg/cm² con % de cambio de 11.06% y por último el CC+ 30% RM presenta resistencia de 42.23 Kg/cm² variación de 0.86% en función de la muestra convencional.

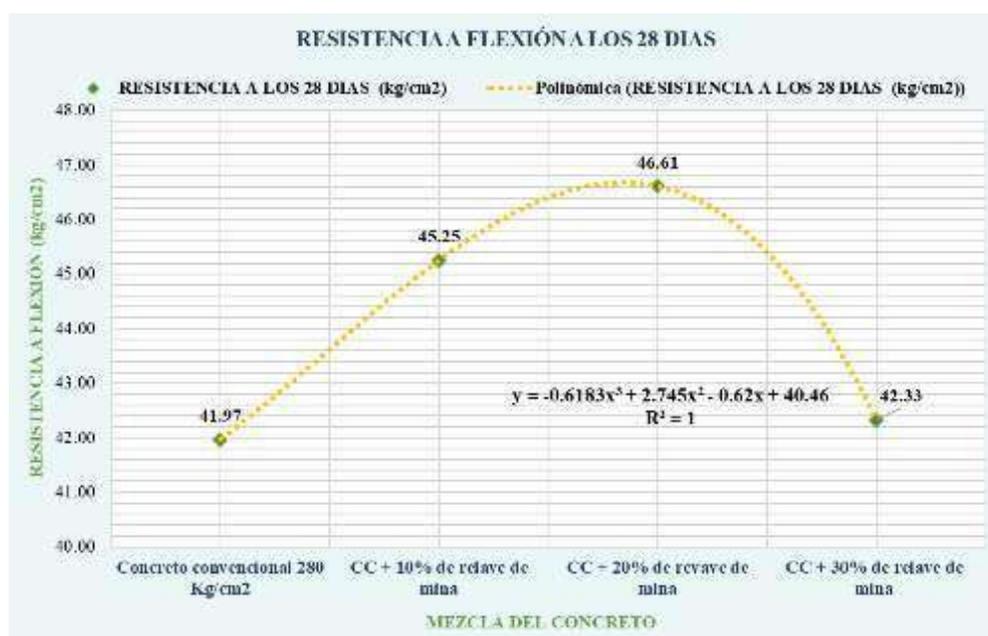


Figura 19. Resistencia a flexión promedio a los 28 días

En la figura 19 evidenciamos que el convencional posee resistencia de 41.97 Kg/cm², con 10%, 20% y 30% de relave de mina muestra resistencia a flexión de 45.25, 46.61 y 42.33 Kg/cm², manifestando aumento de resistencia con el 10% y 20% de relave de mina en comparación con el 30% que por lo contrario muestra una disminución muy notable, alcanzando por poco la resistencia de la muestra convencional.

D. Resistencia a flexión a los 7, 14, 28 días

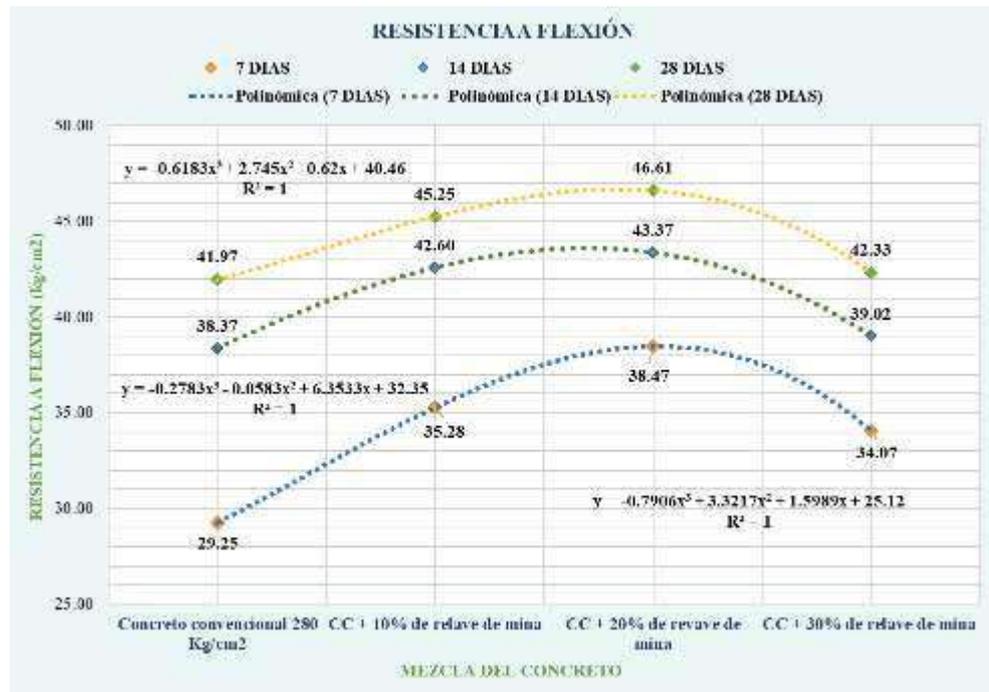


Figura 20. Resistencia a flexión promedio a los 7, 14 y 28 días

En la figura 20 muestra resultados obtenidos, CC+10% RM, CC+20% RM y CC+30% RM; a 7 días se obtuvo resistencia a flexión de 29.25, 35.28, 38.47 y 34.07 kg/cm²; a 14 días obtuvimos una resistencia de 38.37, 42.60, 46.37 y 39.02 kg/cm²; a 28 días se consiguió resistencia de 41.97, 45.25, 46.61 y 42.33 kg/cm², comprobando que el CC + 20% RM proporciona mejores resultados en comparación a las otras dosificaciones.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Proporciones de relave de mina en la resistencia a compresión

Resistencia a Compresión a los 7, 14 y 28 días

Las proporciones de relave de mina influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: Las proporciones de relave de mina NO influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

Hipótesis Alterna Ha: Las proporciones de relave de mina influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

Análisis estadístico del concreto con relave minero.

- **Datos empleados en la prueba de normalidad, valores de la resistencia a compresión del concreto.**

Tabla 25. *Valores de resistencia a compresión*

Mezcla De Concreto	Muestras a		
	los 7 días	Muestras a los 14 días	Muestras a los 28 días
Concreto convencional	248.33	316.35	349.49
	248.06	323.39	350.39
	247.22	325.22	350.29
CC + 10% RM	264.10	347.68	377.16
	263.71	337.61	383.67
	260.00	343.37	372.83
CC + 20% RM	309.48	388.12	420.38
	308.85	394.80	417.01
	305.38	386.91	421.75
CC + 30% RM	284.09	375.63	417.03
	279.90	377.00	416.58
	283.51	372.19	413.64

Prueba de normalidad de acuerdo con el Test de Shapiro -Wilk

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos muestra una distribución normal

Ha: Los datos muestran una distribución normal

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Relave de mina		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión a los 7 días	Concreto Convencional	,295	3	,	,819	3	,450
	CC + 10% de relave de mina	,354	3	,	,821	3	,165
	CC + 20% de relave de mina	,333	3	,	,862	3	,273
	CC + 30% de relave de mina	,338	3	,	,852	3	,245
Resistencia a la compresión a los 14 días	Concreto Convencional	,311	3	,	,897	3	,376
	CC + 10% de relave de mina	,205	3	,	,893	3	,842
	CC + 20% de relave de mina	,333	3	,	,862	3	,273
	CC + 30% de relave de mina	,276	3	,	,842	3	,535
Resistencia a la compresión a los 28 días	Concreto Convencional	,349	3	,	,832	3	,194
	CC + 10% de relave de mina	,220	3	,	,887	3	,779
	CC + 20% de relave de mina	,274	3	,	,844	3	,544
	CC + 30% de relave de mina	,341	3	,	,848	3	,234

a. Corrección de significación de Lilliefors.

Figura 13: Prueba de normalidad

En la figura 21, de acuerdo a la prueba de normalidad por el test de Shapiro Wilk, se obtuvo datos de significancia de 0.165 a 0.842 en caso de que los valores sean mayores al 5%, acepta hipótesis nula y rechaza alternativa, concluye que los datos provienen de una distribución normal con un nivel de significancia superior al 5%.

Prueba de Homogeneidad:

- Ho: Existe igualdad de varianzas en grupos
- Ha: No existe igualdad de varianzas en grupos

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión a los 7 días	Se basa en la media	2,561	3	8	,128
	Se basa en la mediana	,264	3	8	,849
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,264	3	6,152	,849
	Se basa en la media recortada	2,154	3	8	,172
Resistencia a la compresión a los 14 días	Se basa en la media	,580	3	8	,644
	Se basa en la mediana	,178	3	8	,908
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,178	3	6,742	,908
	Se basa en la media recortada	,539	3	8	,669
Resistencia a la compresión a los 28 días	Se basa en la media	2,838	3	8	,106
	Se basa en la mediana	1,439	3	8	,302
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,439	3	4,054	,355
	Se basa en la media recortada	2,736	3	8	,113

Figura 14: Prueba de homogeneidad de varianzas

Figura 22, muestra resultados de prueba de homogeneidad de varianzas para la dimensión de resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días. Cuyos valores son mayores al 0.05, por ello, aceptamos hipótesis nula (H_0) y rechaza hipótesis alterna (H_a), interpreta que existe igualdad de varianzas en los grupos que están siendo comparados.

Prueba Anova:

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a la compresión a los 7 días	Entre grupos	6085,204	3	2028,401	523,970	<.001
	Dentro de grupos	30,970	8	3,871		
	Total	6116,174	11			
Resistencia a la compresión a los 14 días	Entre grupos	8565,520	3	2855,173	159,364	<.001
	Dentro de grupos	143,310	8	17,914		
	Total	8708,830	11			
Resistencia a la compresión a los 28 días	Entre grupos	9855,738	3	3285,246	333,903	<.001
	Dentro de grupos	78,711	8	9,839		
	Total	9934,450	11			

Figura 23: Prueba de ANOVA de la resistencia a compresión a los 7,14 y 28 días

Interpretación:

En la figura 23, se identifican valor de significancia de 0.001 menor al 5% de significancia, rechaza la hipótesis nula H_0 y acepta hipótesis alterna H_a , de esta forma llega a concluir que: Las proporciones de relave de mina influyen

significativamente en la resistencia a compresión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

4.2.2. Proporciones de relave de mina en la resistencia a flexión

Resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días

Las proporciones de relave de mina influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: Las proporciones de relave de mina NO influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

Hipótesis Alterna Ha: Las proporciones de relave de mina influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín – 2022.

Análisis estadístico del concreto con relave minero.

- **Datos empleados en la prueba de normalidad, valores de la resistencia a compresión del concreto.**

Tabla 26. *Valores de resistencia a la flexión*

Mezcla De Concreto	Muestras a		
	los 7 días	Muestras a los 14 días	Muestras a los 28 días
Concreto convencional	29.23	38.45	41.81
	29.31	38.63	41.96
	29.21	38.02	42.13
CC + 10% RM	34.68	42.44	44.90
	35.68	42.58	45.60
	35.48	42.77	45.26
CC + 20% RM	38.62	43.32	46.75
	38.48	43.40	46.47
	38.30	43.39	46.61
CC + 30% RM	34.48	39.03	42.05
	33.85	39.06	42.50
	33.87	38.96	42.43

Prueba de normalidad de acuerdo con el Test de Shapiro -Wilk

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: Los datos muestra una distribución normal

H_a: Los datos muestran una distribución normal

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Relave de mina	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión a los 7 días	Concreto Convencional 280 kg/cm ²	,314	3	..	,893	3	,363
	CC + 10% de relave de mina	,314	3	..	,893	3	,363
	CC + 20% de relave de mina	,200	3	..	,995	3	,882
	CC + 30% de relave de mina	,375	3	..	,774	3	,053
Resistencia a la flexión a los 14 días	Concreto Convencional 280 kg/cm ²	,272	3	..	,947	3	,556
	CC + 10% de relave de mina	,207	3	..	,892	3	,833
	CC + 20% de relave de mina	,343	3	..	,842	3	,220
	CC + 30% de relave de mina	,269	3	..	,849	3	,567
Resistencia a la flexión a los 28 días	Concreto Convencional 280 kg/cm ²	,183	3	..	,999	3	,931
	CC + 10% de relave de mina	,177	3	..	1,000	3	,968
	CC + 20% de relave de mina	,175	3	..	1,000	3	1,000
	CC + 30% de relave de mina	,332	3	..	,863	3	,277

a. Corrección de significación de Lilliefors.

Figura 15: Prueba de normalidad

Figura 24, según prueba de normalidad por el test de Shapiro Wilk, obtuvo valores significativos de 0.053 a 1.000 los cuales son $>$ al 5%; acepta hipótesis nula y rechaza la alterna, afirmando que provienen de una distribución normal con un nivel de significancia mayor al 5%.

Prueba de Homogeneidad:

- H₀: Existe igualdad de varianzas en grupos
- H_a: No existe igualdad de varianzas en grupos

Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la flexión a los 7 días	Se basa en la media	5,103	3	8	,029
	Se basa en la mediana	,670	3	8	,594
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,670	3	4,151	,612
	Se basa en la media recortada	4,425	3	8	,041
Resistencia a la flexión a los 14 días	Se basa en la media	3,912	3	8	,055
	Se basa en la mediana	1,385	3	8	,316
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,385	3	3,064	,396
	Se basa en la media recortada	3,686	3	8	,062
Resistencia a la flexión a los 28 días	Se basa en la media	,867	3	8	,497
	Se basa en la mediana	,493	3	8	,697
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,493	3	5,430	,701
	Se basa en la media recortada	,842	3	8	,508

Figura 16: Prueba de homogeneidad de varianzas

Figura 25, muestra resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas para la dimensión de resistencia a flexión a 7, 14 y 28 días. Cuyos valores, no todos son mayores al 0.05, por ende, rechaza hipótesis nula (Ho) y acepta hipótesis alterna (Ha), interpreta que no existe igualdad de varianzas en los grupos que están siendo comparados.

Prueba Anova:

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a la flexión a los 7 días	Entre grupos	131,621	3	43,874	401,805	<.001
	Dentro de grupos	,874	8	,109		
	Total	132,495	11			
Resistencia a la flexión a los 14 días	Entre grupos	56,786	3	18,929	581,526	<.001
	Dentro de grupos	,260	8	,033		
	Total	57,046	11			
Resistencia a la flexión a los 28 días	Entre grupos	45,934	3	15,311	270,518	<.001
	Dentro de grupos	,453	8	,057		
	Total	46,387	11			

Figura 26: Prueba de ANOVA de la resistencia a flexión a los 7,14 y 28 días

Interpretación:

Figura 26, identifica un valor de significancia de 0.001, inferior al 5% de nivel de significancia, conduce al rechazo de la hipótesis nula H_0 y acepta hipótesis alternativa H_a . Consiguientemente, se concluye que las proporciones de relave de mina ejercen una influencia significativa en la resistencia a la flexión del concreto en vigas, específicamente en la ciudad de Huancayo, Junín, en el año 2022.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados

Antes de iniciar la discusión de resultados que se encuentran en función a los objetivos específicos, es necesario resaltar los resultados referentes a los agregados, diseño de mezcla y propiedades del concreto en estado fresco.

En cuanto a agregados, se realizaron pruebas de caracterización tanto para el grueso como el fino. El agregado grueso presentó (TMN) de $\frac{3}{4}$ ”, lo que ajusta a las normas para el concreto de alta resistencia. Es relevante señalar que este agregado, al estar triturado, garantiza asimismo una resistencia a la compresión elevada. (KOSMATKA, y otros, 2004). El agregado fino presentó módulo de finura de 2.72 que según la bibliografía anterior no alcanza las características para concreto de alta resistencia, sin embargo, no se desestima este aspecto ya que desarrolló diseño de mezcla que busca alcanzar la resistencia de diseño deseada.

Se desarrolló el diseño para un concreto de alta resistencia -280 Kg/cm^2 , contempla materiales como cemento, agua, arena, grava y aditivo (relave de mina). Por lo cual en la tabla 9 se adjunta las proporciones por peso, del mismo modo se tiene la

tabla 10 en la que se presentan las proporciones de material para cada grupo de tratamiento de la investigación el cual comprende las dosificaciones de relave de mina al 0%; 10%; 20% y 30%.

Referente al concreto en estado fresco, se destacan T° , humedad relativa, asentamiento, contenido de aire, exudación, fraguado inicial y final. Los resultados de la T° del concreto en estado fresco se evidencio un aumento con 10% de relave de mina y una disminución con 20% y 30% de relave de mina en el reemplazo del agregado. En cuanto al asentamiento, se pudo apreciar que este se encuentra dentro del intervalo de 3 plg a 4plg, que se puede traducir como fuera de los parámetros para concreto de alta resistencia, cuyos asentamientos deben superar las 8 plg para garantizar el manejo y aplicación en obra. Respecto al contenido del aire, se observó que este porcentaje se incrementa conforme al aumento de la dosis del relave de mina. Respecto a la exudación en la tabla 16 presentan resultados en % donde estos fueron: 0.07%; 0.14%; 0.30% y 0.33% para las proporciones de relave de mina de 0%; 10%; 20% y 30% respectivamente. Como parte penúltima, se tienen los resultados del fraguado inicial cuyos promedios fueron 377.33 minutos; 400.67 min; 413.33 min y 424.67 min para las dosis de relave de mina de 0%; 10%; 20% y 30% respectivamente, donde se puede apreciar que el tiempo de fraguado se incrementa conforme el aumento de la dosis del relave de mina. Como parte final, se tienen los resultados del fraguado final cuyos promedios fueron 487.33 minutos; 496.00 min; 507.67 min y 523.67 min para las dosis de relave de mina de 0%; 10%; 20% y 30% respectivamente, donde también se puede apreciar que el tiempo de fraguado se incrementa.

La investigación de (GUILLERMO, y otros, 2021) estudia la influencia de la sustitución de agregado fino por relave de mina en las propiedades mecánicas de un concreto con $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, las proporciones de sustitución fueron 5% y 10%. Para el

cual realizaron los estudios químicos del relave de mina y ensayos de laboratorio como: asentamiento, pH y resistencia a compresión. Referente al ensayo de asentamiento se obtuvieron valores de 2.5 plg; 3.0 plg y 4.0 plg para las dosis de relave de mina de 0%; 5% y 10%. De esta forma se puede respaldar el incremento del asentamiento del concreto de alta resistencia de la investigación, además recomendar la realización de la prueba de análisis química del relave de mina con la finalidad de determinar que componente es el que influye de forma notable en el slump, fraguado y resistencia a flexión del concreto de alta resistencia.

5.1.1. Proporciones de relave de mina en la resistencia a compresión del concreto

La propiedad mecánica del concreto de alta resistencia estudiada fue la resistencia a compresión, para curado de 7; 14 y 28 días. En la sección de resultados referente a las proporciones de relave en función a la resistencia a compresión, se exponen tablas y gráficos que exhiben los resultados del concreto en vigas con apoyo simple y caras en los tercios del tramo, siguiendo las pautas estipuladas en la normativa NTP 339.034.

Los resultados de resistencia a 7 días de curado revelaron un aumento en la resistencia con las proporciones del 10% y 20%, correspondientes a los tratamientos 2 y 3, respectivamente. En contraste, el tratamiento 4 (relave de mina al 30%) mostró una disminución en la resistencia a compresión promedio en función a los demás tratamientos. Consiguientemente, realizó prueba de hipótesis para evaluar el impacto del relave de mina en la resistencia a compresión del concreto.

Se obtuvo el análisis de varianza, señala que el relave de mina influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto en vigas a 7, 14 y 28 días de curado.

Como parte importante y final, se debe destacar la prueba de hipótesis realizada a las muestras de concreto con relave minero. Del cual se obtuvo que la adición de relave de mina influye significativamente en la edad de curado y los tratamientos aplicados en la investigación. Referente a la prueba ANOVA se identifican un valor de significancia obtenido de los diferentes % de relave minero a 7, 14 y 28 días, el cual es un valor de 0.001 considerado menor al 5% de significancia, rechazando de esta manera la hipótesis nula H_0 y aceptando la hipótesis alterna H_a .

En el estudio de (AGUILAR, y otros, 2020) evaluó la sustitución del agregado fino por relave de mina en la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Se demostró que al reemplazar el 5% del relave por agregado fino la resistencia a compresión del concreto se incrementó obteniendo valores de 173; 200 y 249 Kg/cm^2 , con 10% de relave por agregado fino las resistencias obtenidas fueron de 158, 202 y 259 kg/cm^2 , finalmente cuando se reemplaza el 15% del relave por agregado fino la resistencia superó respecto al concreto convencional obteniendo valores de 158; 206 y 281 Kgcm^2 . De acuerdo con este antecedente, se puede afirmar que el uso a mayor cantidad de relave de mina mayor es la resistencia a compresión obtenida.

El estudio de (CALHUA, 2018) en el cual evaluó la resistencia a compresión del concreto de 210 Kg/cm^2 con sustitución de relave minero de la mina Antamina en las proporciones de 5%; 10% y 15% y agregados de la cantera de Tacllan en Chimbote, Áncash. Los resultados evidenciaron aumento en la resistencia conforme el aumento de la proporción de relave de mina, por lo cual concluyó que el uso de relave mina brinda resistencias superiores. De acuerdo con este antecedente, se puede afirmar una vez más que el uso y/o adición de relave de mina en la resistencia a compresión del concreto brinda resultados favorables y superiores, teniendo en cuenta que su dosificación varía de

acuerdo a la ubicación geográfica y las características de los agregados como la climatología.

5.1.2. Proporciones de relave de mina en la resistencia a flexión del concreto

Se enfocó en la propiedad mecánica de la resistencia a la flexión en vigas de concreto de alta resistencia, analizando los períodos de curado de 7, 14 y 28 días. En la sección de resultados que aborda influencia en las proporciones de relave en la resistencia a la flexión, se presentan tablas y figuras con los resultados de las pruebas efectuadas en vigas simplemente apoyadas con caras en los tercios del tramo, de acuerdo a la NTP 339.078.

Los resultados a 7 días de curado revelaron incremento en la resistencia con proporciones del 10% y 20% en los tratamientos 2 y 3, respectivamente. En contraste, el tratamiento 4 (con un 30% de relave de mina) mostró una resistencia a la flexión promedio similar al tratamiento 1, que consistía en concreto sin relave de mina. Por ende, realizó prueba de hipótesis a fin de confirmar impacto del relave de mina en la resistencia a la flexión del concreto.

Del análisis de varianza derivado de la prueba de hipótesis, concluye que el relave de mina incide significativamente en la resistencia a la flexión del concreto en vigas a los 7, 14 y 28 días de curado.

Como parte importante y final, se debe destacar la prueba de hipótesis realizada a las muestras de concreto con relave minero. Del cual se obtuvo que la adición de relave de mina influye significativamente en la edad de curado y los tratamientos aplicados en la investigación. Referente a la prueba ANOVA se identifican un valor de significancia obtenido de los diferentes % de relave minero a 7, 14 y 28 días, el cual es un valor de 0.001 considerado menor al 5% de significancia, rechaza la hipótesis nula H_0 y acepta hipótesis alterna H_a .

El estudio de (CRUZ, y otros, 2022) analizó la influencia de la adición de relave en las propiedades de un concreto de 210 y 175 Kg/cm² para edificaciones en Puno. Las dosis de relave de mina fueron 5%; 10% y 15%, y la resistencia de las muestras se evaluaron a los 7; 14 y 28 días de curado. Además, realizó caracterización de agregados, diseño, y resistencia a compresión y flexión. En los resultados de resistencia a la flexión, observó que el concreto de 175 y 210 Kg/cm² alcanzó módulo de rotura de 21.33 y 24.39 Kg/cm² respectivamente. Concluyen que es posible usar el relave en proporciones inferiores al 5% para poder alcanzar las resistencias requeridas. De acuerdo a este antecedente, se puede respaldar la adición de relave de mina en proporciones menores al 5% que brindan resultados favorables para resistencia a flexión en vigas.

Del mismo modo, debe resaltar que el módulo de rotura está cerca del 10% a 15% de la resistencia a compresión, según las dosificaciones y volumen de agregado grueso empleado, donde la mejor relación es que el módulo de rotura se encuentre entre el intervalo de $1.99\sqrt{f'_c}$ y $2.65\sqrt{f'_c}$ (GARCÍA, 2012). En base a este informe de conferencia, se puede decir que la resistencia a flexión cumple los parámetros de módulo de rotura según la resistencia de diseño del concreto de alta resistencia.

CONCLUSIONES

- En relación al objetivo general, se ha determinado que el uso de relaves de minas ejerce influencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto en vigas en Huancayo. Se observó un aumento en la resistencia a la flexión con la adición del 10% y 20% de relave, siendo la inclusión del 20% la que arrojó los mejores resultados en comparación con las proporciones del 0% y 30%, que disminuyen la resistencia a la flexión y compresión del concreto de alta resistencia.
- Según objetivo específico 1 del estudio, concluye que la reutilización de relaves de minas incide de manera significativa en la resistencia a flexión. Se evidenció incremento en la resistencia a la compresión con la introducción de relaves de minas, destacando la dosis del 20% como la más efectiva, ofreciendo resistencia de 419.71 Kg/cm² a 28 días, en contraste a los tratamientos del 0%, 10%, y 30% de relave de mina, que presentaron resistencias de 305.06, 377.89, y 415.75 Kg/cm² correspondientemente.
- Por otra parte, en relación al objetivo específico 2, concluye que la reutilización de relaves de minas impacta significativamente en las propiedades mecánicas del concreto en vigas. Evidenciamos incremento de la resistencia a la flexión con la inclusión de relaves de minas, siendo nuevamente la dosis del 20% la más efectiva, con un módulo de rotura de 42.33 Kg/cm² a los 28 días, en comparación con los tratamientos del 0%, 10%, y 30% de relave de mina, que mostraron módulos de rotura de 41.97, 45.25, y 42.33 Kg/cm² respectivamente.

RECOMENDACIONES

- En relación al objetivo general, se sugiere en futuras investigaciones reducir las proporciones de dosificación de relave de mina (entre 0.5% y 20.0%) para analizar se investiga su influencia en las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia. Se sugiere reutilizar desechos mineros para la fabricación de concreto de alta resistencia y otros para reducir el impacto ambiental de su almacenamiento y la extracción de canteras.
- Respecto al primer objetivo específico, se recomienda explorar en futuras investigaciones diversas tipologías de concreto, tales como concreto armado o antideslizante, para posteriormente llevar a cabo pruebas de resistencia a la compresión y determinar cuál de ellos ofrece resultados más favorables.
- En relación con el segundo objetivo específico de la investigación, se recomienda verificar un exhaustivo análisis de las propiedades físicas, químicas y mineralógicas del relave de la mina. El objetivo es identificar los componentes que ejercen una influencia significativa en la resistencia a la flexión del concreto de alta resistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, J y LAMA, J. 2020.** *Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020.* Huaraz, Perú : Universidad César Vallejo, 2020.
- Alternativas de aprovechamiento de residuos de la industria minera de El Bajo Cauca Antioqueño en el sector de la construcción.* **ARIAS, S, CÓRDOVA, J y GÓMEZ, M. 2021.** 36, Envigado, Colombia : Universidad EIA, 2021, Revista EIA, Vol. 18, págs. 1 - 12. ISSN 1794-1237.
- ANICAMA, G. 2010.** *Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios.* Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010.
- ARENAS, C. 2016.** *Investigación tecnológica para el uso de relaves mineros como agregado del concreto - Arequipa 2015.* Arequipa, Perú : Universidad Alas Peruanas, 2016.
- CALHUA, H. 2018.** *Resistencia de un concreto $f_c=210$ Kg/cm² con cemento sustituido en 5%; 10% y 15% por relave de la mina Antamina.* Chimbote, Perú : Universidad San Pedro, 2018.
- CÁRDENAS, F. 2019.** *Propuesta de uso de relaves de mina polimetálica en la fabricación de unidades de albañilería - caso ex unidad minera Mercedes 3.* Lima, Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
- CARHUAMACA, D y CORAS, R. 2019.** *Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a $f_c=175$ Kg/cm², con fines ambientales.* Huancayo, Perú : Universidad Peruana Los Andes, 2019.
- CARRASCO, S. 2006.** *Metodología de la investigación científica.* Lima, Perú : San Marcos, 2006.
- CERÓN, A y GUTIÉRREZ, C. 2019.** *Elaboración de unidades de mampostería perforada de concreto utilizando relaves provenientes de la minería de agregados.* Villavicencio, Colombia : Universidad Santo Tomás, 2019.
- CRUZ, R y SUPO, P. 2022.** *Adición del relave minero para mejorar las propiedades del concreto $f_c=210$, $f_c=175$ para edificaciones en la Rinconada - Puno - 2021.* Lima, Perú : Universidad César Vallejo, 2022.

- CRUZADO, E y BRAVO, F.** 2010. *Impacto de los relaves mineros en el Perú*. Lima, Perú : INFORME TEMÁTICO N.º21/2010-2011, Departamento de Investigación y Documentación Parlamentaria (DIDP), 2010.
- Degradación de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con adición de carbonato de magnesio expuesto a carbonatación.* **LÓPEZ, A, ALVARADO, I y HERNÁNDEZ, V.** 2015. 11, Juárez, México : Cultura científica y tecnológica, 2015, Vol. 52.
- FORA, J.** 2017. *Estudio de la influencia de la emulsión asfáltica catiónica con adiciones de silicato de sodio e inmovilización de metales pesados contenidos en relave polimetálico*. Arequipa, Perú : Universidad Nacional de San Agustín, 2017.
- GARCÍA, C.** 2012. *¿Resistencia a flexión del concreto?* Lima, Perú : Duravía, 2012.
- GUILLERMO, E y SANTIAGO, Y.** 2021. *Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2$ - 2021*. Huaraz, Perú : Universida César Vallejo, 2021.
- HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, P.** 2014. *Métodología de la investigación*. 6ta Edición. México : McGraw-Hill, 2014. págs. 95-96.
- Iagua.** 2017. *Calidad de agua: ¿Cuántos tipos de agua hay? Calidad de agua: ¿Cuántos tipos de agua hay?* [En línea] Iagua, 2017. <https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>.
- INDECOPI.** 2008. Norma Técnica Peruana. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, muestras cilíndricas*. Lima, Perú : s.n., 2008.
- Institut de Ciències del Mar.** 2021. *Una introducción a la oceanografía física: propiedades del agua de mar. Una introducción a la oceanografía física: propiedades del agua de mar.* [En línea] Diciembre de 2021. <http://www.physocean.icm.csic.es/IntroOc/lecture03-es.html#:~:text=El%20agua%20de%20mar%20es,agua%20pura%2096%2C5%25..>
- KOSMATKA, S, y otros.** 2004. *Diseño y mezclas de control de concreto*. México D.F., México : Portland Cement Association, 2004. ISBN: 0-89312-233-5.
- LALINGUI, L y MÉNDEZ, D.** 2021. *Caracterización de relave minero para su aprovechamiento en la fabricación de materiales de construcción*. Guayaquil, Ecuador : Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2021.

- Ministerio de Minería de Chile.** 2019. Santiago de Chile, Chile : Gobierno de Chile, 2019.
- MORA, G.** 2019. *Evaluación de relave minero y su tratamiento en la planta Beneficio MVC - 2011 - II. Sayán - Lima. 2017.* Huacho, Perú : Universidad Nacional Jospe Faustino Sánchez Carrión, 2019.
- ROJAS, A.** 2007. *Manejo ambiental relaves - disposición subacuática.* Lima, Perú : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2007.
- ROMERO, J.** 2020. *Estabilización de suelos de subrasante usando el relave minero de Ticapampa en la carretera Emp. PE 3N (Catac) - Túnel Kahuish - Chavín de Huantar - San Marcos - Emp. PE 14A (SUCCHA) - 2017.* Huaraz, Perú : Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2020.
- Sika.** 2009. *Sika informaciones técnicas: curado del concreto.* s.l. : Sika, 2009. ISSN: 0122-0594.
- Tecnologías emergentes para disposición de relaves: oprtunidades en Colombia.*
- BELTRÁN, L, LARRAHONDO, J y COBOS, D.** 2018. 44, Medellín, Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2018, Boletín de Ciencias de la Tierra, págs. 5 - 20. ISSN 0120-3630.
- TERREROS, L y CARBAJAL, I.** 2016. *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo.* Bogotá, Colombia : Universidad Católica de Colombia, 2016.
- TOMELO, F.** 2017. *Caracterización del residuo pétreo de la industria minera del oro para la producción de Hormigón en Uruguay.* Porto Alegre, Montevideo, Uruguay : Universidad de la República Oriental del Uruguay, 2017.
- VALDERRAMA, S.** 2002. *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica.* Cerro de Pasco, Perú : San Marcos, 2002. 1501322002-3470.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿De qué manera influye la reutilización del relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022?	Determinar la influencia de la reutilización de relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022.	Antecedente internacional: Según (ARIAS, y otros, 2021) en el artículo titulado “Alternativas de aprovechamiento de residuos de la industria minera de El Bajo Cauca Antioqueño en el sector de la construcción”. Estudio donde presentaron alternativas de aprovechamiento de suelos degradados y relaves mineros en el sector de la construcción a través de la fabricación de morteros de revoque y mezclas de concreto, que se convierte en una alternativa laboral para los habitantes como en una alternativa aprovechamiento de material de residuo que mitiga en impacto de ambiental de la minería. Antecedente nacional: Según (AGUILAR, y otros, 2020) en la tesis titulada “Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020”. El objetivo fue dar a conocer la influencia de la sustitución del agregado fino por relave de la Mina Santa Luisa sobre la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. El método fue científico, con diseño experimental. Llegaron a la conclusión de que el relave de mina permite obtener mejores resistencias que el concreto patrón en todos los periodos de curado. Marco teórico referencial: - Calidad de agregados - Concreto - Relave de mina - Resistencia a flexión	La reutilización de relave de mina influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022.	Variable independiente: Relave de mina Dimensiones: - Proporciones de relave de mina. Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto Dimensiones: - Resistencia a compresión - Resistencia a flexión	Método: Científico Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: Experimental Población: Conformada por todas las vigas de concreto de alta resistencia. Muestra: No probabilística y por conveniencia, delimitada por las 36 vigas y 36 probetas de concreto con y sin adición de relave de mina. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: a No documental (Fichas de registro de ensayos) Procesamiento de información: El procesamiento de información se realizará con el programa Ms - Excel.

Anexo 2: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN	FUENTE
Variable independiente: Relave de mina	Residuo, compuesto de mineral molido con agua y otros elementos; posterior a la extracción de minerales sulfurados en el proceso de flotación (Ministerio de Minería de Chile, 2019). Se considera como agregado fino que busca reemplazar el agregado fino de un concreto (AGUILAR, y otros, 2020).	La variable relave de mina se operacionaliza en proporción la cual cuenta con el porcentaje de 0%; 10%; 20% y 30% de relave de mina en el diseño de mezcla del concreto, así como la granulometría y composición química.	Proporción de relave de mina	Granulometría	gr	Razón	Análisis granulométrico de agregados finos y grueso NTP (400.012)
				Composición química	%	Razón	Análisis de referencias de la mina Vitoc, San Ramón
				Porcentajes 10%, 20%, 30%	%	Razón	Análisis granulométrico de agregados finos y grueso NTP (400.012)
Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto	Las propiedades mecánicas del concreto se obtienen del concreto en estado endurecido, que se define como la capacidad para soportar esfuerzos externos los cuales pueden ser a compresión, tracción, flexión y cortante (TERREROS, y otros, 2016).	La variable de propiedades mecánicas del concreto se evalúa en estado endurecido el módulo de rotura en la resistencia a flexión y la carga de resistencia a compresión del concreto con adiciones de relave de mina.	Resistencia a compresión	Carga	Kg/cm ²	Razón	Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndrica (NTP 339.034)
			Resistencia a flexión	Módulo de rotura	Kg/cm ²	Razón	Ensayo de resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078)

Anexo 3: Operacionalización del instrumento

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA VALORATIVA
Variable independiente: Relave de mina	Residuo, compuesto de mineral molido con agua y otros elementos; posterior a la extracción de minerales sulfurados en el proceso de flotación (Ministerio de Minería de Chile, 2019). Se considera como agregado fino que busca reemplazar el agregado fino de un concreto (AGUILAR, y otros, 2020).	Proporción de relave de mina	Granulometría	Ficha de registro de ensayo de análisis granulométrico	Peso del relave de mina retenidos en cada tamiz: gramos
			Composición química	Referenciad bibliográficas	Componentes químicos que integran el relave de mina
			Porcentajes 10%, 20%,30%	Ficha de registro de datos	Peso del relave de mina retenidos en cada tamiz: gramos
Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto	Las propiedades mecánicas del concreto se obtienen del concreto en estado endurecido, que se define como la capacidad para soportar esfuerzos externos los cuales pueden ser a compresión, tracción, flexión y cortante (TERREROS, y otros, 2016).	Resistencia a compresión	Carga	Ficha de registro de ensayo de resistencia a compresión	Resistencia a compresión del concreto: Fc=280Kg/cm2
		Resistencia a flexión	Módulo de rotura	Ficha de registro de ensayo de resistencia a flexión	Resistencia a flexión del concreto: Fc=280Kg/cm ²

Anexo 4: Fichas de validación del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y apellidos del experto: GELY VANESSA PEREZ CONDOR
- 1.2. Grado académico del experto: INGENIERO
- 1.3. Apellidos y nombre del investigador: Pariona Arias Liz
- 1.4. Título de la investigación: Reutilización de relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022
- 1.5. Instrumento: Fichas de registro de laboratorio
- 1.6. Autor del instrumento: Pariona Arias Liz

II. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Indicadores de evaluación	Valoración cualitativa	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
	Valoración cuantitativa	0	0.5	1.0	1.5	2.0
1. Claridad	Lenguaje claro					✓
2. Objetividad	Permite recolectar datos				✓	
3. Actualidad	Estado actual de los conocimientos					✓
4. Organización	Organización lógica				✓	
5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad					✓
6. Intencionalidad	Permite alcanzar los objetivos del estudio					✓
7. Consistencia	Se basa en la teoría científica y el tema de estudio					✓
8. Coherencia	Con las variables, dimensiones e indicadores				✓	
9. Metodología	Método, tipo, nivel y diseño de estudio				✓	
10. Conveniencia	Permite procesar la información					✓
Subtotal					6	12
Total						18

Criterios de evaluación	Valoración cuantitativa	Valoración cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	17 - 20	Aprobado	Válido - Aplicar
	11 - 16	Observado	No válido - Subsananar
	0 - 10	Rechazado	No válido - Replantear

Lugar y fecha: HUANCAYO, 09 OCTUBRE

Firma y sello del experto:



Gely Vanessa Perez Condor
INGENIERO CIVIL
CIP. 213943

**FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION POR JUICIO
DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES

1.1. Nombres y apellidos del experto:..... JUAN HUAMANI QUISPE.....

1.2. Grado académico del experto:..... INGENIERO.....

1.3. Apellidos y nombre del investigador: Pariona Arias Liz

1.4. Título de la investigación: Reutilización de relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022

1.5. Instrumento: Fichas de registro de laboratorio

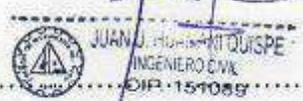
1.6. Autor del instrumento: Pariona Arias Liz

II. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Indicadores de evaluación	Valoración cualitativa	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
	Valoración cuantitativa	0	0.5	1.0	1.5	2.0
1. Claridad	Lenguaje claro					✓
2. Objetividad	Permite recolectar datos				✓	
3. Actualidad	Estado actual de los conocimientos					✓
4. Organización	Organización lógica					✓
5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad					✓
6. Intencionalidad	Permite alcanzar los objetivos del estudio				✓	
7. Consistencia	Se basa en la teoría científica y el tema de estudio				✓	
8. Coherencia	Con las variables, dimensiones e indicadores					✓
9. Metodología	Método, tipo, nivel y diseño de estudio				✓	
10. Conveniencia	Permite procesar la información					✓
Subtotal					6	12
Total						18

Criterios de evaluación	Valoración cuantitativa	Valoración cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	17 - 20	Aprobado	Válido - Aplicar
	11 - 16	Observado	No válido - Subsananar
	0 - 10	Rechazado	No válido - Replantear

Lugar y fecha: Huancayo, 29 set.....

Firma y sello del experto:..... .....


**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR JUICIO
DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y apellidos del experto: Lesly Miranda Alvarez
 1.2. Grado académico del experto: Magister
 1.3. Apellidos y nombre del investigador: Pariona Arias Liz
 1.4. Título de la investigación: Reutilización de relave de mina en las propiedades mecánicas del concreto en vigas, en la ciudad de Huancayo, Junín - 2022
 1.5. Instrumento: Fichas de registro de laboratorio
 1.6. Autor del instrumento: Pariona Arias Liz

II. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Indicadores de evaluación	Valoración cualitativa	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
	Valoración cuantitativa	0	0.5	1.0	1.5	2.0
1. Claridad	Lenguaje claro				✓	
2. Objetividad	Permite recolectar datos					✓
3. Actualidad	Estado actual de los conocimientos				✓	
4. Organización	Organización lógica					✓
5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad				✓	
6. Intencionalidad	Permite alcanzar los objetivos del estudio			✓		
7. Consistencia	Se basa en la teoría científica y el tema de estudio				✓	
8. Coherencia	Con las variables, dimensiones e indicadores					✓
9. Metodología	Método, tipo, nivel y diseño de estudio					✓
10. Conveniencia	Permite procesar la información					✓
Subtotal				1	06	10
Total						17

Criterios de evaluación	Valoración cuantitativa	Valoración cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	17 - 20	Aprobado	Válido - Aplicar
	11 - 16	Observado	No válido - Subsananar
	0 - 10	Rechazado	No válido - Replantear

Lugar y fecha: Huancayo, 29 Setiembre



Lesly T. Miranda Alvarez
 M.G. CNU / CIP. N° 270850

Firma y sello del experto:



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC134 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Metro

Página 1 de 2

1. Expediente	230249
2. Solicitante	INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección	Av. Huancavelica N°236 - Chica - Huancayo - Junín
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHUAS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	834788566
Capacidad mínima	0,2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	IDC-62 (*)
Ubicación	AREA DE CONCRETO Y SUELOS
5. Fecha de Calibración	2023-12-01
6. Fecha de Emisión	2023-12-04

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).

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.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESUS PEREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5925 - LDR. DUYO - LIMA
TEL: 955 730 951; 913 190 874

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978092

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial,
de Laboratorio e Ingeniería Civil

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC134 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

7. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Cuarta Edición.

8. Lugar de calibración

AREA DE CONCRETO Y SUELOS
Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa	62 %	62 %

10. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM-INACAL: LM-G-913-2022	PESAS (Clase de Exactitud M1)	0159.MPES.2023

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 951; 918 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES, DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 2060797892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC134 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

12. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,2 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300,00	6,0	-1,0	600,00	6,0	-1,0
2	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0
3	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
4	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
5	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
6	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0
7	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
8	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
9	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0
10	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0
Diferencia Máxima	1,0		Diferencia Máxima	1,0		
Error Máximo Permisible	$\pm 30,0$		Error Máximo Permisible	$\pm 30,0$		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,2 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E_0				Determinación del Error Corregido E_c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	E_0 (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)
1	0,10 g	0,10	5,0	0,0	200,00	200,00	5,0	0,0	0,0
2		0,10	5,0	0,0		199,99	4,0	-9,0	-9,0
3		0,10	5,0	0,0		200,00	5,0	0,0	0,0
4		0,10	5,0	0,0		200,01	7,0	8,0	8,0
5		0,10	5,0	0,0		200,00	5,0	0,0	0,0
Error máximo permisible									$\pm 20,0$

* Valor entre 0 y 10e



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - Edif. OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 951; 918 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC134 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20,2 °C	20,2 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p.** (± mg)
	l (g)	Δl (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l (g)	Δl (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,10	0,10	5,0	0,0	0,0	0,20	5,0	0,0	0,0	10,0
0,20	0,20	5,0	0,0	0,0	1,00	6,0	-1,0	-1,0	10,0
1,00	1,00	5,0	0,0	0,0	10,00	6,0	-1,0	-1,0	10,0
10,00	10,00	5,0	0,0	0,0	50,00	5,0	0,0	0,0	10,0
50,00	50,00	6,0	-1,0	-1,0	100,00	5,0	0,0	0,0	20,0
100,00	100,00	5,0	0,0	0,0	200,00	5,0	0,0	0,0	20,0
200,00	200,00	5,0	0,0	0,0	300,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
300,00	300,00	6,0	-1,0	-1,0	400,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
400,00	400,00	6,0	-1,0	-1,0	500,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
500,00	500,00	7,0	-2,0	-2,0	620,00	7,0	-2,0	-2,0	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza
l: Indicación de la balanza

Δl: Carga adicional
E: Error encontrado

E_c: Error en cero
E_c: Error corregido



Lectura corregida

R CORREGIDA = R + 0,00000152 R

Incertidumbre expandida de medición

U = 2x√(0,00002 g² + 0,00000000242 R²)

13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL: 955 730 951; 918 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

GALBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN (INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL)

RUC: 20607978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC133 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	230249
2. Solicitante	INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chica - Huancayo - Junín
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	4200 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	PX4202/E
Número de Serie	C101869841
Capacidad mínima	0,5 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	IDC-61 (*)
Ubicación	AREA DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2023-12-01
6. Fecha de Emisión	2023-12-04

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).

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.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

JEFE DE LABORATORIO

ÁNGEL JESÚS PÉREZ B.

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIOS Y FERRAMENTAS.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC133 - M - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Masas

Página 2 de 2

7. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Cuarta Edición.

8. Lugar de calibración

AREA DE SUELOS Y CONCRETO
Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4 °C	19,5 °C
Humedad Relativa	58 %	58 %

10. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DINACAL LM-C-113-2022	PESAS (Clase de Exactitud M1)	0158-MPES-2023

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA S.M.L.

RUC: 20607978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC133 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

12. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	19,4 °C	19,5 °C

Medición Nº	Carga L1 = 2 000,01 g			Carga L2 = 4 000,01 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	2 000,00	5,0	-10,0	4 000,00	6,0	-11,0
2	2 000,00	5,0	-10,0	4 000,00	5,0	-10,0
3	2 000,00	6,0	-11,0	4 000,00	6,0	-11,0
4	2 000,00	5,0	-10,0	4 000,00	5,0	-10,0
5	2 000,00	6,0	-11,0	4 000,00	6,0	-11,0
6	2 000,00	5,0	-10,0	4 000,00	5,0	-10,0
7	2 000,00	6,0	-11,0	4 000,00	5,0	-10,0
8	2 000,00	5,0	-10,0	4 000,00	5,0	-10,0
9	2 000,00	5,0	-10,0	4 000,00	5,0	-10,0
10	2 000,00	5,0	-10,0	4 000,00	6,0	-11,0
Diferencia Máxima	1,0		Diferencia Máxima		1,0	
Error Máximo Permissible	± 200,0		Error Máximo Permissible		± 300,0	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	19,5 °C	19,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,10 g	0,10	5,0	0,0	1 400,01	1 400,00	5,0	-10,0	-10,0
2		0,10	5,0	0,0		1 399,99	4,0	-19,0	-19,0
3		0,10	5,0	0,0		1 400,00	5,0	-10,0	-10,0
4		0,10	5,0	0,0		1 400,01	6,0	-1,0	-1,0
5		0,10	5,0	0,0		1 400,00	5,0	-10,0	-10,0
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible ± 200,0				



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES, DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20517976692

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC133 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Mozo

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	19,5 °C	19,6 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p.** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,10	0,10	5,0	0,0	0,0	0,20	5,0	0,0	0,0	100,0
0,20	0,20	5,0	0,0	0,0	1,00	6,0	-1,0	-1,0	100,0
1,00	1,00	6,0	-1,0	-1,0	10,00	5,0	0,0	0,0	100,0
10,00	10,00	5,0	0,0	0,0	20,00	6,0	-1,0	-1,0	100,0
20,00	20,00	5,0	0,0	0,0	100,00	5,0	0,0	0,0	100,0
100,00	100,00	5,0	0,0	0,0	500,00	5,0	0,0	0,0	100,0
500,00	500,00	6,0	-1,0	-1,0	1 000,00	6,0	-11,0	-11,0	200,0
1 000,01	1 000,00	5,0	-10,0	-10,0	2 000,00	5,0	-10,0	-10,0	300,0
2 000,01	2 000,00	5,0	-10,0	-10,0	3 000,00	6,0	-21,0	-21,0	300,0
3 000,02	3 000,00	6,0	-21,0	-21,0	4 200,00	6,0	-11,0	-11,0	300,0
4 200,01	4 200,00	6,0	-11,0	-11,0					

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E_d: Error en uso.
E_c: Error corregido



Lectura corregida $R_{correctada} = R + 0,00000605 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,00002^2 + 0,000000000052 \cdot R^2}$

13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 130 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978852

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC096 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

- 1. Expediente 230249
- 2. Solicitante INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
- 3. Dirección Av. Huancavelica N°235 - Chica - Huancayo - Junín
- 4. Equipo HORNO
 - Alcance Máximo De 0 °C a 300 °C
 - Marca A&A INSTRUMENTS
 - Modelo STHX-3A
 - Número de Serie 190944
 - Procedencia CHINA
 - Identificación IDC-83 (*)
 - Ubicación AREA DE CONCRETO Y SUELOS

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).

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.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

- 5. Fecha de Calibración 2023-12-01
- 6. Fecha de Emisión 2023-12-04

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESUS PEREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5585 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 750 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607970052

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC096 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

7. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-016 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

8. Lugar de calibración

AREA DE CONCRETO Y SUELOS
Av. Huancavelca N°235 - Chilca - Huancayo - Junín

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	58 %	58 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.
El controlador se selee en 110 °C

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
LABORATORIO ACREDITADO PESATEC LT-248-2022	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	0036-TPES-C-2023

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES
OF LABORATORY EQUIPMENT

RUC: 30007978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC096 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

12. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Temperatura del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	var T _{pr}
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	110,3	108,3	110,9	109,6	109,8	112,9	110,9	110,0	110,5	111,0	110,5	4,6
02	110,0	110,3	108,3	110,8	109,6	109,8	112,7	110,9	110,0	110,8	111,7	110,5	4,4
04	110,0	110,3	108,4	110,9	109,6	109,9	112,6	110,9	110,0	110,8	111,7	110,5	4,7
06	110,0	110,3	108,3	110,8	109,8	109,4	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,5	4,4
08	110,0	110,3	108,3	110,8	109,8	109,3	112,6	110,9	110,0	110,8	111,9	110,5	4,3
10	110,0	110,4	108,6	110,8	109,8	109,3	112,6	110,9	110,0	110,8	111,8	110,5	4,0
12	110,0	110,4	108,6	110,8	109,8	109,5	112,6	110,8	110,0	110,8	111,8	110,5	4,0
14	110,0	110,4	108,8	110,9	109,8	109,4	112,6	110,8	110,0	110,8	111,8	110,5	3,8
16	110,0	110,4	108,8	110,9	109,7	109,4	112,6	110,8	110,0	110,9	111,8	110,5	3,8
18	110,0	110,4	108,7	110,9	109,8	109,4	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,6	4,0
20	110,0	110,4	108,7	111,0	109,7	109,4	112,7	110,8	110,0	110,8	111,8	110,6	4,0
22	110,0	110,5	108,6	110,6	109,8	109,3	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,5	4,1
24	110,0	110,6	108,7	110,5	109,7	109,4	112,7	110,8	110,1	110,8	111,8	110,5	4,0
26	110,0	110,6	108,3	110,7	109,8	109,5	112,8	110,8	110,1	110,9	111,8	110,6	3,9
28	110,0	110,5	108,7	110,6	109,7	109,4	112,8	110,8	110,1	110,8	111,8	110,5	4,1
30	110,0	110,5	108,7	110,7	109,7	109,6	112,8	110,8	110,0	110,8	111,9	110,5	4,1
32	110,0	110,5	108,7	110,6	109,7	109,6	112,7	110,9	110,0	110,9	111,9	110,5	4,0
34	110,0	110,4	108,8	110,7	109,8	109,6	112,7	110,8	110,0	110,8	111,9	110,5	3,9
36	110,0	110,4	108,8	110,8	109,8	109,6	112,8	110,8	110,0	110,8	111,9	110,5	4,0
38	110,0	110,1	108,8	110,8	109,7	109,5	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,5	4,1
40	110,0	110,4	108,8	110,8	109,8	109,5	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,5	4,1
42	110,0	110,3	108,8	110,8	109,8	109,5	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,5	4,1
44	110,0	110,3	108,6	110,8	109,8	109,6	112,9	111,1	110,2	110,9	111,9	110,6	4,3
46	110,0	110,3	108,6	110,8	109,8	109,7	112,7	111,1	110,2	110,8	111,9	110,6	4,1
48	110,0	110,4	108,7	110,8	109,8	109,7	112,7	111,1	110,2	110,8	111,7	110,6	4,0
50	110,0	110,4	108,7	110,8	109,8	109,6	112,5	110,8	110,2	110,8	111,8	110,6	4,2
52	110,0	110,3	108,8	110,7	109,7	109,5	112,5	111,0	110,1	110,8	111,9	110,6	4,1
54	110,0	110,6	108,8	110,7	109,8	109,5	112,5	111,0	110,1	110,8	111,9	110,6	4,1
56	110,0	110,3	108,6	110,7	109,8	109,5	112,5	110,9	110,0	110,8	111,9	110,5	4,3
58	110,0	110,4	108,8	110,9	109,8	109,4	112,8	111,1	110,1	110,9	111,9	110,6	4,0
60	110,0	110,3	108,8	110,7	109,7	109,5	112,8	111,2	110,1	110,9	111,9	110,6	4,0
T.PROM	110,0	110,4	108,6	110,7	109,7	109,5	112,8	110,9	110,1	110,8	111,8	110,5	
T.MAX	110,0	110,6	108,9	111,0	109,9	109,9	112,9	111,1	110,2	110,9	111,9	110,6	
T.MIN	110,0	110,1	108,3	110,5	109,6	109,1	112,6	110,8	110,0	110,5	111,7	110,5	
DTT	0,0	0,3	0,6	0,5	0,3	0,8	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,3	



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 3535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL: 955 730 951 / 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIAL
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 2060797892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC096 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,3
Mínima Temperatura Medida	108,3	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,8	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	4,1	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,3	0,04
Uniformidad Medida	4,6	0,2

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,08 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL: 955 730 951; 913 190 374

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978992

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

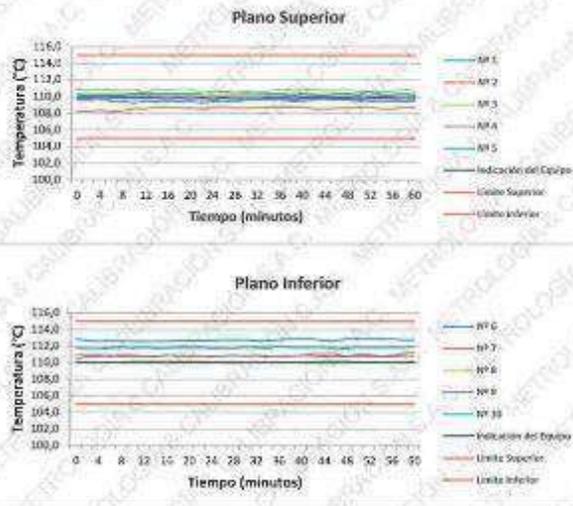
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC096 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5035 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL: 955 730 951, 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC096 - T - 2023***Metrología & calibración*
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 8 a 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 5 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

13. IncertidumbreLa incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA A NIVEL

RUC: 20607978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC078 - L - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Ingeniería

Página 1 de 3

1. Expediente	240249
2. Solicitante	INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)
Alcance de indicación	0 mm a 300 mm
División de Escala / Resolución	0,05 mm
Marca	INSIZE
Modelo	1205-300
Número de Serie	01828129
Procedencia	NO INDICA
Identificación	IDC-66 (*)
Tipo de indicación	ANALÓGICO
Ubicación	AREA DE CONCRETO Y SUELOS
5. Fecha de Calibración	2023-12-01
6. Fecha de Emisión	2023-12-04

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).

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.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESÚS PÉREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5925 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL: 955 730 957; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES
DE LABORATORIO FURUKAWA S.A.C

RUC: 20007978893

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC078 - L - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI, Quinta Edición.

8. Lugar de calibración

AREA DE CONCRETO Y SUELOS
Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junin

9. Condiciones Ambientales

	minima	máxima
Temperatura	20.3 °C	20.3 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

10. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0)	DM / INACAL LLA-005-2023
DM/LLA-303-2022 COMPARADOR DE BLOQUES PATRÓN		

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido en el instrumento.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

Av. PALMERAS 5555 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL: 955 730 851; 918 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC078 - L - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

12. Resultados de Medición

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN PROMEDIO DEL PIE DE REY		MÁXIMO ERROR ENCONTRADO (± μm)	ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS (± μm)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)		
10,00	10,00	9,99	10	50
20,00	20,00	20,00	0	50
50,00	50,01	50,00	10	50
100,00	100,00	100,00	0	50
150,00	150,01	150,00	10	50
200,00	200,02	200,00	20	50
300,00	300,02	300,01	20	50

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN : 32,2 μm ; para k=2

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.





METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20507978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC079 - L - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240249
2. Solicitante	INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)
Alcance de indicación	0 mm a 600 mm
División de Escala / Resolución	0.02 mm
Marca	INSIZE
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Identificación	IDC-07 (*)
Tipo de indicación	ANALÓGICO
Ubicación	AREA DE CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2023-12-01
6. Fecha de Emisión	2023-12-04

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).

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.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESUS PEREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5535 LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978893

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC079 - L - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: 'Procedimiento de Calibración de Pie de Rey' del SNM-INDECOPI, Quinta Edición.

8. Lugar de calibración

AREA DE CONCRETO
Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junin

9. Condiciones Ambientales

	minima	maxima
Temperatura	19,9 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

10. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0)	DM / INACAL LLA-005-2023
DM LLA-303-2022 COMPARADOR DE BLOQUES PATRÓN		

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido en el instrumento.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5035 - LOS OLIVOS - LIMA

CEL: 999 790 951; 919 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC079 - L - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

12. Resultados de Medición

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN PROMEDIO DEL PIE DE REY		MAXIMO ERROR ENCONTRADO (± μm)	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS (± μm)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)		
10,00	10,00	10,00	4	20
20,00	20,00	20,00	0	20
50,00	50,00	50,00	4	20
100,00	100,00	100,00	0	20
200,00	200,01	199,99	10	30
300,00	300,01	300,01	12	30
400,00	400,02	400,00	20	30

INCERTIDUMBRE DE MEDICION : 19,4 μm ; para k=2

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.





METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC105 - F - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	230249	<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 a a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN 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 DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.	
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chica - Huancayo - Junín	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	1000 kN	
Marca	UTEST	
Modelo	UTC-6231	
Número de Serie	18/000823	
Procedencia	CHINA	
Identificación	IBC-64 (*)	
Indicación	DIGITAL	<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>
Marca	UTEST	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kN	
Ubicación	AREA DE CONCRETO	
5. Fecha de Calibración	2023-12-01	
6. Fecha de Emisión	2023-12-04	

Sello

Jefe del Laboratorio

ÁNGEL JESÚS PÉREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5585 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL: 955 790 951 | 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20807978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC105 - F - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2008.

8. Lugar de calibración

AREA DE CONCRETO

Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C
Humedad Relativa	57 % HR	57 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Ceidas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 87747 / 2021-1 95857	Ceida de carga calibrado a 1500 kN	LEDI-PUCP INF-LE 014-23A

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- Se realizó la calibración hasta el 90 % debido a que el equipo no llega a su capacidad máxima.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA

TEL: 955 730 951; 912 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC105 - F - 2023**

Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 1

12. Resultados de Medición

%	Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia		
	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	F_4 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
20	200,0	200,0	200,1	200,0	200,0
30	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
40	400,0	400,0	400,0	399,9	400,0
50	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
60	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0
70	700,0	699,8	699,9	699,9	699,9
80	800,0	800,0	800,1	800,1	800,1
90	900,0	900,1	900,0	900,1	900,1
100	1000,0	1000,1	1000,2	1000,2	1000,2
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud g (%)	Repetibilidad h (%)	Reversibilidad v (kN)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	-0,01	0,04	---	0,10	0,17
200,0	-0,02	0,02	---	0,05	0,17
300,0	0,00	0,03	---	0,03	0,17
400,0	0,00	0,02	---	0,03	0,17
500,0	0,00	0,01	---	0,02	0,17
600,0	0,00	0,01	---	0,02	0,17
700,0	0,02	0,01	---	0,01	0,17
800,0	-0,01	0,01	---	0,01	0,17
900,0	-0,01	0,01	---	0,01	0,17
1000,0	-0,02	0,01	---	0,01	0,17

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (t_0)	0,00 %
---	--------

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.





METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607970092

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC097-T-2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 1

1. Expediente	230249
2. Solicitante	INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo Junín
4. Instrumento de medición	MEDIDOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (TERMOHIGROMETRO)
Marca	BOECO
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Identificación	IDC-65 (*)

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).

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.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN 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.

DESCRIPCIÓN	SENSOR DE HUMEDAD	SENSOR DE TEMPERATURA (OUT / IN)
ALCANCE DE INDICACIÓN	10 %RH a 99 %RH	-10 °C a 70 °C
RESOLUCIÓN	1 %RH	0,1 °C

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

5. Fecha de Calibración	01/12/2023 al 02/12/2023
6. Fecha de Emisión	2023-12-04

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESUS PEREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 720 931; 913 180 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC097-T-2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración de temperatura se efectuó por comparación directa con un termómetro patrón calibrado.
La calibración de humedad se efectuó por comparación directa con un termohigrómetro patrón calibrado.

8. Lugar de calibración

AREA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Av. Huancavelca N°235 - Chilca - Huancayo - Junín

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19,5	19,5
Humedad Relativa (%HR)	58	58

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología LT-008-2023/INACAL - DM	Termohigrómetro Patrón con Incertidumbre de 2,6 %HR	METROIL 1AT-0251-2023
LABORATORIO ACREDITADO (DM-INACAL) LT-249-2022	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,14 °C	0008-TPES-C-2023

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.





RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN (INDUSTRIALES)
OF. LABORATORY - INCEPISA SIVE

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC097-T-2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 3

12. Resultados de Medición

SENSOR DE TEMPERATURA INTERNO (Tipo IN)			
INDICACIÓN DEL TERMOMETRO	CORRECCIÓN	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
20,4	0,2	20,6	0,4
30,7	0,1	30,8	0,4
35,3	0,4	35,7	0,4

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + corrección

SENSOR DE TEMPERATURA EXTERNO (Tipo OUT)			
INDICACIÓN DEL TERMOMETRO	CORRECCIÓN	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
10,1	0,1	10,2	0,4
20,1	0,5	20,6	0,4
30,2	0,5	30,7	0,4

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + corrección

SENSOR DE HUMEDAD			
INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO	CORRECCIÓN	HUMEDAD CONVENCIONALMENTE VERDADERA	INCERTIDUMBRE
(%HR)	(%HR)	(%HR)	(%HR)
40,0	0,8	40,8	3,3
61,0	-0,5	60,5	3,3
82,0	-0,3	81,7	3,6

Humedad Convencionalmente Verdadera = Indicación del Higrómetro + corrección

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL: 955 730 951 | 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



PETICIONARIO:

BACH. PARIONA ARIAS LIZ

PROYECTO:

**“REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE
MINA EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO EN
VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO,
JUNÍN - 2022”**

2024



**CARACTERIZACIÓN
DE LOS
AGREGADOS**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto: 1. TIERRA: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022*

Expediente N°: 1. EXP-031-DC-2024

Peticionario: 1. Bach. PARIGONA ARIAS, LIZ

Ubicación: 1. HUANCAYO, JUNÍN

Estructura: 1. VARIOS

Código de formato: 1. DM-WF-EX-01V. REV. 01 FECHA 2021-02-11

Fecha de recepción: 1. Septiembre 22

Centro: 1. PILCOMAYO

N° de muestra: 1. M1

Clase de material: 1. AGREGADO GRUESO

Norma: 1. NTP 400.012

Ensayado por: 1. AYD

Fecha de emisión: 1. 2024-06-14

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS
AGREGADO GRUESO

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012

Tamaño Máximo Nominal (TMM) : 3/4"
 Módulo de Finura (MF) : 7.35

TAM #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	ESTENSO PASADO (%)	ESTENSO AJUSTADO (%)	PASANTE (%)
2"	50.80	0.00	0.00	5.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	017.50	35.71	26.71	63.29
1/2"	12.70	260.00	41.37	78.09	21.91
3/8"	9.53	1014.00	21.07	99.95	0.04
N° 4	4.75	0.00	0.00	99.96	0.04
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.96	0.04
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.96	0.04
FONDO		0.94	0.04	100.00	0.00
TOTAL		2362.18	100.00		

Módulo Compensado : HUSO 08



2. PESO UNITARIO - NTP 400.017

Peso Unitario Suelto: 1361.02 kg/m³
 Peso Unitario Compensado: 1563.51 kg/m³

ITEM	M-1	M-2	M-3
Peso de recipiente (g)	4523.00	4900.00	4800.00
Volumen de molde (LTS)	12.70	12.70	12.70
Muestra Suelta - recipiente (g)	2210.00	2370.00	2300.00
Muestra Compensada - recipiente (g)	2510.00	2670.00	2600.00
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1.36	1.39	1.33
Peso Unitario Compensado (kg/m ³)	1.56	1.55	1.55

4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.021

Peso específico de masa: 2.51 g/cm³
 Peso específico SSS: 2.53 g/cm³
 Peso específico aparente: 2.56 g/cm³
 Absorción: 0.75 %

ITEM	P-1	P-2	P-3
Peso de agregado seco SSS (g)	4151.0		
Peso de agregado saturado (g)	5172.0		
Peso de agregado seco (g)	4151.0		
Peso Específico de Masa (g/cm ³)	2.51		
Peso Específico SSS (g/cm ³)	2.53		
Peso Específico Aparente (g/cm ³)	2.56		
Absorción (%)	0.75		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.025

Contenido de Humedad: 0.57 %

ITEM	W-1
Masa de recipiente (g)	315.20
Masa de recipiente + Agreg. Humedo (g)	4125.60
Masa de recipiente + Agreg. Seco (g)	4100.00
Masa de agregado húmedo (g)	3808.30
Masa de agregado seco (g)	3745.70
Contenido de Humedad (%)	0.57

PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO

RESUMEN	
Tamaño Máximo Nominal	3/4" (19.05)
Módulo de Finura	7.35
Contenido de Humedad	0.57 (%)
Peso unitario suelto (PUS)	1361.02 (kg/m ³)
Peso unitario compensado (PUC)	1563.51 (kg/m ³)
Peso Específico de Masa	2.51 (g/cm ³)
Absorción	0.75 (%)

[Firma]
 Ing. Mario C. Llano Ordóñez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 20000

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto: 1. TERMINAL DE REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MEDIANAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022

Expediente N°: 1. EXP-031-DC-2024
 Peligrosidad: 1. Bach. PARICHA ARDAS, Liz
 Ubicación: 1. HUANCAYO JUNIN
 Estructura: 1. VARIOS
 Código de formato: 1. DIN MF-EX-01 / REV 01 / FECHA 2021-02-11
 Fecha de recepción: 1. Septiembre 22

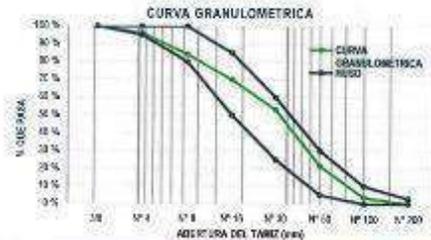
Centro: 1. PILCOMAYO
 N° de muestra: 1. M1
 Clase de material: 1. AGRÉGADO FINO
 Norma: 1. NTP 400.012
 Ensayado por: 1. AYD
 Fecha de emisión: 1. 2024-06-14

**PROPIEDADES DE LOS AGRÉGADOS
 AGRÉGADO FINO**

1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012

Módulo de Finura (MF): 2.72

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	FRASANTE (%)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	34.15	3.94	3.94	96.06
Nº 8	2.360	172.43	11.82	15.76	84.24
Nº 16	1.180	725.33	14.23	30.00	70.00
Nº 30	0.600	147.82	17.03	47.03	52.97
Nº 50	0.300	274.02	31.62	78.63	21.37
Nº 100	0.150	134.30	17.80	96.43	3.57
Nº 200	0.075	26.25	3.42	99.85	0.15
FONDO		1.23	0.14	100.00	
TOTAL		866.83	100.00		



2. PESO UNITARIO - NTP 400.017

Peso Unitario Suelto: 1607.44 kg/m³
 Peso Unitario Compactado: 1741.45 kg/m³

ITEM	M-1	M-2	M-3
Peso de Muestra (gr)	2274.020	2274.03	2274.61
Volumen de molde (cm ³)	3241.00	3241.00	3241.00
Muestra Suelta + Volde (cc)	1499	1493	1491
Muestra Compactada + Molds (cc)	791.2	793.4	793.0
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1.51	1.51	1.51
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1.74	1.74	1.74

4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.022

Peso específico de Masa: 2.54 g/cm³
 Peso específico SSS: 2.88 g/cm³
 Peso específico Aparar: 2.85 g/cm³
 Absorción: 1.87 %

ITEM	P.S
Peso de Tara (gr)	97.63
Peso de Fiezo (gr)	188.04
Peso del agregado en estado SSS (cc)	520.00
Peso de Fiezo + Arena + Agua (cc)	865.12
Peso del agregado seco (gr)	578.47
Volumen de Fiezo (cm ³)	451.00
Peso Especifico de Masa (g/cm ³)	2.54
Peso Especifico SSS (g/cm ³)	2.88
Peso Especifico Aparar (g/cm ³)	2.85
Absorción (%)	1.87

3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 333.185

Contenido de Humedad: 1.17 %

ITEM	M-1	M-2
Peso de Tara (gr)	102.65	
Tara + Agregado Humedo (gr)	866.23	
Tara + Agregado Seco (gr)	637.62	
Peso de agregado húmedo (gr)	743.58	
Peso de agregado seco (gr)	734.97	
Contenido de Humedad (%)	1.17	

PROPIEDADES DEL AGRÉGADO FINO

RESUMEN	
Módulo de Finura	2.72
Contenido de Humedad	1.17 (%)
Peso específico de masa (PUS)	1607.44 (kg/m ³)
Peso Unitario compactado (PUC)	1741.45 (kg/m ³)
Peso Especifico de masa	2.54 (g/cm ³)
Absorción	1.87 (%)

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
Peticionario: Bach. PARIONA AREAS, Liz
Ubicación: HUANCAYO JUNÍN
Estructura: VARIOS
Clase de material: Relave de Mina.
Fecha de emisión: 2024-06-14

ASTM C136/C136M-19 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

Tipo de Material: Relave de Mina.

TAMIZ	ABERTURAS CUADRADAS "mm"	MASA RETENIDO, g	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3 m	125.00	0.00	0.00	0.00	100.00
4 m	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3 3/4 in.	96.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3 in.	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 3/4 in.	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 in.	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 3/4 in.	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1 in.	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 in.	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2 in.	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8 in.	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 30	0.600	22.20	3.69	3.69	96.31
No. 50	0.300	230.30	41.65	45.34	54.66
No. 100	0.150	151.60	25.72	70.57	29.43
No. 200	0.075	121.60	20.23	90.80	9.20
FONDO		55.30	9.20	100.00	0.00



* Probabilidad

* Se empleó balanza Ohaus de sensibilidad de 0.01 g, medida en horno a 110 °C.

Nota:

Todos los ensayos se realizaron bajo condiciones controladas.



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DEL LABORATORIO
Ing. Ingrid L. Usaco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 107480

Avenida Huancavelica N° 225 Esquina
con Pje. San Andrés - Referencia a
una cuadra de la Comisaría de Chilca.
(FRENTE AL GRUPO MAZECHE)



965287894 / 964743431



grupeiingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad
puede comunicarse a:
grupeiingecontperu@gmail.com



DISEÑOS DE MEZCLAS

- ✚ **Convencional**
- ✚ **Conv. con 10% de relave de mina**
- ✚ **Conv. con 20% de relave de mina**
- ✚ **Conv. con 30% de relave de mina**

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)

OBRA: TESIS: "REUTILIZACION DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIN - 2022"
 SOLICITA: Bach. PARIONA ARIAS, LIZ
 CANTERA: PILCOMAYO
 FECHA: 2024-06-14
 DISEÑO: Mezcla Fc=280 kg/cm²

CONCRETO: $f_c = 280$ Kg/cm ²							
CARACTERST.	PESO ESPECIFICO (KMG)	MOLEDO DE PIEZA	HUMEDAD NATURAL %	PORCENTAJE DE ABSORCION	PESO SECO SUELTO (KMG)	PESO SECO COMPACTADO (KMG)	TAMAÑO MAXIMO
CEMENTO	3100	--	--	--	3.15		
AGREG. FINO	2538.38	2.72	1.17	1.87	1807.44	1741.45	1/4"
AGREG. GRUESO	2508.82	7.36	0.57	0.76	1381.82	1563.61	3/4"

VALORES DE DISEÑO

1) Fc Kg/cm²: 385
 2) ASENTAMIENTO: 3" a 4"
 3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1/2"
 4) CON AIRE INCORPORADO: S
 5) VOL. DE AGREG. GRUESO: 0.558
 % DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:
 6) RELACION DE A/C: 0.465
 7) AGUA: 216 Lt.

FACTOR CEMENTO: 465 Kg/m³
 CANTIDAD DE AGREG. GRUESO: 873 Kg/m³
 CANTIDAD DE AGREG. FINO: 663 Kg/m³

VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO: 0.150 m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA: 0.216 m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE: 0.025 m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO: 0.348 m³
 SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG.: 0.739 m³
 PASTA: 0.3908 m³
 MORTERO: 0.6521 m³

SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO: 0.739 m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO: 0.261 m³
 TOTAL: 1.000 m³

CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO
 CEMENTO: 465 Kg/m³
 AGUA: 216 Lt/m³
 AGREGADO FINO: 662.58 Kg/m³
 AGREGADO GRUESO: 872.87 Kg/m³
COEFICIENTE DE APORTE POR m³ DE CONCRETO
 CEMENTO: 10.9 Bolsas
 AGUA: 222.3 Lt
 AGREGADO FINO: 0.41 m³
 AGREGADO GRUESO: 0.63 m³

CORRECCION POR HUMEDAD
 FINO HUM.: 670 Kg/m³
 GRUESO HUM.: 878 Kg/m³
CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS
 AGREGADO FINO: -0.70 %
 AGREGADO GRUESO: -0.19 %
 VOLUMEN DE AGUA: -6.29 Lt
 AGUA DE MEZ. CORRIG. POR HUM.: 222 Lt/m³

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD
 CEMENTO: 464.52 Kg/m³
 AGUA: 222.29 Lt/m³
 AGREG. FINO HUMEDO: 670.35 Kg/m³
 AGREG. GRUESO HUMEDO: 877.84 Kg/m³
VOLUMEN APARENTE EN PIE³
 CEMENTO: 10.9
 AGUA: 20.34
 ARENA: 14.55
 GRAVA: 22.3

PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN PIE ³		DOSIFICACION EN m ³	
Cemento :	1 42.50	Cemento :	1 Bolsas	Cemento :	10.93 Bolsas
Agua :	0.479 20.34	Agua :	20.34 L	Agua :	0.222 m ³
Arena :	1.44 61.33	Arena :	1.33 Pie ³	Arena :	0.42 m ³
Grava :	1.89 80.32	Grava :	2.04 Pie ³	Grava :	0.64 m ³

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 Ing. Ingrid S. Luazo Urubides
 INGENIERA CIVIL

Av. Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chila (FRENTE AL GRUPO MAZECCO)

965287896 / 964163431

gruposingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede consultarse a: gruposingecontperu@gmail.com

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)

OBRA: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVO DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
 SOLICITA: Bach. PARIONA ARIAS, Liz
 CANTERA: PILCOMAYO
 FECHA: 2024-06-14
 DISEÑO: Mezcla f'c=280 kg/cm², Con reutilización de 10% de Relavó de Mina.

CONCRETO:		f'c = 280		Kg/cm ²			
CARACTERÍST.	PESO ESPECÍFICO K/M ³	VOLUMEN DE AGREGADO FINO	HUMEDAD NATURAL %	POCENTAJE DE ABSORCIÓN	PESO SECO SUELTO K/M ³	PESO SECO COMPACTADO K/M ³	TAMAÑO MÁXIMO
CEMENTO	3100	---	---	---	3.15		
AGREG. FINO	2536.38	2.72	1.17	1.87	1607.44	1741.45	1/4"
AGREG. GRUESO	2508.82	7.36	0.57	0.76	1381.02	1563.61	3/4"

VALORES DE DISEÑO

1) f'c Kg/cm²: 365
 2) ASENTAMIENTO: 3" a 4"
 3) TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1/2"
 4) CON AIRE INCORPORADO: s
 5) VOL. DE AGREG. GRUESO: 0.558
 6) DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:
 8) RELACION DE AG: 0.465
 7) AGUA: 216 Lt.

FACTOR CEMENTO: 465 Kg/m³
 CANTIDAD DE AGREG. GRUESO: 873 Kg/m³
 CANTIDAD DE AGREG. FINO: 663 Kg/m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO: 0.150 m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA: 0.216 m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE: 0.025 m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO: 0.348 m³
 SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG.: 0.739 m³
 PASTA: 0.3908 m³
 MORTERO: 0.6521 m³
 SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO: 0.739 m³
 VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO: 0.261 m³
 TOTAL: 1.000

CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO
 CEMENTO: 465 Kg/m³
 AGUA: 216 Lt/m³
 ADREGADO FINO: 662.58 Kg/m³
 ADREGADO GRUESO: 872.87 Kg/m³
 COEFICIENTE DE APORTE POR m³ DE CONCRETO
 CEMENTO: 10.9 Bolsas
 AGUA: 222.3 Lt
 AGREGADO FINO: 0.41 m³
 AGREGADO GRUESO: 0.63 m³

CORRECCION POR HUMEDAD
 FINO HUM.: 670 Kg/m³
 GRUESO HUM.: 878 Kg/m³
 CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS
 AGREGADO FINO: -0.70 %
 AGREGADO GRUESO: -0.18 %
 VOLUMEN DE AGUA: -6.29 Lt
 AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.: 222 Lt/m³

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD
 CEMENTO: 464.52 Kg/m³
 AGUA: 222.29 Lt/m³
 AGREG. FINO HUMEDO: 870.35 Kg/m³
 AGREG. GRUESO HUMEDO: 877.84 Kg/m³
 VOLUMEN APARENTE EN PIE³
 CEMENTO: 10.9
 AGUA: 20.34
 ARENA: 14.55
 GRAVA: 22.3

PROPORCIÓN EN PESO			PROPORCIÓN EN VOLUMEN PIE ³			DOSIFICACION EN m ³		
Cemento	1	42.50	Cemento	1	Bolsas	Cemento	10.93	Bolsas
Agua	0.479	20.34	Agua	20.34	L	Agua	0.222	m ³
Arena	1.30	55.20	Arena	1.20	Pie ³	Arena	0.38	m ³
Grava	1.89	80.32	Grava	2.04	Pie ³	Grava	0.64	m ³
10% Relavó de Mina	0.14	6.13	10% Relavó de Mina	0.13	Pie ³	10% Relavó de Mina	0.04	m ³

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (AGI - 211)

OBRA : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
 SOLICITA : Excm. PARIONA ARIAS, Liz
 DISEÑO : Mezcla F'c=280 kg/cm², Con reutilización de 20% de Relave de Mina.
 CANTERA : PILCOMAYO
 FECHA : 2024-05-14

CONCRETO: $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$							
CARACTERÍST.	PESO ESPECÍFICO (KMG)	HUMEDAD DE MEZCLA (%)	HUMEDAD NATURAL (%)	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	PESO SECO SUELTO (KMG)	PESO SECO COMPACTADO (KMG)	TAMAÑO MÁXIMO
CEMENTO	3100	---	---	---	3.15		
AGREG. FINO	2536.38	2.72	1.17	1.87	1607.44	1741.45	1/4"
AGREG. GRUESO	2508.62	7.36	0.57	0.78	1381.02	1563.61	3/4"

VALORES DE DISEÑO	
1) F'c (Kg/cm ²)	385
2) ASCENTAMIENTO	3" a 4"
3) TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2"
4) CON AIRE INCORPORADO	5
5) VOL. DE AGREG. GRUESO	0.558
6) RELACION DE A/C	0.465
7) AGUA	216 LT.
FACTOR CEMENTO:	465 Kg/m ³
CANTIDAD DE AGREG. FINO:	873 Kg/m ³
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:	863 Kg/m ³
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:	0.150 m ³
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:	0.216 m ³
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:	0.025 m ³
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:	0.348 m ³
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :	0.739 m ³
PASTA:	0.3908 m ³
MORTERO:	0.6521 m ³
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:	0.739 m ³
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:	0.261 m ³
TOTAL:	1.000

CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO		COEFICIENTE DE APOORTE POR m ³ DE CONCRETO	
CEMENTO:	465 Kg/m ³	CEMENTO:	10.9 Bolsas
AGUA:	216 Lit/m ³	AGUA:	222.3 Lt
AGREGADO FINO:	862.59 Kg/m ³	AGREGADO FINO:	0.41 m ³
AGREGADO GRUESO:	872.87 Kg/m ³	AGREGADO GRUESO:	0.63 m ³

CORRECCION POR HUMEDAD		CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS	
FINO HUM.:	0.70 Kg/m ³	AGREGADO FINO:	-0.70 %
GRUESO HUM.:	8.78 Kg/m ³	AGREGADO GRUESO:	-0.19 %
		VOLUMEN DE AGUA:	-6.29 Lt
		AGUA DE MEZ. CORRÉG. POR HUM.:	222 Lit/m ³

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD		VOLUMEN APARENTE EN PIE ³	
CEMENTO:	464.52 Kg/m ³		10.9
AGUA:	222.29 Lit/m ³		20.34
AGREG. FINO HUMEDO:	870.35 Kg/m ³		14.55
AGREG. GRUESO HUMEDO:	877.84 Kg/m ³		22.3

PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN PIE ³		DOSIFICACION EN m ³	
Cemento :	1 42.50	Cemento :	1 Bolsas	Cemento :	10.63 Bolsas
Agua :	0.479 20.34	Agua :	20.34 L	Agua :	0.222 m ³
Arena :	1.15 48.07	Arena :	1.07 Pie ³	Arena :	0.33 m ³
Grava :	1.89 80.32	Grava :	2.04 Pie ³	Grava :	0.64 m ³
20% Relave de Mina :	0.28 12.27	Mina :	0.27 Pie ³	20% Relave de Mina :	0.08 m ³

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 Ing. Ingrid L. Lizaso Osofista
 INGENIERA CIVIL
 grupo@ingecopar.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 grupo@ingeconperu@gmail.com

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica. (FRENTE AL GRUPO MAZEDON)

061 281704 / 947493478

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)

OBRA : TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022
 SOLICITA : Bach. PARIONA ARIAS, Liz
 CANTERA : PILCOMAYO
 FECHA : 2024-06-14
 DISEÑO : Mezcla F'c=280 kg/cm2, Con reutilización de 30% de Relave de Mina.

CONCRETO: F'c = 280 Kg/cm2							
CARACTERÍST.	PESO ESPECÍFICO (K/m3)	MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm2)	HUMEDAD NATURAL (%)	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	PESO SECO SUELTO (K/m3)	PESO SECO COMPACTADO (K/m3)	TAMAÑO MÁXIMO
CEMENTO	3100	—	—	—	3.15	—	—
AGREG. FINO	2536.38	2.72	1.17	1.87	1607.44	1741.45	1/4"
AGREG. GRUESO	2508.82	7.36	0.57	0.76	1381.02	1563.61	3/4"

VALORES DE DISEÑO

1) F'c (Kg/cm2):	365	6) RELACION DE AC:	0.455
2) ASFENTAMIENTO:	3" a 4"	7) AGUA:	216 Lt.
3) TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:	1/2"		
4) CON AIRE INCORPORADO:	s		
5) VOL. DE AGREG. GRUESO:	0.558		
% DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO:			

FACTOR CEMENTO:	465	Kg/m3		
CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:	873	Kg/m3		
CANTIDAD DE AGREG. FINO:	663	Kg/m3		
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:	0.150	m3		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:	0.216	m3		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:	0.025	m3		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:	0.348	m3	PASTA:	0.3908 m3
SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:	0.736	m3	MORTERO:	0.6521 m3
SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:	0.739	m3		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:	0.261	m3		
TOTAL:	1.000			

CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO		COEFICIENTE DE APORTE POR m³ DE CONCRETO	
CEMENTO:	465 Kg/m3	CEMENTO:	10.9 Bolsas
AGUA:	216 Lt/m3	AGUA:	222.3 Lt
AGREGADO FINO:	662.69 Kg/m3	AGREGADO FINO:	0.41 m3
AGREGADO GRUESO:	872.87 Kg/m3	AGREGADO GRUESO:	0.63 m3

CORRECCION POR HUMEDAD		CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS	
FINO HUM.:	670 Kg/m3	AGREGADO FINO:	-0.70 %
GRUESO HUM.:	879 Kg/m3	AGREGADO GRUESO:	-0.19 %
		VOLUMEN DE AGUA:	-6.29 Lt
		AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:	222 Lt/m3

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD		VOLUMEN APARENTE EN PIE³	
CEMENTO:	464.52 Kg/m3		10.9
AGUA:	222.29 Lt/m3		20.34
AGREG. FINO HUMEDO:	670.35 Kg/m3		14.55
AGREG. GRUESO HUMEDO:	877.84 Kg/m3		22.3

PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN PIE³		DOSIFICACION EN m³	
Cemento :	1 42.50	Cemento :	1 Bolsas	Cemento :	10.93 Bolsas
Agua :	0.479 20.34	Agua :	20.34 L	Agua :	0.222 m³
Arena :	1.01 42.93	Arena :	0.93 Pie³	Arena :	0.29 m³
Grava :	1.89 80.32	Grava :	2.04 Pie³	Grava :	0.64 m³
30% Relave de Mina :	0.43 18.40	30% Relave de Mina :	0.40 Pie³	30% Relave de Mina :	0.13 m³

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica. (FRENTE AL GRUPO MAZUCHO)

95251914 / 96343431

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. David L. Lizaso Ordóñez
 INGENIERIA CIVIL
 C.O. INGENIEROS

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: grupingecontperu@gmail.com



ASENTAMIENTO

- ✚ **Convencional**
- ✚ **Conv. con 10% de relave de mina**
- ✚ **Conv. con 20% de relave de mina**
- ✚ **Conv. con 30% de relave de mina**

Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
Peticionario : Bach. PARIONA ARIAS, Liz
Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN
Estructura : VARIOS
Expediente N° : EXP-031-IDC-2024
Código de formato : C-F-AS-EX01/Rev.03/2022-10-01
Cantera : PILCOMAYO
Clase de material : CONCRETO Fc=210 kg/cm²
Ensayado por : AYG
Fecha de emisión : 2024-06-14
Página : 01 de 01

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND
 NTP 339.035**

Muestra: Convencional - CONCRETO Fc=280 kg/cm²

Item	M-01	M-02	M-03
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	4 "	3 4/5"	4 "
Promedio de asentamiento (pulg)	4 "		
Asentamiento (mm)	101.6 mm	96.8 mm	101.6 mm
Promedio de asentamiento (mm)	99.8 mm		

Muestra: Convencional - CONCRETO Fc=280 kg/cm² Con reutilización de 10% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	3 1/2"	3 3/5"	3 1/2"
Promedio de asentamiento (pulg)	3 1/2"		
Asentamiento (mm)	88.9 mm	91.4 mm	88.9 mm
Promedio de asentamiento (mm)	89.7 mm		

Muestra: Convencional - CONCRETO Fc=280 kg/cm² Con reutilización de 20% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	3 2/7"	3 2/5"	3 2/9"
Promedio de asentamiento (pulg)	3 3/8"		
Asentamiento (mm)	83.8 mm	86.4 mm	86.4 mm
Promedio de asentamiento (mm)	85.5 mm		

Muestra: Convencional - CONCRETO Fc=280 kg/cm² Con reutilización de 30% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	3 "	3 1/9"	3 1/9"
Promedio de asentamiento (pulg)	3 "		
Asentamiento (mm)	76.2 mm	78.7 mm	78.7 mm
Promedio de asentamiento (mm)	77.9 mm		

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras entregadas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- * La data del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ingrid L. Lucero Orozco
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 169450

Avenida Huancavelica N° 225 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica. (FRENTE AL GRUPO MAZEDON)

965297896 / 964743431

grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a grupoingecontperu@gmail.com



TEMPERATURA

- ✚ Convencional
- ✚ Conv. con 10% de relave de mina
- ✚ Conv. con 20% de relave de mina
- ✚ Conv. con 30% de relave de mina

Proyecto	: TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022*	Cantera	: PILCOMAYO
Peticionario	: Bach. PARIONA ARIAS, Liz	Clase de material	: CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO - JUNÍN	Ensayado por	: Y.Z.L.Z.
Estructura	: VARIOS	Fecha de emisión	: 2024-06-14
Expediente N°	: EXP-031-IDC-2024	Página	: 01 de 01
Código de formato	: C-F-T-EX01 Rev.03/2022-10-01		

**TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO
 NTP 339.184**

Muestra: Mezcla $f_c=280 \text{ kg/m}^3$ - Convencional

Item	M-01	M-02	M-03
Hora de mezclado	09:00 AM	09:00 AM	09:00 AM
Temperatura ambiente	18.5 °C	18.6 °C	18.5 °C
Humedad relativa en %	36%	34%	36%
Temperatura del concreto	22.6 °C	22.7 °C	22.7 °C
Promedio de temperatura del concreto	22.7 °C		

Muestra: Convencional - CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/m}^3$ Con reutilización de 10% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Hora de mezclado	09:00 AM	09:00 AM	09:00 AM
Temperatura ambiente	18.5 °C	18.6 °C	18.5 °C
Humedad relativa en %	35%	34%	35%
Temperatura del concreto	23.1 °C	23.2 °C	23.2 °C
Promedio de temperatura del concreto	23.2 °C		

Muestra: Convencional - CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/m}^3$ Con reutilización de 20% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Hora de mezclado	09:00 AM	09:00 AM	09:00 AM
Temperatura ambiente	18.5 °C	18.6 °C	18.5 °C
Humedad relativa en %	36%	34%	36%
Temperatura del concreto	22.8 °C	22.6 °C	22.6 °C
Promedio de temperatura del concreto	22.7 °C		

Muestra: Convencional - CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/m}^3$ Con reutilización de 30% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Hora de mezclado	09:00 AM	09:00 AM	09:00 AM
Temperatura ambiente	18.5 °C	18.6 °C	18.5 °C
Humedad relativa en %	35%	34%	35%
Temperatura del concreto	21.9 °C	22.0 °C	22.1 °C
Promedio de temperatura del concreto	22.0 °C		

OBSERVACIONES

- * Este presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INSTITUTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, TÉRMICA Y AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE LIMA
 J.A.F.E. DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Blanco Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 380460

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Ferriera de Chica. (FRENTE AL GRUPO MAZEDES)

96287894 / 964763438

gruporingeconperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: gruporingeconperu@gmail.com



CONTENIDO DE AIRE

- ✚ **Convencional**
- ✚ **Conv. con 10% de relave de mina**
- ✚ **Conv. con 20% de relave de mina**
- ✚ **Conv. con 30% de relave de mina**

Proyecto: TESIS "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIN - 2022"
Peticionario: Bach. PARICMA ARIAS, Liz.
Ubicación: HUANCAYO - JUNIN
Estructura: VARIOS
Expediente N°: EXP-031-IDC-2024

Cantera: PILCOMAYO
Clase de material: CONCRETO / RELAVE DE MINA
Ensayado por: Y.Z...Z
Fecha de emisión: 2024.05.14
Página: 01 de 01

CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLA DE CONCRETO FRESCO, POR EL METODO DE PRESIÓN - NTP 339.083

Muestra: Mezcla Fc=280 kg/cm² - Convencional

Item	M-01	M-02	M-03
Volumen C.W. (cm ³)	6864	6864	6864
Masa de la C.W. (gr)	3510	3510	3510
Tipo de medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire (%)	1.20%	1.25%	1.20%
Promedio de contenido de aire (%)	1.22%		

Muestra: Convencional - CONCRETO Fc=280 kg/cm² Con reutilización de 10% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Volumen C.W. (cm ³)	6864	6864	6864
Masa de la C.W. (gr)	3510	3510	3510
Tipo de medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire (%)	1.30%	1.40%	1.40%
Promedio de contenido de aire (%)	1.37%		

Muestra: Convencional - CONCRETO Fc=280 kg/cm² Con reutilización de 20% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Volumen C.W. (cm ³)	6864	6864	6864
Masa de la C.W. (gr)	3510	3510	3510
Tipo de medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire (%)	1.50%	1.50%	1.56%
Promedio de contenido de aire (%)	1.52%		

Muestra: Convencional - CONCRETO Fc=280 kg/cm² Con reutilización de 30% de Relave de Mina.

Item	M-01	M-02	M-03
Volumen C.W. (cm ³)	6864	6864	6864
Masa de la C.W. (gr)	3510	3510	3510
Tipo de medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire (%)	1.60%	1.65%	1.70%
Promedio de contenido de aire (%)	1.65%		

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llano Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189460



TIEMPO DE FRAGUA

- ↓ Convencional
- ↓ Conv. con 10% de relave de mina
- ↓ Conv. con 20% de relave de mina
- ↓ Conv. con 30% de relave de mina

Proyecto : TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022
 Peticionario : Bach. PARONA ARIAS, Liz
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN
 Estructura : VARIOS
 Expediente N° : EXP-031-DC-2024
 Código de formato : C-F-TF-EX01 Rev.03/2022-10-01
 Cantera : PILCOMAYO
 Clase de material : Mezcla C₃₀-250 kg/m³ Convencional
 Ensayado por : Y.Z.L.Z
 Fecha de emisión : 2024-06-14

Página : 01 de 34

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Especimen ensayado : Molde D1 T° Ambiente al inicio del ensayo : 19.1 °C
 Hora de muestreo : 09:05 AM T° Ambiente al final del ensayo : 19.6 °C
 Temperatura del concreto : 21.5 °C

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
09:05	00:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:06	06:00	300 min	1.18"	1	80.0	80.0	6.2
14:36	06:30	330 min	4/8"	1/2	79.0	158.0	11.1
15:06	06:00	360 min	4/7"	1/4	73.0	292.0	20.5
16:36	06:30	390 min	1/3"	1/10	68.0	680.0	47.5
16:05	07:00	420 min	1/4"	1/20	61.0	1220.0	86.8
16:35	07:30	450 min	1/6"	1/40	53.0	2120.0	149.1
17:05	08:00	488 min	1/6"	1/40	100.0	4000.0	281.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 PSI Fraguado Final: 4000 PSI

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

Fragua Inicial (500 PSI)	=	377 min	=	6.29 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	488 min	=	8.13 horas

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducción en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- * La dosis del agua se estableció en concordancia a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

WU
 WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT
 WIEN VIENNA UNIVERSITY OF
 TECHNOLOGY
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VIENNA
 ACCREDITADO POR AGENCIAS DE CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN

Av. Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica (FRENTE AL GRIFO MAZOCHE)

95287894 / 94474337

grupo@ingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 grupo@ingeocontperu@gmail.com

Proyecto: TESIS "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
Peticionario: Bsch. FARIÑA ARIAS Liz
Ubicación: HUANCAYO - JUNÍN
Estructura: VARIOS
Expediente N°: EXP-031-IDC-2024
Código de formato: C-F-TR-EXD1 Rev.03/2022-10-01
Cantera: PILCOMAYO
Clase de material: Mezcla Fc=280 kg/cm² - Concreto
Ensayado por: Y.Z.L.Z.
Fecha de emisión: 2024-06-14
Página: 02 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Especimen ensayado: Molde 02
Horas de mezclado: 05:10 AM
T° Ambiente a inicio del ensayo: 19,6 °C
T° Ambiente al final del ensayo: 19,5 °C
Temperatura del concreto: 21,5 °C

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
09:10	00:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:06	04:55	295 min	1/8"	1	56.0	88.0	6.0
14:35	06:25	325 min	4/7"	1.2	80.0	160.0	11.2
15:05	05:55	355 min	4/7"	1.4	72.0	288.0	20.2
15:35	06:25	385 min	1/3"	1.70	69.0	690.0	48.5
16:05	06:55	415 min	1/4"	1.20	59.0	1180.0	83.0
16:34	07:25	445 min	1/5"	1.60	54.0	2160.0	151.9
17:05	07:55	483 min	1/5"	1.60	100.0	4000.0	291.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 300 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

Fraguado Inicial (500 psi)	=	373 min	=	6.21 horas
Fraguado final (4000 psi)	=	483 min	=	8.04 horas

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a los resultados obtenidos y entregados por el cliente al laboratorio.
- * Los datos del ensayo se establecieron en concordancia a la ficha técnica y especificaciones del fabricante.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Angim L. Urbino Delgado
 INGENIERA CIVIL

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica. (FRENTE AL DRIFD MAZECHO)

965287894 / 964743471

grupegcecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: **grupegcecontperu@gmail.com**

Proyecto : TESIS "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"

Peticionario : Bach. PARIONA ARIAS, LIZ

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Estructura : VÁRDCS

Expediente N° : EXP-031-DC 2024

Código de formato : C-F-1F-EK01 Rev.03/2022-10-01

Cantera : P.LCOMAYO

Clase de material : Masa de concreto P=200 kg/cm³ - Concreto (c)

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

Fecha de emisión : 2024-06-14

Página : 23 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Espejimen ensayado : Molde 03 T° Ambiente al inicio del ensayo : 19.6 °C
 Hora de mezclado : 09:00 AM T° Ambiente al final del ensayo : 19.7 °C
 Temperatura del concreto : 21.6 °C

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Díametro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
09:00	09:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:05	09:05	305 min	1.18"	1	88.0	88.0	6.2
14:35	09:35	335 min	4.5"	1/2	87.0	162.0	11.4
15:05	09:05	365 min	4.7"	1/4	73.0	292.0	20.5
15:35	09:35	395 min	1.3"	1/10	70.0	700.0	49.2
16:05	07:35	425 min	1.4"	1/20	60.0	1200.0	84.4
16:35	07:35	455 min	1.6"	1/40	65.0	2600.0	184.7
17:05	08:05	485 min	1.6"	1/40	100.0	4000.0	281.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 302 min = 5.03 horas Fraguado Final: 481 min = 8.01 horas

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

Fraguado Inicial (500 psi)	=	302 min	=	5.03 horas
Fraguado Final (4000 psi)	=	481 min	=	8.01 horas

OBSERVACIONES

* El presente documento no deberá replicarse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reprografía o ser fotostático.
 * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras obtenidas y entregadas por el cliente al laboratorio.
 * La dosis del cemento se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Agrifil C. Lizaso Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 180480

Proyecto	: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MVA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIN - 2022"		
Peticionario	: Bdr. PARICNA ARIAS, LR	Cartera	: PILDOMAYO
Ubicación	: HUANCAYO - JUNIN	Clase de material	: Mezcla Fc=280 kg/cm ² - Convencional
Estructura	: VARICES	Ensayado por	: Y.Z.L.Z.
Expediente N°	: EXP-031-IDC-2024	Fecha de emisión	: 2024-05-14
Código de formato	: C.F.-I.P.-EX011 Rev 03/2022-10-01	Página	: 04 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 338.082

Resumen del tiempo de fragua de mezcla de concreto en los especímenes ensayados:

Molde 01

Fragua inicial (500 psi)	=	377 min	=	6.29 horas
Fragua final (4000 psi)	=	488 min	=	8.13 horas

Molde 02

Fragua inicial (500 psi)	=	373 min	=	6.21 horas
Fragua final (4000 psi)	=	483 min	=	8.04 horas

Molde 03

Fragua inicial (500 psi)	=	382 min	=	6.37 horas
Fragua final (4000 psi)	=	491 min	=	8.19 horas

Promedio

Fragua inicial (500 psi)	=	377 min	=	6.29 horas
Fragua final (4000 psi)	=	487 min	=	8.12 horas

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 J.E.F. DE LABORATORIO

 Ing. Jorge E. Manco Córdova
 INGENIERIA CIVIL
 CIP N° 161880

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducción en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- * La dosis del agua se estableció en conformidad a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIN - 2022"

Peticionario : Bach. PARIONA ARIAS, Lid

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Estructura : VARICOS

Expediente N° : EXP-031-1CC-2024

Código de formato : C.F. TF-EX01/Rev 03/2022-10-01

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : Mezcla Fc=280 kg/cm²- 10% de Relave de Mina

Fecha de emisión : 2024-05-14

Página : 02 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Especimen ensayado : Molde 02

Temperatura ambiente al inicio del ensayo : 19,2 °C

Temperatura ambiente al final del ensayo : 19,2 °C

Temperatura del concreto : 20,7 °C

Hora de muestreo : 09:05 AM

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
05:00	00:00	0 min	0	0	0,0	0	0,0
14:56	06:00	300 min	1 1/8"	1	28,0	28,0	2,0
14:35	06:30	330 min	4/5"	1,2	33,0	66,0	4,6
15:05	06:00	360 min	4/7"	1,4	34,0	136,0	9,6
15:35	08:30	360 min	1/3"	1,10	36,0	360,0	26,3
16:05	07:00	420 min	1/4"	1,20	43,0	860,0	60,6
15:35	07:30	450 min	1/6"	1,40	36,0	1560,0	109,7
17:05	08:00	493 min	1/8"	1,40	100,0	4000,0	261,2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

Fraguado Inicial (500 psi)	=	402 min	=	6.70 horas
Fraguado Final (4000 psi)	=	493 min	=	8.22 horas

OBSERVACIONES

- * El presente documento no altera la validez de la autorización emitida por el laboratorio, solo es caso de revalidación en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras controladas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- * La dosis del eductivo se ajustó en concordancia a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ing. Ingrid C. Blanco Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP 48140

Avenida Huancavelica N° 239 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica (FRENTE AL GRUPO NAZQUE)



965287894 / 966763431



grupoingcontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
grupoingcontperu@gmail.com

Proyecto : TESIS "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"

Peticionario : Bach. PARONA ARIAS, Lz

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-031-00-2024

Código de formato : C-F-TF-EX010Rev.03/2022-10-01

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : Mezcla Pó-280 kg/m² 10% de Relave de Vna

Fecha de emisión : 2024-08-14

Página : 03 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Especimen ensayado : Molds 03
 Hora de mezclado : 09:05 AM
 T° Ambiente al inicio del ensayo : 19.1 °C
 T° Ambiente al final del ensayo : 19.1 °C
 Temperatura del concreto : 20.7 °C

Hora de ensayo	Tiempo (hora)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
08:55	00:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:05	05:00	300 min	1.05"	1	37.0	37.0	2.6
14:25	05:30	330 min	4.05"	1.2	32.0	64.0	4.5
15:05	06:00	360 min	4.07"	1.4	37.0	148.0	10.4
15:35	06:30	390 min	1.03"	1.70	41.0	410.0	28.8
16:05	07:00	420 min	1.94"	1.20	39.0	780.0	54.8
16:35	07:30	450 min	1.85"	1.40	35.0	1440.0	101.2
17:05	08:00	480 min	1.85"	1.40	100.0	4000.0	281.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido

Fragua Inicial (500 psi)	=	402 min	=	6.71 horas
Fragua final (4000 psi)	=	500 min	=	8.34 horas

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducción en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras recibidas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- * La data del informe se establece en consideración a la foto técnica o especificaciones del fabricante.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ingrid E. Lasso Orellana
 INGENIERA CIVIL
 CIR N° 180480

Avenida Maacavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Carretera de Chilca. (FRENTE AL GRUPO MAZECHI)

952297894 / 954763431

grupogecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 grupogecontperu@gmail.com

Proyecto : TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022*

Peticionario : Bach. PARIONA ARBAS, Liz

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP.001-DC-2024

Código de formato : C-F-TF-CKD1Rev.03/2022-10-01

Centro : PILCOMAYO

Clase de material : Mezcla Fc=280 kg/cm² - 10% de Relave de Mina

Fecha de emisión : 2024-05-14

Página : 04 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Resumen del tiempo de fraguado de mezcla de concreto en los especímenes ensayados:

Molde 01

Fragua inicial (500 psi)	=	398 min	=	6.64 horas
Fragua final (4000 psi)	=	498 min	=	8.25 horas

Molde 02

Fragua inicial (500 psi)	=	402 min	=	6.70 horas
Fragua final (4000 psi)	=	493 min	=	8.22 horas

Molde 03

Fragua inicial (500 psi)	=	402 min	=	6.71 horas
Fragua final (4000 psi)	=	500 min	=	8.34 horas

Promedio

Fragua inicial (500 psi)	=	401 min	=	6.68 horas
Fragua final (4000 psi)	=	496 min	=	8.27 horas

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llanos Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIR. N° 1166480

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del Ministerio, salvo en caso de reproducción de información.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- * La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Proyecto: : TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022
Peticionario: : Bach. PARIONA ARIAS LIZ
Ubicación: : HUANCAYO - JUNÍN
Estructura: : VARIOS
Expediente N°: : EXP-091-IDC-2024
Código de formato: : C-F-TF-EX01/Rev.03/2022-10-01
Centro: : PUCOMAYO
Clase de material: : Alceola FIC-280 kg/cm²- 20% de Relave de Mina
Fecha de emisión: : 2024-06-14

Página : 01 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Especimen ensayado: : Molde D1
Temperatura ambiente al inicio del ensayo: : 19.1 °C
Hora de mezclado: : 08:50 AM
Temperatura ambiente al final del ensayo: : 19.1 °C
Temperatura del concreto: : 20.7 °C

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
08:50	00:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:05	06:15	315 min	1.18"	1	39.0	39.0	2.7
14:35	06:45	345 min	4.5"	1.2	44.0	88.0	6.2
15:05	06:15	375 min	4.7"	1.4	41.0	164.0	11.5
15:35	06:45	405 min	5.2"	1.10	47.0	470.0	33.0
16:05	07:15	435 min	5.4"	1.20	49.0	850.0	60.5
16:35	07:45	465 min	5.6"	1.40	60.0	1600.0	112.5
17:05	08:15	507 min	5.6"	1.40	100.0	4000.0	281.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 PSI Fraguado Final: 4000 PSI

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

Fraguado Inicial (500 PSI)	=	411 min	=	6.85 horas
Fraguado Final (4000 PSI)	=	507 min	=	8.44 horas

OBSERVACIONES:

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducción de su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras obtenidas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- * La clase del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Ingrid E. Llanos Córdova
INGENIERA CIVIL
SUP. N° 14466

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica (FRENTE AL GRIFO MAJECHO)



945287894 / 944743437



gruopingcontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: gruopingcontperu@gmail.com

Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
Peticionario : Bach. PARIONA ARIAS, LP
Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN
Estructura : VARIOS
Expediente N° : EXP-031-CC-2024
Código de formato : C.F.-TF-EX011 Rev.03/2022-10-01
Cantera : PILCOMAYO
Clase de material : Mezcla Fc=280 kg/cm²- 27% de Relave de Mina
Fecha de emisión : 2024-05-14
Página : 03 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Especimen ensayado : M01de 03
 Hora de mezclado : 08:45 AM
 T° Ambiente al inicio del ensayo : 19.1 °C
 T° Ambiente al final del ensayo : 19.1 °C
 Temperatura del concreto : 20.7 °C

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
08:45	00:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:05	05:20	320 min	1.18"	1	45.0	45.0	3.2
14:35	05:50	350 min	4.8"	1/2	82.0	84.0	5.9
15:05	06:20	380 min	4.7"	1/4	45.0	180.0	12.7
15:35	06:50	410 min	1.5"	1/70	49.0	490.0	34.5
16:05	07:20	440 min	1.4"	1/20	48.0	960.0	67.6
16:35	07:50	470 min	1.6"	1/40	43.0	1720.0	123.9
17:05	08:20	500 min	1.6"	1/40	100.0	4000.0	281.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido

Fragua Inicial (500 psi)	=	414 min	=	6.90 horas
Fragua final (4000 psi)	=	511 min	=	8.51 horas

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse ni su utilización es de carácter exclusivo del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a los muestreos realizados y analizados por el cliente al laboratorio.
- * La data del informe se estableció en concordancia a la ficha técnica o especificaciones del proyecto.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Angel A. Castillo Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 D.P. N° 169-960

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Camisería de Chica. (FRENTE AL GRIFO MAZEDCH)

95287894 / 964743421

gruposincoarperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 gruposincoarperu@gmail.com

Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIN - 2022"

Peticionario : Bsch. PARIONA ARIAS, Lú

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP 031-JDC-2024

Código de formato : C-F-TF-EX01/Rev 03/2022-10-01

Cantera : PLOOMAYO

Clase de material : Mezcla Fc=280 kg/cm²- 20% de Relave de Mina.

Fecha de emisión : 2024-05-14

Página : 01 de 01

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.062

Resumen del tiempo de fragua de mezcla de concreto en los especímenes ensayados:

Molde 01

Fragua Inicial (500 psi)	=	411 min	=	6.85 horas
Fragua final (4000 psi)	=	507 min	=	8.44 horas

Molde 02

Fragua Inicial (500 psi)	=	415 min	=	6.91 horas
Fragua final (4000 psi)	=	505 min	=	8.41 horas

Molde 03

Fragua Inicial (500 psi)	=	414 min	=	6.90 horas
Fragua final (4000 psi)	=	511 min	=	8.51 horas

Promedio

Fragua Inicial (500 psi)	=	413 min	=	6.89 horas
Fragua final (4000 psi)	=	507 min	=	8.46 horas

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Ingrid L. Umanco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N.º 180 180

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a los ensayos realizados y entregados por el cliente al laboratorio.
- * La fecha del análisis se estableció en consideración a la fecha de inicio de ensayos en el laboratorio.

Proyecto : TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELIEVE DE MNA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022

Peticionario : Bach. PARIONA ARIAS, Lz.

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-031-DC-2024

Código de formato : C-F-TF-EX01/Rov.03/2023-10-01

Centro : PLDOMAYO

Clase de material : Mezcla Fc=260 kg/m³ - 30% de Relieve de Mns.

Fecha de emisión : 2024-06-14

Página : 01 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Especimen ensayado : Molde 01

Hora de mezclado : 06:40 AM

T° Ambiente al inicio del ensayo : 19.2 °C

T° Ambiente al final del ensayo : 19.2 °C

Temperatura del concreto : 20.6 °C

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
08:40	00:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:05	06:25	325 min	1 1/8"	1	41.0	41.0	2.9
14:35	06:55	355 min	4/5"	1.2	45.0	92.0	6.5
15:05	06:25	385 min	4/7"	1.4	43.0	172.0	12.1
15:35	06:55	415 min	1/3"	1.10	45.0	450.0	31.6
16:05	07:25	445 min	1/4"	1.20	48.0	960.0	67.5
16:35	07:55	475 min	1/8"	1.40	42.0	1650.0	118.1
17:05	08:25	517 min	1/6"	1.40	100.0	4000.0	281.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 PSI Fraguado Final: 4000 PSI

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

Fraguado Inicial (500 PSI)	=	420 min	=	7.01 horas
Fraguado Final (4000 PSI)	=	517 min	=	8.62 horas

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras sometidas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- * La data del informe se estableció en concordancia a la fecha de emisión o especificaciones del fabricante.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
ING. INGRID L. LIZASO ORDÓÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 10440

Proyecto : TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MNA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VISAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO JUNIN - 2022

Peticionario : Bach. PARIONA ARIAS, Liz

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-031-DC-2024

Código de formato : C-F-TF-EX01/Rev.03/2022-10-01

Cantero : PILCOMAYO

Clase de material : Mezcla Fc=280 kg/cm²- 30% de Relave de Mns

Fecha de emisión : 2024-06-14

Página : 02 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.682

Especimen ensayado : Molde 02

hora de mezclado : 08:35 AM

T° Ambiente al inicio del ensayo : 19.2 °C

T° Ambiente al final del ensayo : 19.2 °C

Temperatura del concreto : 20.7 °C

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
08:35	00:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:05	06:30	330 min	1.18"	1	40.0	40.0	2.8
14:35	06:00	390 min	4/5"	1/2	39.0	78.0	5.6
15:05	06:30	390 min	4/7"	1/4	45.0	180.0	12.7
15:35	07:00	420 min	1/3"	1/10	48.0	480.0	33.7
16:06	07:30	450 min	1/4"	1/20	49.0	980.0	68.9
16:35	08:00	480 min	1/5"	1/40	38.0	1520.0	106.8
17:05	08:30	522 min	1/8"	1/40	100.0	4000.0	281.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

Fraguado Inicial (500 psi)	=	426 min	=	7.10 horas
Fraguado final (4000 psi)	=	522 min	=	8.69 horas

OBSERVACIONES:

- * El presente documento no admite reproducción sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducción en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y ensayadas por el cliente al momento.
- * La data del activo se establece en consideración a la hora de la especificación del fabricante.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 A.P.E. DE LABORATORIO

[Firma]
Ing. Ingrid L. Llano Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189490

Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN Y GAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIN - 2022"
Peticionario : Sr. PARICNA ARIAS, Lú
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN
Estructura : VARIOS
Expediente N° : EXP-031-DC-2024
Código de formato : G-P-TF-EX01/Rev.03/2022-10-01
Cantera : PILCOMAYO
Clase de material : Mezcla Fc=280 kg/m² - 30% de Relave de Mina.
Fecha de emisión : 2024-05-14
Página : 03 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Especimen ensayado : Molde 03
Hora de mezclado : 08:35 AM
T° Ambiente al inicio de ensayo : 19.1 °C
T° Ambiente al final del ensayo : 19.1 °C
Temperatura del concreto : 20.7 °C

Hora de ensayo	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)	Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
08:35	00:00	0 min	0	0	0.0	0	0.0
14:05	05:30	330 min	1.18"	1	49.0	49.0	3.4
14:35	06:00	360 min	4/8"	1/2	43.0	86.0	6.0
15:05	06:30	390 min	4/7"	1/4	42.0	168.0	13.5
15:35	07:00	420 min	1/3"	1/10	43.0	430.0	30.2
16:05	07:30	450 min	1/4"	1/20	45.0	900.0	63.3
16:35	08:00	480 min	1/3"	1/6	38.0	1440.0	101.2
17:05	08:30	510 min	1/8"	1/40	100.0	4000.0	281.2



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

Frague Inicial (500 psi)	=	426 min	=	7.13 horas
Frague final (4000 psi)	=	532 min	=	8.87 horas

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducción en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a los modelos estándar y entregados por el cliente al momento.
- * La fecha del informe se estableció en consideración a la fecha de inicio y ejecución de los trabajos.

Ing. Ingrid L. Blanco Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIR. N° 100480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Demarcación de Chica. (FRENTE AL GRUPO MAZETA)

95287974 / 95474343

grupoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 grupoingeocontperu@gmail.com

Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIN - 2022"

Peticionario : BARRI, PATRICIA ARIAS, L.R.

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-031-IDD-2024

Código de formato : C-F-7F-EX01/Rev.03/2022-10-01

Carrera : PISCOMAYO

Clase de material : Mezcla FIC-250 kg/m³ - 30% de Relave de Mina.

Fecha de emisión : 2024-06-14

Página : 04 de 04

TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082

Resumen del tiempo de fragua de muestra de concreto en los especímenes ensayados:

Molde 01

Fragua inicial (500 psi)	=	420 min	=	7.01 horas
Fragua final (4000 psi)	=	517 min	=	8.62 horas

Molde 02

Fragua inicial (500 psi)	=	425 min	=	7.10 horas
Fragua final (4000 psi)	=	522 min	=	8.69 horas

Molde 03

Fragua inicial (500 psi)	=	428 min	=	7.13 horas
Fragua final (4000 psi)	=	532 min	=	8.87 horas

Promedio

Fragua inicial (500 psi)	=	425 min	=	7.08 horas
Fragua final (4000 psi)	=	524 min	=	8.73 horas

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Miguel L. Usco Ordóñez
INGENIERIA CIVIL
CIP. N° 160480

OBSERVACIONES

- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducción en su totalidad.
- † Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras recibidas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- ‡ La fecha del análisis se estableció en concordancia a la fecha técnica o expedición del laboratorio.



EXUDACIÓN

- ✚ **Convencional**
- ✚ **Conv. con 10% de relave de mina**
- ✚ **Conv. con 20% de relave de mina**
- ✚ **Conv. con 30% de relave de mina**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto	: TESIS: 'REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022'		
Expediente N°	: EXP-031-2023-024	Cantón	: PUCOMAYO
Código de formato	: ANEX-01 REV 1 (FECHA 2021-03-11)	N° de muestra	: 36-01
Peticionario	: Bch. PARIONA ARIAS, Luz	Clase de material	: Mezcla Pcr 380 kg/cm ² - Convencional
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AYO
		Fecha de reporte	: 14-06-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
 NTP 339.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.3	0.3	0.03
02	10 min	20 min	0.4	0.7	0.04
03	10 min	30 min	0.6	1.3	0.06
04	10 min	40 min	0.6	1.9	0.06
05	30 min	70 min	0.5	2.4	0.02
06	30 min	100 min	0.3	2.7	0.01
07	30 min	130 min	0.2	2.9	0.01
08	30 min	160 min	0.2	3.1	0.01
09	31 min	191 min	0.0	3.1	0.00
10	32 min	223 min	0.0	3.1	0.00



Clasificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag. Fino	80.94 kg
Ag. Grueso	98.81 kg
FIBRA DE VIDRIO AL 2%	0.85 kg
Agua	21.83 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Molde N°	C
Volumen del molde (cm ³)	25800
Casca N°	3
N° de gatas	25
Mezcla del molde (kg)	11.75
Masa del molde + la muestra (kg)	58.950
Masa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm ²)	779.31
Volumen de agua exudado por unidad de superficie (ml/cm ²)	0.004

Agua de Exudación = 0.00 ml/cm²

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Ingrid L. Llanco Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 169480

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-031-IPC-2024	Cantón	: PILCOMAYO
Código de formato	: AA-EX-01/REV.01/FEDMA 2021-02-11	N° de muestra	: 98-01
Peticionario	: Sack PARIONA ARIAS, Lt	Claso de material	: Mezcla Fc=280 kg/m ³ - Convencional
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Morma	: NP 329.677
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AYO
		Fecha de análisis	: 14-06-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación (\%) = \left(\frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left(\frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tona}} \right) \times \text{Vol. de agua en la tona}$$

$$\text{Vol. Total exudado} = 03.10 \text{ ml}$$

$$\text{Vol. Agua en molde} = 4.09 \text{ Lit} = 4092.84 \text{ ml}$$

$$\text{Exudación} = 0.076\%$$

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.8. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
EPA DEL LABORATORIO
Ing. Ingrid L. Llano Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 180440

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TERS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIRAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022		
Expediente N°	: EXP-001-DEC-2024	Ciudad	: HILCOMAYO
Código de formato	: AA-EX-001 REV. FECHAS 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: Bach. PARIONA ARIAS, Liza	Clase de material	: Masa F'c=283 kg/cm³ - Convencional
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 338.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AVG
		Fecha de emisión	: 14-06-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
 NTP 338.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	16 min	0,3	0,3	0,03
02	10 min	26 min	0,4	0,7	0,04
03	10 min	36 min	0,6	1,3	0,06
04	10 min	46 min	0,6	1,9	0,06
05	30 min	76 min	0,7	2,6	0,02
06	30 min	106 min	0,3	2,9	0,01
07	30 min	136 min	0,2	3,0	0,01
08	30 min	166 min	0,0	3,0	0,00
09	31 min	197 min	0,0	3,0	0,00
10	32 min	229 min	0,0	3,0	0,00



Definición del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag. Fino	80.94 kg
Ag. Grueso	38.81 kg
FIBRA DE VIDRIO AL 2%	0.85 kg
Agua	21.63 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{Volumen total exudado}{Área expuesta al concreto}$$

Moldo N°	C
Volumen del molde (cm³)	25000
Capas N°	3
N° de gajos	26
Área del molde (m²)	11.75
Área del molde - la muestra (m²)	08.050
Área de la muestra (m²)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm²)	779.31
Volumen de agua agregado por unidad de superficie (l/m²)	0.034

Agua de Exudación = 0.00 ml/cm²

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 LABORATORIO
 Ing. Ronald L. Llanos Ordóñez
 INGENIERIA CIVIL
 CIP. N° 188480



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MEZCLAS DE SUELOS, ASFALTO Y ASFALTO
- FORTALECIMIENTO Y RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS
- ESTUDIOS DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE INGENIERÍA

- COMPAÑIA VENTA Y ALMACÉN DE MATERIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- FUENTE DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VISAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-031-10C-2022	Cedera	: PILCOMAYO
Código de formato	: AA-EX-01-REV.01/FECHA 2022-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: Bact. PAROMA ARAS, Liz	Clase de material	: Mezcla f'c=283 kg/cm ² - Convencional
Ubicación	: HUANCAYO, JUNÍN	Norma	: NTP 339.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AVS
		Fecha de ensayo	: 14-06-24

Página 2 de 2

6. Exudación en porcentaje

$$Exudación (\%) = \left(\frac{Volúmen total exudado}{Volúmen de agua de la mezcla en el molde} \right) \times 100$$

$$Vol. \text{ agua en molde} = \left(\frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tina}} \right) \times Vol. \text{ de agua en la tina}$$

Vol. Total exudado = 02.87 ml
 Vol. Agua en molde = 4.03 L = 4092.84 ml

Exudación = 0.073%

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse en la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 5. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 V.P. DE LABORATORIO

 Ing. David E. Manco Orosio
 INGENIERIA CIVIL
 DIP. N° J 50560

Avenida Huancavelica N° 238 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chécs. (FRENTE AL GRUPO MAZZEO)

945287874 / 947403431

grupoingencontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 grupoingencontperu@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS "REUTILIZACIÓN DE RELAVI DE MMA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-021-DC-2024	Centro	: PILCOMAYO
Código de formato	: AA-EX-01 REV.01/FICHA 2021-02-11	N° de muestra	: N-03
Peticionario	: Bch. PATRICIA ARNAS, Ltr	Casa de muestra	: Masa Plástica kg/cm ² - Convencional
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 338.077
Definición	: VARIOS	Ensayado por	: AVG
		Fecha de ensayo	: 14-09-24

EXUDACIÓN DEL CONCRETO
NTP 338.077

Página 1 de 2

Medición	Δt (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.3	0.3	0.03
02	10 min	20 min	0.6	0.9	0.06
03	10 min	30 min	0.5	1.4	0.05
04	10 min	40 min	0.6	2.0	0.06
05	30 min	70 min	0.5	2.5	0.02
06	30 min	100 min	0.6	3.1	0.02
07	30 min	130 min	0.0	3.1	0.00
08	30 min	160 min	0.0	3.1	0.00
09	31 min	191 min	0.0	3.1	0.00
10	32 min	223 min	0.0	3.1	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag Fino	80.92 kg
Ag Grueso	98.81 kg
FIBRA DE VIDRIO AL 2%	0.85 kg
Agua	21.63 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Muestra N°	C
Volumen del molde (cm ³)	25800
Capas N°	3
N° de placas	25
Masa de la muestra (kg)	11.75
Masa del molde + la muestra (kg)	58.050
Masa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.6
Área expuesta del concreto (cm ²)	778.31
Volumen de agua exudada por unidad de superficie (ml/cm ²)	0.004

Agua de Exudación = 0.00 ml/cm²

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Agust E. Marco Cruzales
 INGENIERIA CIVIL
 D.O. N° 109920

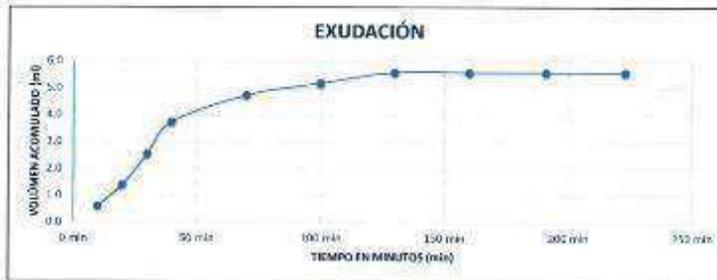
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VISAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-031-DC-2020	Cantera	: PLECOMAYO
Código de formato	: AN-EX-01 REV.01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: N-01
Peticionario	: ESCR. PARIONA ARIAS, LIZ	Capa de material	: Mezcla P<=200 kg/cm ² - 10% de Relave de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO, JUNÍN	Norma	: NTP 339.077
Estructura	: VARIOS	Elaborado por:	: AYG
		Fecha de emisión	: 14-06-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
NTP 339.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.6	0.6	0.06
02	10 min	20 min	0.8	1.4	0.08
03	10 min	30 min	1.2	2.6	0.12
04	10 min	40 min	1.2	3.8	0.12
05	30 min	70 min	1.0	4.8	0.03
06	30 min	100 min	0.6	5.2	0.02
07	30 min	130 min	0.1	5.0	0.01
08	30 min	160 min	0.0	5.0	0.00
09	31 min	191 min	0.0	5.0	0.00
10	32 min	223 min	0.0	5.0	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag. Fino	81.36 kg
Ag. Grueso	98.82 kg
FIBRA DE VIDRIO AL 1%	0.43 kg
Agua	21.63 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Moldo N°	C
Volumen del molde (cm ³)	2500.0
Capas N°	3
N° de golpes	20
Masa del molde (kg)	13.75
Masa de resaca + muestra (kg)	58.000
Masa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm ²)	778.31
Volumen de agua ex. cada por unidad de superficie N° (ml/cm ²)	0.007

Agua de Exudación = 0.01 ml/cm²



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-031-ISC-2024	Centro	: PI. COMAYO
Código de formato	: AA-EX-011 REV. 01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: Bach. PARONA ARIAS, Liz	Clase de material	: Mezcla F' = 280 kg/cm ² - 10% de Nalava de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO, JUNÍN	Norma	: NTP 330.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AFD
		Fecha de análisis	: 14-08-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación [\%] = \left(\frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left(\frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la mezcla}} \right) \times \text{Vol. de agua en la mezcla}$$

Vol. Total exudado = 85.60 ml
Vol. Agua en molde = 4.09 Lit = 4092.81 ml

Exudación = 0.137%

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, así como la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N° 002-99-INDECOPI-CRT-ART. 5. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Ing. Hugo L. Blanco Cruz
INGENIERIA CIVIL
CIP N° 118450

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TERMI: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022		
Expediente N°	: EXP-031-DC-2022	Caratera	: PÍLODWAYO
Código de formato	: AMEX-01 REV.01 FECHA 28/1-02-11	N° de muestra	: M-03
Peticionario	: SACH. PARQOMA ARIAS, Liz	Código de material	: Mezcla F=280 kg/m ³ - 10% de Relave de Mina
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 338.077
Estructura	: VARIOS	Elaborado por	: AYC
		Fecha de emisión	: 18-06-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
 NTP 338.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0,7	0,7	0,07
02	10 min	20 min	0,86	1,56	0,07
03	10 min	30 min	1,1	2,66	0,11
04	10 min	40 min	0,9	3,56	0,09
05	30 min	70 min	1,3	4,86	0,04
06	30 min	100 min	0,6	5,46	0,02
07	30 min	130 min	0,4	5,86	0,01
08	30 min	160 min	0,0	5,86	0,00
09	31 min	191 min	0,0	5,86	0,00
10	32 min	223 min	0,0	5,86	0,00



Dotificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.60 kg
Aq Fino	81.36 kg
Aq Grueso	98.82 kg
FIBRA DE VIDRIO AL 1%	0.43 kg
Agua	21.83 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Molde N°	0
Volumen del molde (cm ³)	25800
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	11,75
Masa del molde + la muestra (kg)	58,050
Masa de la muestra (kg)	46,300
Área expuesta del molde (cm ²)	31,5
Área expuesta del concreto (cm ²)	779,31
Volumen de agua exudada por un cm ² de superficie (ml/cm ²)	0,007

Agua de Exudación = 0,01 ml/cm²



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP. 031-DOC-2024	Cantón	: PILCOMAYO
Código de formato	: AA-EX-01 REV.01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: Dact. PARONA ARIAS, Liz	Cara de muestra	: Mezcla Fc=200 kg/cm ² - 10% de Relave de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 333.077
Estructura	: VARIOS	Empaque por	: AVG
		Fecha de ensayo	: 14-06-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación (\%) = \left(\frac{Volumen total exudado}{Volumen de agua de la mezcla en el molde} \right) \times 100$$

$$Vol. agua en molde = \left(\frac{Peso del concreto en el molde}{Peso total en la muestra} \right) \times Vol. de agua en la tanda$$

Vol. Total exudado = 05.58 ml
 Vol. Agua en molde = 4.09 Lts = 4092.81 ml

Exudación = 0.136%

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.5 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 OFICINA DEL LABORATORIO

 Ingrid E. Alvarado Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 120480

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TCRS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIDAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022		
Expediente N°	: EXP 031-DC-2024	Colección	: PLICOMAYO
Código de formato	: AA-EX-IV REV 01/FEDNA 021-03-11	N° de muestra	: M-02
Pediontario	: Tect. PARONA ARIAS, Lic	Clase de material	: Muestra P=780 kg/cm ² - 10% de Relave de Masa.
Ubicación	: HUANCAYO - JUNÍN	Norma	: NTP 339.077
Estructura	: VARIOS	Elaborado por	: AIG
		Fecha de emisión	: 14/04/24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
NTP 339.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT [min]	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.3	0.3	0.03
02	10 min	20 min	0.8	0.8	0.05
03	10 min	30 min	0.9	1.6	0.05
04	10 min	40 min	0.9	2.7	0.06
05	30 min	70 min	0.9	3.6	0.03
06	30 min	100 min	1.1	4.7	0.04
07	30 min	130 min	0.8	5.4	0.03
08	30 min	160 min	0.0	5.4	0.00
09	31 min	191 min	0.0	5.4	0.00
10	32 min	223 min	0.0	5.4	0.00



Definición del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag. Fino	51.36 kg
Ag. Grueso	58.82 kg
FIBRA DE VIDRIO AL 1%	0.43 kg
Agua	27.53 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta del concreto}}$$

Molde N°	C
Volumen del molde (m ³)	25900
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	11.75
Masa del molde + la muestra (kg)	55.050
Masa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm ²)	779.31
Volumen de agua exudado por unidad de superficie (V) (ml/cm ²)	0.007

Agua de Exudación = 0.01 ml/cm²

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
CALLE LOS LAGUNEROS
[Firma]
Ing. Iván L. Ramos Ordóñez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 180400

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-014/DC 2024	Ciudad	: PE. COMAYO
Código de formato	: AA-03-01 REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-23
Peticionario	: Sact. PARONA ARMAS, Ltz	Ciudad de muestra	: Macca P=250 kg/cm ² - 10% de Relave de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 306.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AYD
		Fecha de emisión	: 14-03-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$\text{Exudación (\%)} = \left(\frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left(\frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

Vol. Total exudado = 05.41 ml
Vol. Agua en molde = 4.09 Litros = 4092.81 ml

Exudación = 0.132%

NOTAS:

- Muestra e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- Resolución N°002-98-INDECOP-ORT-ART.8: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificador del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



ING. INGRID L. USCO ORDOÑEZ S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ing. Ingrid L. Usco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 159440

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TERIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVÉ DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022*		
Expediente N°	: EXP-031-00-2024	Cantera	: PLACOMAYO
Código de formato	: AM-1-01 REV.01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-21
Peticionario	: Bach. PARIONA JARIAS, L.a	Clase de muestra	: Muestra F'c=28 kg/cm ² - 20% de Relavé de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 338.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AYJ
		Fecha de ensayo	: 14-06-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
 NTP 338.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	1.5	1.5	0.15
02	10 min	20 min	1.8	3.1	0.18
03	10 min	30 min	1.7	4.8	0.17
04	10 min	40 min	1.7	6.5	0.17
05	30 min	70 min	2.4	8.9	0.08
06	30 min	100 min	1.7	10.6	0.06
07	30 min	130 min	1.8	12.4	0.06
08	30 min	160 min	0.0	12.4	0.00
09	31 min	191 min	0.0	12.4	0.00
10	32 min	223 min	0.0	12.4	0.00



Definición del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag. Fino	81.79 kg
Ag. Grueso	98.87 kg
Convencional	0.00 kg
Agua	21.83 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{Volumen total exudado}{Área expuesta al concreto}$$

Molde N°	C
Volumen del molde (cm ³)	25000
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	11.75
Masa del molde + la muestra (kg)	58.087
Masa de la muestra (kg)	46.337
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm ²)	779.31
Volumen de agua en (litros) por unidad de superficie-V (ml/cm ²)	0.016

Agua de Exudación = 0.02 ml/cm²

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Ingrid L. Llano Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 560190

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESS : REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022		
Expediente N°	: EXP-001-DC 2024	Centro	: PL. COMAYO
Código de formato	: AM-01-011 REV. 01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: Srta. PARIANA ARIAS, LR	Clase de material	: Mezcla F _{cm} 285 kg/cm ² - 20% de Relave de Mina,
Ubicación	: HUANCAYO - JUNÍN	Norma	: NTP 339.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AVG
		Fecha de ensayo	: 14-05-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
NTP 339.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	1.1	1.1	0.11
02	10 min	20 min	1.8	2.9	0.15
03	10 min	30 min	1.2	4.1	0.12
04	10 min	40 min	1.7	5.8	0.17
05	30 min	70 min	1.5	7.3	0.05
06	30 min	100 min	3.1	10.4	0.10
07	30 min	130 min	2.1	12.5	0.07
08	30 min	160 min	0.0	12.5	0.00
09	31 min	191 min	0.0	12.5	0.00
10	32 min	223 min	0.0	12.5	0.00



Dasificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag Fino	81.79 kg
Ag Grueso	56.82 kg
Convencional	0.00 kg
Agua	21.63 kg

a. Exudación por unidad de áreas

Exudación = $\frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$

Muestra N°	C
Volumen del molde (cm ³)	25800
Cáscas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	11.75
Masa del molde + la muestra (kg)	58.050
Masa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm ²)	779.31
Volumen de agua exudado por unidad de superficie (ml/cm ²)	0.016

Agua de Exudación = 0.02 ml/cm²

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llano Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 115430



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

SERVICIOS DE:

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 + CONSULTORÍA Y DISEÑO
 + EDUCACIÓN DE OBRAS
 + CONSULTORÍA DE PROYECTOS

+ COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN E ADMISIÓN
 + VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
 + CAPACITACIONES
 + ASesorIA EN PROYECTO DE INVERSIÓN



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-021-INC-2024	Ciudad	: HUANCAYO
Código de formato	: AA-03-41 REV.01/FEDCHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: Bch. PARIONA ARAS, Ltz	Cantidad de material	: Mezcla f'c=280 kg/cm² - 30% de Relave de Mina
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.077
Estructura	: VARIOS	Ensayos por	: AVG
		Fecha de ensayo	: 14-06-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$\text{Exudación (\%)} = \left(\frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left(\frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

Vol. Total exudado = 2.50 ml
 Vol. Agua en molde = 4.09 Lts = 4091.97 ml

Exudación	=	0.305%
-----------	---	--------

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002.88-INDECOPI-CRT ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ing. Angel C. Llano Cordero
 INGENIERIA CIVIL
 DIR. N° 1.09480

Avenida Huancavelica N° 235 Bagajes
 con Pje. San Andrés - Referencia a
 una casaca de la Comisaría de Oficia.
 (FRENTE AL GRIFO MAZECHE)

95287894 / 954763431

grupotigocontrapru@esmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad
 puede comunicarse a:
 grupotigocontrapru@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto	TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN MGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIO 2022"		
Expediente N°	EXP-001-DC-2024	Ciudad	PILOCOMAYO
Código de formato	AA-EX-01 REV 01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	M-03
Peticionario	Res. PAROMA ARIAS, Ltz	Caso de muestra	Mezcla F = 200 kg/m³ + 20% de Relave de Mina.
Ubicación	HUANCAYO-JUNO	Norma	NTP 338.077
Estructura	VARIOS	Ensayado por	AYG
		Fecha de emisión	14-06-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
 NTP 338.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acúm.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.8	0.8	0.08
02	10 min	20 min	1.8	2.7	0.18
03	10 min	30 min	2.1	4.8	0.21
04	10 min	40 min	1.9	6.7	0.19
05	30 min	70 min	2.1	8.8	0.07
06	30 min	100 min	2.2	11.0	0.07
07	30 min	130 min	1.5	12.5	0.05
08	30 min	160 min	0.0	12.5	0.00
09	31 min	191 min	0.0	12.5	0.00
10	32 min	223 min	0.0	12.5	0.00



Descripción del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag. Fino	81.78 kg
Ag. Grueso	50.82 kg
Concreto oral	0.00 kg
Agua	21.63 kg

a. Exudación por unidad de áreas

	Exudación = Volumen total exudado / Área expuesta al concreto
Moldo N°	C
Volumen de molde (cm³)	20800
Cajón N°	3
N° de análisis	25
Masa del molde (kg)	11.75
Masa del molde + la muestra (kg)	69.050
Masa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm²)	779.31
Volumen de agua exudada por unidad de superficie V (ml/cm²)	0.016

Agua de Exudación = 0.02 ml/cm²



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE NMA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EJP-031-UDC-32N	Cantón	: EL COMAYO
Código de formato	: AA-EX-01 REV.31/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-03
Peticionario	: Ecol. PARINA ARIAS, Lta	Clase de material	: Mezcla Pcm 280 kg/m ³ - 20% de balasto de Mirra,
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 336.071
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AYD
		Fecha de análisis	: 14-05-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación(\%) = \left(\frac{Vol. agua en el molde}{Vol. agua en la tanda} \right) \times 100$$

$$Vol. agua en el molde = \left(\frac{Peso del concreto en el molde}{Peso total en la tanda} \right) \times Vol. de agua en la tanda$$

Vol. Total exudado = 12.45 ml
Vol. Agua en molde = 4.09 Lis = 4091.97 ml

Exudación = 0.304%

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.5.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Ing. Ingrid L. Llano Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIR. N° 100480

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022		
Expediente N°	: EXP-031-DC 2024	Centro	: PI. COMAYO
Código de formato	: AA-EX-01 REV 01 FEP-A 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: Bach. PARIONA ARIAS L.G.	Clase de material	: Mezcla F'c=280 kg/cm ² - 30% de Relave de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.077
Estructura	: VARIOS	Ensayo por	: AVG
		Fecha de análisis	: 14-05-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
 NTP 339.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	2.2	2.2	0.22
02	10 min	20 min	1.25	3.7	0.16
03	10 min	30 min	3.4	7.1	0.36
04	10 min	40 min	1.4	8.5	0.14
05	30 min	70 min	5.1	11.6	0.10
06	30 min	100 min	1.8	12.9	0.04
07	30 min	130 min	0.8	13.6	0.03
08	30 min	160 min	0.0	13.6	0.00
09	31 min	191 min	0.0	13.6	0.00
10	32 min	223 min	0.0	13.6	0.00



Descripción del diseño de muestra por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag. Fino	77.54 kg
Ag. Grueso	98.82 kg
VIDRIO MOLIDO AL 10%	4.25 kg
Agua	21.83 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ al\ concreto}$$

Moldo N°	0
Volumen del molde (cm ³)	25300
Capas N°	3
N° de golpes	28
Massa del molde (kg)	11.76
Massa del molde + la muestra (kg)	58.050
Massa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm ²)	770.31
Volumen de agua exudado por unidad de superficie (ml/cm ²)	0.017

$$Agua\ de\ Exudación = 0.02\ ml/cm^2$$

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Ingrid L. Llano Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 C.P. N° 388480

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto	: TESIS: "REUTILIZACION DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNIN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-031-000-2024	Ciudad	: PILCOMAYO
Código de formato	: AM-EX-01 REV. DIFERENCIA 2021-03-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: Bach. PARIONA ARIAS, Liz	Ciudad de material	: Mezcla F c=230 kg/m ³ - 30% de Relave de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 334.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AYO
		Fecha de emisión	: 19-08-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación (X) = \left(\frac{Volúmenes total exudado}{Volúmenes de agua de la mezcla en el molde} \right) \times 100$$

$$Vol. agua en molde = \left(\frac{Peso del concreto en el molde}{Peso total en la tanda} \right) \times Vol. de agua en la tanda$$

Vol. Total exudado = 13,80 ml
Vol. Agua en molde = 4,09 Lts = 4092,07 ml

Exudación = 0,332%

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.5.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ignasi L. Lluch Odoñez
INGENIERIA CIVIL
CIP: N° 106480

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA.**

Proyecto	: TESIS: "RELUZCIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-075-IGC-2024	Ciudad	: PILCOMAYO
Código de formato	: AA-EX-01 REV.01 RECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: IACH. PARCHA ARIAS, Liz	Cantidad medida	: Mezcla F'c=282 kg/cm ² - 33% de Relave de Vitr.
Ubicación	: HUANCAYO JUNÍN	Norma	: NTP 339.077
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AYC
		Fecha de ensayo	: 14-05-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
 NTP 339.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	1.7	1.7	0.17
02	10 min	20 min	1.2	2.9	0.12
03	10 min	30 min	3.0	5.9	0.30
04	10 min	40 min	2.4	8.3	0.24
05	30 min	70 min	2.8	11.1	0.18
06	30 min	100 min	1.7	12.8	0.06
07	30 min	130 min	0.5	13.3	0.02
08	30 min	160 min	0.4	13.7	0.01
09	31 min	191 min	0.3	14.0	0.00
10	32 min	223 min	0.0	14.0	0.00



Definición del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Aq. F'c	77.54 kg
Aq. Grueso	88.82 kg
VITRICO MOLINO AL 10%	4.25 kg
Agua	21.83 kg

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Mód. N°	C
Volumen del molde (cm ³)	25800
Casta " "	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	11.75
Masa del molde + la mezcla (kg)	58.050
Masa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro proyectado (cm)	31.5
Área expuesta del concreto (cm ²)	779.31
Volumen de agua exudada por unidad de superficie (ml/cm ²)	0.017

Agua de Exudación = 0.02 ml/cm²

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DEL LABORATORIO

 Ing. Ingrid L. Llano Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 469480

SERVICIOS DE:

• LABORATORIOS DE MUESTREO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
• FOTOGRAFÍA Y VIDEOGRAFÍA
• EJECUCIÓN DE OBRAS
• CONSULTORÍA DE PROYECTOS

• CORRELA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO
• VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
• CAPACITACIONES
• ASISTENCIA EN PROYECTO DE INVESTIGACION

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"		
Expediente N°	: EXP-001-INC-2024	Cantón	: PILCOMAYO
Código de formato	: AA-EX-01 REV. 01 FECHA 2021-02-11	N° de ensayo	: M-02
Peticionario	: Inca PAROMA AGUAS, Ltz	Clase de material	: Mezcla F' c=280 kg/cm ² - 50% de Relave de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO, JUNÍN	Norma	: NTP 339.877
Estructura	: VARIOS	Ensayo por	: AVG
		Fecha de emisión	: 14-08-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$\text{Exudación (\%)} = \left(\frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left(\frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Total exudado} &= 13.40 \text{ ml} \\ \text{Vol. Agua en molde} &= 4.08 \text{ Lit} \end{aligned} \quad = \quad 4092.07 \text{ ml}$$

$$\text{Exudación} = 0.327\%$$

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- Resolución N°002-95-INDECOPI-CR1-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificaciones del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INGENIERIA DE CONTRAPUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ingrid L. López Ortíz
Ingrid L. López Ortíz
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 102480

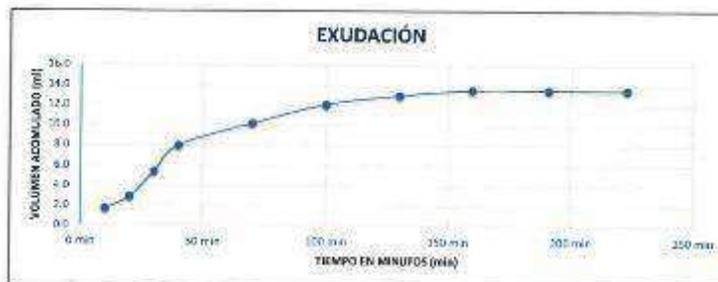
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN 2022"		
Expediente N°	ERP-021-DC-2020	Ciudad	PILCOMAYO
Código de formato	AA-EX-011 REV.01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	M-02
Peticionario	BACS PARONA ARIAS, Lta	Clase de ensayo	Mezcla F c=280 kg/m ³ - 33% de Relave de Mina
Ubicación	HUANCAYO-LIMA	Movida	NTP 339.077
Estructura	VARIOS	Equipo y/o	AVO
		Fecha de emisión	14-08-24

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO
 NTP 339.077**

Página 1 de 2

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	1.7	1.7	0.17
02	10 min	20 min	1.2	2.9	0.12
03	10 min	30 min	2.5	5.4	0.25
04	10 min	40 min	2.6	8.0	0.26
05	30 min	70 min	2.2	10.2	0.37
06	30 min	100 min	1.9	12.1	0.35
07	30 min	130 min	0.9	13.0	0.33
08	30 min	160 min	0.8	13.8	0.32
09	31 min	191 min	0.0	13.8	0.00
10	32 min	223 min	0.0	13.8	0.00



Dozificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	42.50 kg
Ag. Grueso	97.34 kg
Ag. Fino	88.82 kg
VIDRIO MOLIDO AL 10%	4.25 kg
Agua	21.83 kg

a. Exudación por unidad de área

$$Exudación = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Tanda: n°	C
Volumen del molde (cm ³)	25800
Capas: n°	3
N° de golpe	25
Masa del molde (kg)	11.76
Masa del molde + la muestra (kg)	58.050
Masa de la muestra (kg)	46.300
Diámetro promedio (cm)	31.5
Área expuesta del cilindro (cm ²)	779.31
Volumen de agua exudada por unidad de superficie V _u (ml/cm ²)	0.017

$$\text{Agua de Exudación} = 0.02 \text{ ml/cm}^2$$

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DEL LABORATORIO

Ing. Ingrid E. Masco Ontobas
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 160450

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS : REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022*		
Expediente N°	: EXP-001-DC 2024	Destino	: PILCOMAYO
Código de formato	: AA-EX-01 REV. 01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: N-03
Policionario	: Dsch. PARIONA ARIAS, Liz	Claso de material	: Mezcla Pcs280 kg/cm ² - 30% de Relave de Mina.
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Yema	: NTP 336.017
Estructura	: VARIOS	Ensayado por	: AYC
		Fecha de emisión	: 14-09-24

Página 2 de 2

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación (\%) = \left(\frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left(\frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total de la muestra}} \right) \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

Vol. Total exudado = 13.55 ml
 Vol. Agua en molde = 4.09 Lts = 4092.07 ml

Exudación = 0.331%

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el policionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- Resolución N°002-89-INDECOPI-CRT-ART.6. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Ing. Ingrid L. Llanos Cordova
 INGENIERA CIVIL
 CIR. N° 336-000



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- ✚ Convencional
- ✚ Conv. con 10% de relave de mina
- ✚ Conv. con 20% de relave de mina
- ✚ Conv. con 30% de relave de mina



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:
- DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE HIERRO Y CONCRETO ARMADO
- TIPOLOGÍA Y GEOMETRÍA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- SUPERVISIÓN DE OBRAS
- CONTROL, VERIFICA Y ASESORIA DE MANEJOS PARA CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN
- VERIFICA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CONTROL DE OBRAS

Proyecto

: TESIS: REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022

Expediente N°

: EXP-031-IDG-2024

Peticionario

: Bach. PARIOMA ARIAS, LIZ

Norma

: NTP-339.034

Ubicación

: HUANCAYO-JUNIN

Estructura

: VARIOS

Clase de material : Mezcla F_c=280 kg/cm² - CONVENCIONAL.

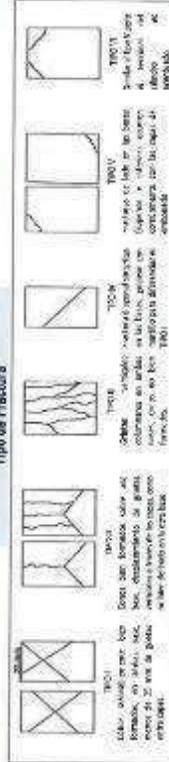
Ensayado por : Y.Z.L.Z

Fecha de emisión : 14-06-24

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS
NTP 339.034-2015

Codigo de Muestra	Dimensiones de Muestra	Identificación de Elemento	F _c de Referencia (kg/cm ²)	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Tipo de Fractura	Resistencia de Datos:			Fractura (%)
										FR	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	
CV-1	4" x 8"	Mezcla de F _c 280 kg/cm ²	280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.15	80.91	Tipo 1	197.05	20083.25	248.33	88.68%
CV-2	4" x 8"		280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.19	81.55	Tipo 1	198.39	20230.06	248.06	88.56%
CV-3	4" x 8"		280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.12	80.44	Tipo 2	195.01	19885.41	247.22	88.28%
CV-4	4" x 8"		280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.95	94.17	Tipo 1	292.15	29790.63	316.35	112.88%
CV-5	4" x 8"		280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.14	80.75	Tipo 3	256.10	26115.31	323.99	115.50%
CV-6	4" x 8"		280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.16	81.07	Tipo 3	258.57	26366.58	325.22	116.15%
CV-7	4" x 8"		280	17/05/2024	14/06/2024	28	10.18	81.39	Tipo 2	278.95	28446.28	349.49	124.62%
CV-8	4" x 8"		280	17/05/2024	14/06/2024	28	10.19	81.55	Tipo 2	280.83	28575.17	350.38	125.14%
CV-9	4" x 8"		280	17/05/2024	14/06/2024	28	10.17	81.23	Tipo 3	279.05	28465.47	350.29	125.11%

Tipo de Fractura



Pje. Grau N° 281, Chatica - Huancayo



966287886 / 966794313



idecontrapruebas@proton.com

RUC: 20510623612

Para verificar la autenticidad puede consultar en laboratorioidecontrapruebas.com



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:
 - REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE PLANOS, CONSULTAS Y ASISTENCIA TÉCNICA Y ASISTENTE
 - EJECUCIÓN DE OBRAS
 - CONTROL DE CALIDAD
 - CONTROL DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
 - LABORATORIOS

Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
Expediente N° : EXP-031-IDC-2024
Peticionario : Bach. FARIANA ARIAS, LIZ
Norma : NTP 339.034
Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN
Estructura : VARIOS

Clase de material : Mezcla F_{cr} 280 kg/cm² - 10% de Relave de Mina.
Ensayado por : Y.Z.L.Z
Fecha de emisión : 14-06-24

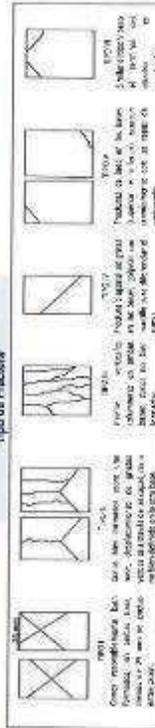
MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

NTP 339.034-2015

Concreto de Muestra: Mezcla F_{cr} 280 kg/cm² - 10% de Relave de Mina.

Carga de Muestra	Dimensiones de Muestra	Identificación de Elemento	F _{cr} de Referencia (kg/cm ²)	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (mm)	Área (cm ²)	Tipo de Fractura	Carga		Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Pérdida (%)
										40%	80%		
10% - 1	4" x 8"		280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.12	80.44	Tipo 2	200.3	21243.35	264.10	94.32%
10% - 2	4" x 8"		280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.18	81.07	Tipo 2	209.7	21879.54	253.77	94.16%
10% - 3	4" x 8"		280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.15	80.81	Tipo 2	205.3	21037.35	250.00	92.85%
10% - 4	4" x 8"	Mezcla F_{cr} 280 kg/cm ² - 10% de Relave de Mina.	280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.12	80.44	Tipo 2	274.3	27998.02	347.85	1247.71%
10% - 5	4" x 8"		280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.18	81.39	Tipo 2	289.5	27479.20	337.61	120.58%
10% - 6	4" x 8"		280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.14	80.76	Tipo 2	271.8	27726.69	340.37	122.63%
10% - 7	4" x 8"		280	17/05/2024	14/06/2024	26	10.115	80.26	Tipo 5	297.2	30307.40	377.16	134.70%
10% - 8	4" x 8"		280	17/05/2024	14/06/2024	28	10.05	79.33	Tipo 2	258.5	30436.85	380.67	137.03%
10% - 9	4" x 8"		280	17/05/2024	14/06/2024	28	10.175	81.31	Tipo 2	267.3	30316.49	372.83	133.15%

Tipo de Fractura



Laboratorio de Ingenieros Civiles
 Ing. Jorge L. Lláza Oriázar
 Ingenieros Civiles
 Dr. W. Huayán



955287995 / www.iaa.com



955287995 / www.iaa.com

REC: 20240622617
 Para ver el estado de la orden de trabajo en línea
 https://www.iaa.com/verEstadoOrdenTrabajo



INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:
 - DISEÑO DE PLANOS DE TIENDAS, CONCRETOS Y ARMADOS
 - SUPERVISIÓN Y MONITOREO
 - CONSULTORÍA GENERAL
 - CONTROL DE CALIDAD
 - ASesorIA, VENTA Y ASISTENCIA EN MATERIAS PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
 - MANEJO DE OBRAS

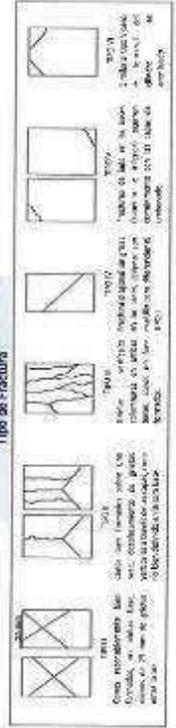
Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
 Expediente N° : EXP-031-IDC-2024
 Peticionario : Bach. PATRICIA ARIAS, IIZ
 Norma : NTP 339.034
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN
 Estructura : VARIOS

Clase de material : Mezcla Fc=280 kg/cm² - 20% de Relave de Mina.
 Ensayado por : V.L.L.Z
 Fecha de emisión : 11-06-24

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CLÍNICAS

NTP-339.034-2016

Código de Muestra	Dimensiones de Muestra	Identificación de Elemento	Fc de Referencia (kg/cm ²)	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (mm)	Área (cm ²)	Tipo de Fractura	Resistencia de Diseño		Procedo (%)
										(kg)	(kg/cm ²)	
20% - 01	4" x 8"	Mezcla Fc=280 kg/cm ² - 20% de Relave de Mina.	280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.135	80.87	Tipo 3	244.84	24057.16	110.33%
20% - 02	4" x 8"		280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.18	81.30	Tipo 3	243.52	26137.78	110.30%
20% - 03	4" x 8"		280	17/05/2024	24/05/2024	7	10.15	80.91	Tipo 2	242.31	24738.07	109.06%
20% - 04	4" x 8"	Mezcla Fc=280 kg/cm ² - 20% de Relave de Mina.	280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.19	80.60	Tipo 3	306.79	31280.28	138.61%
20% - 05	4" x 8"		280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.23	82.19	Tipo 3	318.23	32450.26	141.00%
20% - 06	4" x 8"		280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.2	81.71	Tipo 2	310.05	31615.80	138.16%
20% - 07	4" x 8"	Mezcla Fc=280 kg/cm ² - 20% de Relave de Mina.	280	17/05/2024	14/06/2024	28	10.155	81.15	Tipo 2	334.55	34114.56	150.14%
20% - 08	4" x 8"		280	17/05/2024	14/06/2024	28	10.23	82.19	Tipo 2	338.13	34275.64	149.93%
20% - 09	4" x 8"		280	17/05/2024	14/06/2024	28	10.15	80.81	Tipo 3	331.65	34174.69	150.60%





INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS

CONSULTORÍA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:
 - LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES, CONCRETO Y ACERADO
 - TERMOANÁLISIS Y GEOTECNIA
 - ANÁLISIS DE RIESGOS
 - CONSULTORÍA DE INGENIERÍA
 - OBRAS, VIALIDAD Y ALIBRADO DE MANUTENCIÓN PARA CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN
 - OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
 - OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL

Proyecto : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
 Expediente N° : EXP-031-IDC-2024
 Peticionario : Hach. PARLONA ARIAS, LIZ
 Norma : NTP 339.034
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN
 Estructura : VARIOS

Clase de material : Mezcla $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ - 30% de Relave de Mina.
 Ensayado por : Y.Z.L.Z
 Fecha de emisión : 14-06-24

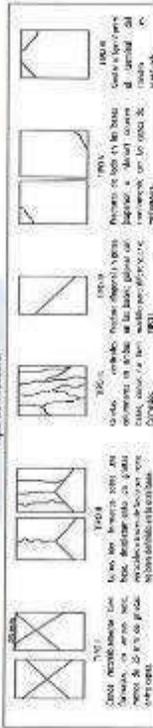
MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

NTP 339.034-2015

Cuerpo de Muestra: Mezcla $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ - 30% de Relave de Mina.

Código de Muestra	Dimensiones de Muestra	F _c de Referencia (kg/cm ²)	Fecha de Muestreo	Fecha de Retiro	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Tipo de fractura	Resistencia de Óvalos:			Previsto (%)
									(kN)	(kg)	(kg/cm ²)	
30%-01	4" x 8"	280	17/05/2024	24-05/2024	7	10.13	80.80	Tipo 1	224.53	22986.1	284.09	101.45%
30%-02	4" x 8"	280	17/05/2024	24-05/2024	7	10.135	81.31	Tipo 1	223.16	22759.39	279.90	99.96%
30%-03	4" x 8"	280	17/05/2024	24-05/2024	7	10.16	81.07	Tipo 3	225.41	22986.21	283.51	101.25%
30%-04	4" x 8"	280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.165	81.15	Tipo 2	298.94	30483.95	375.63	134.16%
30%-05	4" x 8"	280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.27	82.84	Tipo 2	306.26	31230.03	377.00	134.64%
30%-06	4" x 8"	280	17/05/2024	31/05/2024	14	10.215	81.86	Tipo 5	296.12	30502.02	372.19	132.97%
30%-07	4" x 8"	280	17/05/2024	14/05/2024	28	10.14	80.75	Tipo 5	330.25	33677.29	417.03	148.94%
30%-08	4" x 8"	280	17/05/2024	14/05/2024	28	10.13	80.80	Tipo 5	335.25	33764.62	416.88	148.79%
30%-09	4" x 8"	280	17/05/2024	14/05/2024	28	10.14	80.75	Tipo 2	327.57	33402.68	413.64	147.73%

Tipo de Fractura



Ing. Jorge L. Lazo Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N. 38940



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

- ✚ Convencional
- ✚ Conv. con 10% de relave de mina
- ✚ Conv. con 20% de relave de mina
- ✚ Conv. con 30% de relave de mina



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORIA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Inscrito en INMEDIOS con resolución
 N° 028459-2323/DSO-INMEDIOS y
 CERTIFICADO N° 00151524

Proyecto: TESIS: REUTILIZACIÓN DE RE-LAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022
 Sefiata: Bases, PARIONA AVIAS, LIZ
 Ubicación: HUANCAYO-JUNIN
 Cantara: HUANCAYO-JUNIN
 Clase de material: CONCRETO CONVENCIONAL

Muestra: Mezcla: Fc=280 kg/cm² - CONVENCIONAL
 Código de formato: AA-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11
 Estado por: Y.Z.L.Z
 Fecha de emisión: 14-06-24

Norma: NTP 339.078 - 2012 (revisada el 2017)/ASTM C78 - MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO)

1.- Mediciones y Cálculo de la muestra(s) de las Pruebas

CONCRETO DE MUESTREO: CONCRETO CONVENCIONAL - Fc = 280 kg/cm²

Identificación del Especimen	Fc de Referencia (kg/cm ²)	Fecha de Moldeado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Masa de Viga (kg)	Tipo de Falla	L, Luz libre entre apoyos		b, Ancho en la sección de falla		s, Altura en la sección de fallo		a, Distancia entre la línea de falla al apoyo cercano		Carga máxima de rotura		Modulo de rotura "Mr", en		Promedio, kg/cm ²
							Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	kN	kg	Mpa	kg/cm ²			
Mezcla Fc=280 kg/cm ² - CONVENCIONAL	280	17/05/2024	24/05/2024	7	26.87	Dentro del Tercio	457.20	151.73	151.34	202.06	23.72	2214.30	2.87	29.23	29.3				
	280	17/05/2024	24/05/2024	7	26.58	Dentro del Tercio	457.20	150.89	150.96	203.25	21.67	2204.75	2.87	29.31					
	280	17/05/2024	24/05/2024	7	26.76	Dentro del Tercio	457.20	150.84	130.68	205.41	21.46	2188.05	2.86	29.21					
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.78	Dentro del Tercio	457.20	151.21	151.75	201.36	28.49	2905.07	3.77	38.45	38.4				
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	27.05	Dentro del Tercio	457.20	151.36	151.27	201.74	28.70	2926.35	3.79	38.63					
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	27.1	Dentro del Tercio	457.20	151.48	150.98	204.89	28.16	2871.87	3.73	38.62					
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	26.94	Dentro del Tercio	457.20	150.84	151.63	200.84	31.10	3173.12	4.10	41.81	42.0				
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	26.84	Dentro del Tercio	457.20	151.84	151.27	200.36	31.27	3189.02	4.12	41.96					
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	26.84	Dentro del Tercio	457.20	151.73	151.84	201.28	31.53	3212.88	4.13	42.13					



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chlca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

gruoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 gruoingeocontperu@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS

- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORIA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto: : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"

Solicitó : Bach. PARIONA ARIAS, LIZ

Ubicación : HUANCAYO-JUNIN

Cartera : HUANCAYO-JUNIN

Clase de material : CONCRETO CONVENCIONAL

Muestra : Mezcla Fc=280 kg/cm² - 10% de Relave de Mina.

Código de formato : AN-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Ensayado por : Y.Z.L.Z

Fecha de emisión : 14-06-24

Norma: NTP 339.078 - 2012 (revisada el 2017)/ASTM C78 - MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO)

1.- Medición y Cálculo de las muestras luego de las Pruebas

CONCRETO DE MUESTREO : Mezcla Fc=280 kg/cm² - 10% de Relave de Mina.

Identificación del Especimen	Fc de Referencia (kg/cm ²)	Fecha de Moldeado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Masa de Viga, kg	Tipo de Falla	Luz libre entre apoyos	b. Ancho en la sección de Falla	h. Altura en la sección de falla	a. Distancia entre la línea de falla al apoyo cercano	Carga máxima de rotura		Modulo de Rotura "Mr", en		Promedio, kg/cm ²
							Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	kN	kg	Mpa	kg/cm ²	
Mezcla Fc=280 kg/cm ² - 10% de Relave de Mina.	280	17/05/2024	24/05/2024	7	27.3	Dentro del Tercio	457.20	152.45	151.85	192.63	26.15	2666.46	3.40	34.68	35.3
	280	17/05/2024	24/05/2024	7	27.4	Dentro del Tercio	457.20	151.85	151.74	195.62	26.26	2728.50	3.50	35.68	
	280	17/05/2024	24/05/2024	7	27.15	Dentro del Tercio	457.20	149.30	149.28	194.52	25.35	2585.34	3.48	35.48	
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.89	Dentro del Tercio	457.20	149.10	149.08	199.65	30.16	3075.68	4.16	42.44	42.6
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.94	Dentro del Tercio	457.20	152.00	151.79	201.56	31.99	3261.80	4.18	42.58	
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.84	Dentro del Tercio	457.20	152.20	151.96	189.56	32.25	3288.04	4.19	42.77	
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	27.84	Dentro del Tercio	457.20	152.15	152.07	202.36	33.88	3455.07	4.40	44.90	45.2
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	27.68	Dentro del Tercio	457.20	149.30	149.89	208.45	32.81	3345.31	4.47	45.60	
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	27.95	Dentro del Tercio	457.20	152.10	151.88	200.85	34.06	3472.97	4.44	45.26	



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.



Inscrito en INDECOPI con resolución N° 028451-2023/050 - INDECOPI y CERTIFICADO N° 00151526

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORIA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto: : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"
 Solicita : Bach. PARIONA ARIAS, LIZ
 Ubicación : HUANCAYO JUNIN
 Canteras : HUANCAYO JUNIN
 Clase de material : CONCRETO CONVENCIONAL

Muestra : Mezcla Fc=280 kg/cm² - 20% de Relave de Mina.
 Código de formato : AA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Ensayado por : Y.Z.L.Z
 Fecha de emisión : 14-06-24

Norma: NTP 339.078 - 2012 (revisada el 2017)/ASTM C78 - MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO)

1.- Medición y Cálculo de las muestras luego de las Pruebas

CONCRETO DE MUESTREO : Mezcla Fc=280 kg/cm² - 20% de Relave de Mina.

Identificación del Especimen	F'c de Referencia (kg/cm ²)	Fecha de Moldeado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Masa de Viga, kg	Tipo de Falla	L, Luz libre entre apoyos		B, Ancho en la sección de Falla		h, Altura en la sección de falla		a, Distancia entre la línea de falla al apoyo cercano		Carga máxima de rotura		Módulo de Rotura "Mr", en		Promedio, kg/cm ²
							Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	kN	kg	Mpa	kg/cm ²			
Mezcla Fc=280 kg/cm ² - 20% de Relave de Mina.	280	17/05/2024	24/05/2024	7	25.87	Dentro del Tercio	457.20	153.00	151.30	199.50	79.02	2958.76	3.79	38.62	38.5				
	280	17/05/2024	24/05/2024	7	26.75	Dentro del Tercio	457.20	152.00	151.00	203.56	28.61	2917.00	3.77	38.48					
	280	17/05/2024	24/05/2024	7	26.84	Dentro del Tercio	457.20	152.50	150.43	204.16	28.35	2890.76	3.76	38.30					
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	27.11	Dentro del Tercio	457.20	150.00	151.10	189.65	31.82	3245.09	4.25	43.32	43.4				
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.88	Dentro del Tercio	457.20	150.70	151.30	208.30	32.12	3274.92	4.26	43.40					
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.79	Dentro del Tercio	457.20	152.20	152.30	205.60	32.85	3350.08	4.25	43.39					
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	27.06	Dentro del Tercio	457.20	153.30	151.10	200.90	35.10	3579.15	4.59	46.75	46.6				
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	27.16	Dentro del Tercio	457.20	152.75	151.50	186.50	34.95	3563.64	4.56	46.47					
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	27.18	Dentro del Tercio	457.20	151.10	151.10	196.50	34.49	3517.11	4.57	46.61					

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO

 Ingrid L. Lizaso Ordoñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP 87.614.00

📍 Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECH)

☎ 965287894 / 964743431

✉ grupoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
 Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
 grupoingeocontperu@gmail.com



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS

- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES
- ASESORIA EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Inscrito en INDECOPI con resolución
N° 020459-2023/050 - INDECOPI y
CERTIFICADO N° 00151524

Proyecto: : TESIS: "REUTILIZACIÓN DE RELAVE DE MINA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN VIGAS, EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, JUNÍN - 2022"

Solicitante: : Bach. FARIÑA ARUAS, LUZ

Ubicación: : HUANCAYO-JUNÍN

Cantera: : HUANCAYO-JUNÍN

Clase de material: : CONCRETO CONVENCIONAL

Muestra: : Mezcla F'c=280 kg/cm² - 30% de Relave de Mina.

Código de formato: : AA-EX-01/ REV.01/FECHA 2023-02-11

Ensayado por: : Y.Z.L.Z.

Fecha de emisión: : 14-06-24

Norma: NTP 339.078 - 2012 (revisada el 2017)/ASTM C78 - MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO)

1.- Medicion y Cálculo de la muestras luego de las Pruebas:

CONCRETO DE MUESTREO: : Mezcla F'c=280 kg/cm² - 30% de Relave de Mina.

Identificación del Examen	F'c de Referencia (kg/cm ²)	Fecha de Moldeado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Masa de Viga, kg	Tipo de Falla	L, Luz libre entre apoyos		b, Ancho en la sección de Falla		h, Altura en la sección de falla		a, Distancia entre la línea de falla al apoyo cercano		Carga máxima de rotura		Modulo de Rotura 'Mr', en		Promedio, kg/cm ²
							Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	kN	kg	Mpa	kg/cm ²			
Mezcla F'c=280 kg/cm ² - 30% de Relave de Mina.	280	17/05/2024	24/05/2024	7	26.38	Dentro del Tercio	457.20	152.20	152.45	152.45	152.45	152.45	25.35	2667.66	3.38	34.48	34.1		
	280	17/05/2024	24/05/2024	7	26.47	Dentro del Tercio	457.20	152.20	153.60	153.60	153.60	153.60	26.18	2667.46	3.32	33.85			
	280	17/05/2024	24/05/2024	7	26.28	Dentro del Tercio	457.20	152.45	152.00	152.00	152.00	152.00	25.59	2609.20	3.32	33.87			
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.55	Dentro del Tercio	457.20	152.40	153.10	153.10	153.10	153.10	29.91	3049.43	3.83	39.03	39.8		
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.48	Dentro del Tercio	457.20	152.20	152.90	152.90	152.90	152.90	29.81	3039.89	3.83	39.06			
	280	17/05/2024	31/05/2024	14	26.67	Dentro del Tercio	457.20	152.30	150.20	150.20	150.20	150.20	28.71	2927.74	3.82	38.96			
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	26.43	Dentro del Tercio	457.20	152.30	150.20	150.20	150.20	150.20	208.65	3160.39	4.12	42.05	42.3		
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	26.57	Dentro del Tercio	457.20	152.70	150.30	150.30	150.30	150.30	215.62	3206.92	4.17	42.50			
	280	17/05/2024	14/06/2024	28	26.38	Dentro del Tercio	457.20	152.20	150.26	150.26	150.26	150.26	31.27	3189.02	4.16	42.43			



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de ChRca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964743431

grupoingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
grupoingeocontperu@gmail.com

PANEL FOTOGRAFICO

1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

Fotografía N° 1: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.012.



FUENTE: Elaboración Propia

2. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

Fotografía N° 2: Ensayo de granulometría del agregado grueso, según referencia de la norma NTP 400.012.



FUENTE: Elaboración Propia

3. PESO ESPECÍFICO AGREGADO FINO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

Fotografía N° 3: Ensayo con el molde cónico, metálico de $40\pm 3\text{mm}$ de diámetro, y la varilla de apisonamiento de $340\pm 15\text{g}$, normalizado peso específico y absorción del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.022.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 4: Fiola herramienta normalizada para peso específico y absorción del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.022.



FUENTE: Elaboración Propia

4. PESO ESPECÍFICO AGREGADO GRUESO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

Fotografía N° 5: Realización del ensayo para determinar el Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso, según referencia de la norma NTP 400.022.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 6: Peso del agregado sumergido en la canastilla normalizado, con la temperatura del agua de 23°C, según referencia de la norma NTP 400.022.



FUENTE: Elaboración Propia

6. PESO UNITARIO Y VACIOS (PUC-PUS) DEL AGREGADO GRUESO

Fotografía N° 9: Determinación del Peso unitario compactado y el porcentaje de los vacíos del agregado grueso, según referencia de la norma NTP 400.017.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 10: Determinación del Peso unitario suelto y el porcentaje de los vacíos del agregado grueso, según referencia de la norma NTP 400.017.



FUENTE: Elaboración Propia

7. ELABORACIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL Y MEDICION DE SUS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO

Fotografía N° 11: Vista de elaboración del concreto convencional, según referencia de la norma NTP 339.183.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 12: Medición de la temperatura del concreto saliendo de la mezcladora convencional, según referencia de la norma NTP 339.184.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 13: Medición del asentamiento del concreto convencional. Según NTP 339.035.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 14: Control del contenido de aire del concreto fresco convencional por el método de presión. Según NTP 339.083.



FUENTE: Elaboración Propia

8. ELABORACIÓN DE TESTIGOS

Fotografía N° 17: Elaboración de testigos rectangulares convencionales para sus respectivos tipos de ensayos, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

9. ELABORACIÓN DEL CONCRETO CON RELAVE DE MINA Y MEDICION DE SUS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO

Fotografía N° 18: Elaboración de concreto con relave de mina, según referencia de la norma NTP 339.183.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 19: Medición de la temperatura del concreto saliendo de la mezcladora con 10% de relave de mina, según referencia de la norma NTP 339.184.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 20: Medición del asentamiento del concreto fresco con adición del 10% de relave de mina. Según NTP 339.035.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 21: Control del contenido de aire del concreto fresco con adición del 20% de relave de mina por el método de presión. Según NTP 339.083.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 22: Control de penetración de diferentes diámetros de agujas para la verificación de tiempo para el fraguado con adición del 20% de relave de mina, según referencia de la norma NTP 400.037.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 23: Control de la exudación del concreto con 30% de relave de mina, según referencia de la norma NTP 339.077.



FUENTE: Elaboración Propia

10. ELABORACIÓN DE TESTIGOS

Fotografía N° 24: Elaboración de testigos rectangulares con adición de relave de mina para sus respectivos tipos de ensayos, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

11. RESISTENCIA A FLEXION DE LAS VIGAS CONVENCIONALES

Fotografía N° 25: Testigos verticales convencionales a la compresión de los 7 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 26: Testigos verticales convencionales para la resistencia a flexión de los 14 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 27: Testigos cilíndricos convencionales para la resistencia a flexión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

12. RESISTENCIA A FLEXION DE LAS VIGAS CON RELAVE DE MINA

Fotografía N° 28: Testigos cilíndricos incorporados el 10% de relave de mina para la resistencia a flexión de los 7 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 29: Testigos cilíndricos incorporados 10% de relave de mina para la resistencia a la flexión de los 14 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 30: Testigos cilíndricos incorporados el 10% de relave de mina para la resistencia a la flexión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 31: Testigos cilíndricos incorporados el 20% de relave de mina para la resistencia a la flexión de los 7 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 32: Testigos cilíndricos incorporados el 20% de relave de mina para la resistencia a la flexión de los 14 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 33: Testigos cilíndricos incorporados el 20% de relave de mina para la resistencia a la flexión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 34: Testigos cilíndricos incorporados el 30% de relave de mina para la resistencia a la flexión de los 7 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 35: Testigos cilíndricos incorporados el 30% de relave de mina para la resistencia a la flexión de los 14 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

Fotografía N° 36: Testigos cilíndricos incorporados el 30% de relave de mina para la resistencia a la flexión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia