



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ aplicando
relave minero, Huaraz 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Huerta Marquez, Ricardo Miguel (<https://orcid.org/0000-0001-6164-6305>) León

Roldan, Sergio Denis (<https://orcid.org/0000-0001-5085-1194>)

ASESOR:

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario (<https://orcid.org/0000-0001-6774-8839>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

HUARAZ - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres Raúl y Ada, mis hermanos Chris y Jesus de manera muy especial a mi esposa Karoli a todos ellos que con dedicación y mucho amor me apoyan día a día para cumplir con mi objetivo de concluir con la carrera satisfactoriamente y por último a mi hija que es la razón de mi existencia.

Ricardo Huerta

A mis padres Delfín y Maritza, de manera muy especial a mi esposa Lourdes que con dedicación y mucho amor me apoya día a día para cumplir con mi objetivo de concluir con la carrera satisfactoriamente y por último a mi hijo que es la razón de mi existencia.

Sergio Leon

Agradecimiento

A nuestros padres por su apoyo, consejos, valores, motivación, comprensión y por su amor incondicional para poder concluir cada una de nuestras metas trazadas en la vida.

A nuestros docentes por inculcarnos los conocimientos, que con sus consejos nos han sabido orientar por el sendero de la superación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Figuras	3
Índice de Tablas	4
Resumen	5
Abstract	6
I.-INTRODUCCIÓN	7 II.
MARCO TEÓRICO	9
III METODOLOGÍA	29
3.1 Tipo y diseño de investigación	29
3.2 Variables y operacionalización	31
3.3 Población, muestra y muestreo	35
3.4 Técnicas e instrumentos de Recolección de datos.	37
3.5 Procedimiento	39
3.6 Métodos de análisis de datos	42
3.7 Validez y confiabilidad	43
IV.- RESULTADOS	43
4.1 Análisis Físicos y Químicos	44
4.1.1 Cemento Portland Tipo I	44
4.1.2 Relave Minero	45
4.2 Características de los agregados	45
4.2.1 Agregado Fino	45
4.2.2 Agregado Grueso	47
4.3 Humedad	48
4.3.1 Agregado fino	48
4.3.2 Agregado grueso	49
4.4 Peso específico	50
4.4.1 Agregado Fino	50
4.4.2 Agregado grueso	51
4.5 Peso unitario	51
4.6.1 Resumen del diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm ²	55
4.6 Asentamiento	56

4.7	Resistencia a la compresión.....	57
4.8.1	Ensayo de resistencia a los siete días de curado	58
4.8.2	Ensayo de resistencia a los catorce días de curado	59
4.8.3	Ensayo de resistencia a los veintiocho días de curado	61
V.-	DISCUSIÓN	64
VI.-	CONCLUSIONES	67
VI.-	RECOMENDACIONES	68
VII.-	REFERENCIAS	69
ANEXOS	73
	Anexo N° 1: Matriz de operacionalización de variables	74
	Anexo N° 2: Matriz de consistencia.....	75
	Anexo N° 3: Diseño de Mezcla	76
	76
	Anexo N° 4: Granulometría	80
	Anexo N° 5: Contenido de Humedad	81
	Anexo N° 6: Peso Unitario	82
	Anexo N° 7: Ensayo Resistencia a la compresión 7,14 y 28 días	83
	Anexo N° 8: Granulometría del Relave	98
	Anexo N° 9: Mineralogía del relave	99
	Anexo N° 10: Propiedades del cemento	100
	Anexo N° 11: Panel fotográfico	106

Índice de Figuras

Figura 1: Ensayo de resistencia a la compresión	22
Figura 2: Depósitos de relaves Distrito de Ticapampa	25
Figura 3: Curva Granulométrica - Agregado fino (arena gruesa).....	41
Figura 4: Ficha técnica del cemento Quisqueya - portland Tipo I.....	44
Figura 5: Curva Granulométrica - Agregado Fino	46
Figura 6: Curva Granulométrica – Agregado Grueso	47
Figura 7: Asentamiento del concreto.....	57
Figura 8: Resistencia a la compresión a los 7 días	59
Figura 9: Resistencia a la compresión a los 14 días.....	60
Figura 10: Resistencia a la compresión a los 28 días.....	62
Figura 11: Resumen de resistencia de compresión, rotura de concreto a 7, 14 y 28 días	63
Figura 12: Extracción de agregados cantera - rio santa tacllan - rumichuco.....	106
Figura 13: Extracción del relave minero – Ticapampa provincia de Recuay.....	106
Figura 14: Agua potable a utilizar para los ensayos. Fuente: Elaboración propia.....	107
Figura 15: Cemento portland tipo I - Quisqueya Estructural utilizado.....	107
Figura 16: Relave minero en peso.....	108
Figura 17: Vaciado de concreto en briquetas de medidas 0.15m x 0.30m.....	108
Figura 18. Curado de testigos.....	109
Figura 19: Traslado de probetas al laboratorio.....	109
Figura 20: Traslado de probetas al laboratorio.....	110
Figura 21: Medición de Probetas.....	110
Figura 22: Medición de Probetas.....	111
Figura 23: Rotura de Probetas.....	111

Índice de Tablas	1
Tabla 1: Tipos de Cementos	19
Tabla 2: Clasificación de hormigón mediante la resistencia a la compresión.....	20
Tabla 3: Clasificación de hormigón peso unitario	21
Tabla 4: Valores de las constante K1 y K2 con relación a la resistencia del	26
cemento	26
Tabla 5: Valores aproximados de contenido de agua y aire mezclados para	27
diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado	27
Tabla 6: Valores de la relación agua cemento en función de la resistencia del	28
concreto y cemento.....	28
Tabla 7: Cantidad de agregado grueso para un m3 de concreto	28
Tabla 8: Cantidad de agregado grueso para un m3 de concreto	29
Tabla 9: Operacionalización de variables	34
Tabla 10: Número de probetas para la resistencia a la compresión	37
Tabla 11: Ensayos e instrumentos de Recolección de datos	40
Tabla 12: Diseño de mezcla Materiales	42
Tabla 13: Compuestos químicos del cemento tipo I.....	45
Tabla 14: Granulometría agregado fino	47
Tabla 15: Granulometría agregado grueso	48
Tabla 16: Promedio contenido de humedad (%) – Agregado Fino.....	49
Tabla 17: Promedio contenido de humedad (%) – Agregado Grueso.....	50
Tabla 18: Peso específico – Agregado fino (Arena gruesa).....	51
Tabla 19: Peso específico – Agregado grueso.....	52
Tabla 20. Peso unitario suelto– Agregado fino (Arena gruesa).....	53
Tabla 21: Peso unitario compactado– Agregado fino (Arena gruesa).....	53
Tabla 22: Peso unitario suelto – Agregado grueso (piedra chancada).....	54
Tabla 23: Peso unitario compactado – Agregado grueso (piedra chancada).....	54
Tabla 24: Dosificación f'c 210 kg/cm2 (0%)	54
Tabla 25: Dosificación f'c 210 kg/cm2 (6%)	55
Tabla 26: Dosificación f'c 210 kg/cm2 (12%)	55
Tabla 27: Dosificación f'c 210 kg/cm2 (25%)	56
Tabla 28: Dosificación f'c 210 kg/cm2 (50%)	56
Tabla 29: Dosificación f'c 210 kg/cm2 (25%)	57
Tabla 30: Asentamiento	57
Tabla 31: Resistencia a la compresión a los 07 días de curado	59

Resumen

La tesis plantea como objetivo evaluar, analizar y determinar cómo influye el relave minero en resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, sustituyendo el agregado fino por relave en porcentajes de 6%, 12%, 25% y 50%, estableciendo comparaciones de diferentes antecedentes y de las teorías que se postulan. La tesis responde al diseño de investigación experimental la cual se elaboró por medio de la manipulación de las variables; su finalidad es aplicada y cuantitativa; asimismo se enmarca sobre una población finita.

Los resultados que obtuvo la investigación permitieron determinar el cumplimiento de los objetivos específicos, tales como: determinar la característica física y química del relave minero, con una característica mineralógica obteniendo un 70.40% de Cuarzo (SiO_2); determinar cómo influye el relave minero en la resistencia de compresión, estableciendo que con el porcentaje de 12% influye en esta propiedades el concreto; asimismo se evaluó y analizaron los resultados obtenidos en los ensayos del concreto fresco, de donde con 50% de relave presenta un asentamiento mayor. De lo expuesto, se verificó que el relave minero es un material alternativo aprovechable, y apta para el uso en la elaboración de concretos. Del mismo modo el uso del relave influye en la resistencia a la compresión, manteniéndose, mejorándolo dentro de los rangos permisibles.

Palabras clave: Relave minero, concreto, resistencia a la compresión, asentamiento.

Abstract

The thesis aims to evaluate, analyze and determine how the mining tailings influence the compressive strength of concrete $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$, substituting the fine aggregate for tailings in percentages of 6%, 12%, 25% and 50% , establishing comparisons of different antecedents and the theories that are postulated. The thesis responds to the experimental research design which was elaborated by means of the manipulation of the variables; its purpose is applied and quantitative; it is also framed on a finite population.

The results obtained by the investigation allowed determining the fulfillment of the specific objectives, such as: determining the physical and chemical characteristics of the mining tailings, with a mineralogical characteristic obtaining 70.40% Quartz ($[\text{SiO}]_2$); determine how the mining tailings influence the compression resistance, establishing that with the percentage of 12% the concrete influences this properties; Likewise, the results obtained in the tests of fresh concrete were evaluated and analyzed, from where with 50% of tailings it presents a greater settlement. From the above, it was verified that the mining tailings are a usable alternative material, and suitable for use in the preparation of concretes. In the same way, the use of the tailings influences the resistance to compression, keeping it, improving it within the permissible ranges.

Keywords: Mine tailings, concrete, compressive strength, settlement.

I.-INTRODUCCIÓN

El desarrollo satisfactorio de la globalización y la tecnología requiere una cooperación continua para el crecimiento económico, la igualdad y la protección del medio ambiente. La minería y la construcción son de vital importancia en el desarrollo, ya que proporcionan muchos puestos de trabajo y prosperidad económica. La construcción a lo largo de la historia siempre ha estado vinculado al desarrollo económico y tecnológico de las grandes civilizaciones, las que en función al crecimiento de esta actividad buscaban brindar un mejor nivel de vida a su población, en la actualidad la construcción es una de las actividades de mayor demanda laboral y con gran impacto en la economía de un país, en el mundo entero la búsqueda por descubrir nuevas tecnologías que nos permitirán mejorar los procesos constructivos para hacer edificaciones con un alto grado de seguridad, a costos reducidos y con menos impactos al ambiente es uno de los grandes desafíos de los profesionales vinculados a este sector. En la industria minera, uno de sus mayores problemas es el almacenamiento y eliminación de residuos mineros, el presente trabajo de investigación plantea describir el uso de relaves mineros, a la vez ampliar nuestra visión con el desarrollo de nuevos materiales de construcción. Solo en Ancash existen más de 56 pasivo minero y cabe señalar que muchos de los relaves no recibieron tratamiento adecuado y luego fueron echados en zonas que afectan la salud de la población, éstas al culminar con el desarrollo de la actividad en la mina, estos no fueron encapsulados en la zona donde se ubicaron es así que siguen alterando el ambiente. Ante eso a través de estudios anteriores, los relaves mineros en función de poder ser materia prima en la construcción tratando de establecer las ventajas o desventajas al aplicar los relaves.

Para Danso, Kent (2019), en su artículo de investigación "Reemplazo de arena con desechos de minería de bauxita en producción de concreto" sostiene que la densidad del concreto aumento con los residuos de bauxita, en comparación con el patrón, respecto al incremento de residuos de bauxita, así mismo de un aumento significativo en la división por tracción, compresión y resistencias a la flexión producido de residuos mineros de bauxita en comparación con el patrón, con un aumento entre 60,3 y 65,5% por lo tanto se concluye que es viable utilizar como agregado fino los residuos mineros de bauxita. De igual forma Suarez,

En este proyecto de investigación nos centraremos en la búsqueda de alternativas de solución mediante el desarrollo de nuevas tecnologías, que emplean el uso del relave minero, como futuro sustituyente parcial en porcentajes de masa del cemento y/o de los agregados en la formulación de los diferentes tipos de concretos utilizados en la industria de la construcción, alternativa que ayudaría a la utilización de este subproducto que se genera por el proceso de la industria minera siendo este desechado en diferentes puntos sin recibir un adecuado tratamiento, el mismo que por su alto contenido sustancia genera impactos negativos al ambiente, Bajo este enfoque y producto del estudio y previa adecuación de sus características físicas y químicas es que se podría utilizar para el desarrollo de nuevas tecnologías en la formulación de los diferentes tipos de concretos.

El proyecto de investigación, tiene una justificación tecnológica puesto que se pretende analizar como el relave minero puede aportar estudios en base a resultados a obtener en laboratorio, los cuales son desechos minerales producido a través del tratamiento en plantas de concentración. Del mismo modo, tiene una justificación económica porque el aprovechamiento y explotación de este recurso, transformándolo y dándole un valor agregado como agregado fino para su uso de la industria de la construcción. Asimismo, tiene una justificación técnica dado que existen fundamentos teóricos, e investigaciones científicas, que concluyen que aumenta la resistencia del concreto, la cual demuestra que adicionando relave minero incrementa la resistencia de compresión del concreto.

En tal sentido en el presente trabajo de investigación nos hemos plantado como interrogante ¿Mejorará la resistencia de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, al sustituir de manera parcial un determinado porcentaje de agregado fino por relave minero?, para dar respuesta a esta pregunta formulada hemos establecido como objetivo general Determinar cómo influye el relave minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Huaraz 2021, así mismo para el desarrollo de la investigación se estableció como objetivos específicos a) Identificar las características mineralógicas del relave minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ b) Determinar cómo influye el relave minero en el asentamiento del concreto c) Analizar el dominio de estos porcentajes de relave minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ según la norma ACI 211.1, con los objetivos establecidos se pretende dilucidar la siguiente, sustituir

de manera parcial al agregado fino por relave minero tendrá efectos positivos en mejorar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Y, por último, se establece una Hipótesis ¿El relave minero influye en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Huaraz 2021?

II. MARCO TEÓRICO

Según Sunil, et al. (2015), en su estudio experimental titulado “Potential use of mine tailings and fly ash in concrete”, el objetivo que tuvo fue utilizar relave minero y ceniza volante con el propósito de sustituir el relave por el cemento y el agregado fino, así mismo esta investigación realizó los ensayos para la caracterización de las propiedades mecánicas del concreto como resistencia a la flexión a la tracción y compresión. Se realizó un estudio experimental, la muestra de estudio estuvo conformada por las mezclas con diferentes proporciones reemplazando del agregado fino por relave minero (TM) y agregado fino (S) y en porcentajes de (TM30./S70; TM40./S60; TM50./S50 y TM60./S40), la prueba de resistencia de compresión se realizó a los 7, 28 y 56 días La prueba de compresión se realizó utilizando Universal Testing Machine (UTM). Los cubos, cilindros y vigas que hayan sido curados durante 28 días, 56 días y 90 días. En cada ensayo se procedió a realizar la mezcla de concreto con el 30% RM y 65% de (arena natural), este porcentaje mostro un mayor rendimiento. Se realizo una serie de investigaciones para dar respuesta al reemplazo óptimo y así demostrar el mejor porcentaje de sustitución del cemento Portland ordinario (OPC) por ceniza volante; obteniendo los niveles de reemplazo de 20%., 30%., 40%. y 50%. Respecto a la resistencia a la compresión, según la mezcla de control resultante, durante 28 días y 56 días de endurecimiento en agua. Sorprendentemente, se observó que los resultados de la resistencia a la tracción y a la flexión mostraban una resistencia igual a la del hormigón estándar, es decir, 175 kg / cm^2 . De la misma forma el autor indica dentro de sus conclusiones más resaltantes que el hormigón de relave con 30% a 40% de TM reemplazado por arena mostró la mayor compresión después de los 28 (veintiocho) días de curado. Otras adiciones en diferentes porcentajes de TM provocaron una reducción en la fuerza de hormigón.

Según el autor concluimos que la resistencia a la compresión óptima de 53 MPa se obtiene al 37% reemplazando el TM en la arena, las mezclas de 50% y 60%

reemplazadas de TM dieron como resultado una resistencia a la compresión mucho más bajo. (alrededor de 45Mpa) que es casi un 8% menor que la fuerza de la mezcla de control.

Así mismo Zhao, et al. (2014), en su artículo de investigación titulado “Utilization of iron ore tailings as fine aggregate in ultra-high performance concrete”, realizaron un estudio experimental donde tuvo como objetivo dar a conocer la utilización de mineral de hierro en reemplazo del agregado por relave, así mismo se da a conocer que al sustituir el 100% del relave altera negativamente en la moldeabilidad y la resistencia máxima. Se realizó un estudio experimental, la muestra de estudio estuvo conformada por las mezclas con diferentes proporciones reemplazando el agregado fino con relave minero. Con curado estándar, la resistencia a la compresión de T0 fue de 93,1 MPa a 28 días, y las mezclas de relaves mostraron una pérdida de resistencia de menos de 10% cuando el contenido de relaves no supere el 50%. A los 90 días, las resistencias a la compresión de T20, T30 y T40 fueron aún mayores que el de la mezcla de control. T20 mostró la mayor resistencia de 118,2 MPa, que fue casi un 10% más alta que la resistencia de T0. Esto indica que se logra una mayor tasa de aumento de fuerza. de 28 a 90 días para estos tres morteros que el del control mezcla. La resistencia a la compresión de T100 es aproximadamente un 14% menor que la de T0 tanto a los 28 como a los 90 días. Con curado con vapor, la pérdida de resistencia con un aumento del contenido de relaves fue más significativo en comparación al curado estándar. La mezcla de control mostró el resultado que indica resistencia a la compresión de 116,8 MPa, e indica que cada 10% de aumento en el contenido de relaves provocó una caída severa en la resistencia a la compresión del 4%, cuando los relaves va en aumento de 0% a 40%. T50 mostró una resistencia a la compresión equivalente a T30, por lo contrario T100 tuvo una pérdida de resistencia del 26%. En conclusión, cuando la relación de sustitución es menor al 40%, durante 90 días de curado se compara la actividad de la mezcla de residuo con la de la mezcla estándar, y para muestras tratadas con vapor durante dos días se obtiene la resistencia de electroforesis. , la mezcla de residuos disminuyó 0,6 menos que la del control de la mezcla, es decir, 75 kgf / cm².

Para Pizo'n, et al. (2020), indica en su artículo científico titulado “*Propiedades del hormigón con hormigón reciclado Agregado que contiene residuos de lodos*

metalúrgicos”, tuvo como objetivo probar las posibilidades tecnológicas de utilizar residuos de lodos metalúrgicos en varias formas como reemplazo parcial de partes agregadas en concreto. Se realizó un estudio experimental, el cual muestra que la resistencia a la compresión es pues la propiedad más importante del concreto. Los resultados de los ensayos a la resistencia a la compresión de concreto que contienen residuos en lodos metalúrgicos en sustitución de la arena. Las muestras después de 2 días de curado dependían en gran medida de la cantidad de residuos de lodos metalúrgicos, en el caso de un concreto de 30% de resistencia a la compresión de reemplazo de arena fue similar a la muestra de control. Para una sustitución del 60% sin superplastificante fue significativamente menor (aproximadamente un 40%). Finalmente, en el caso de los dos concretos que contienen superplastificante (60% y 90%), no se posible examinar la resistencia a la compresión después de 2 días, ya que las muestras no mostraron suficiente fuerza para ser demolido. Después de un mayor tiempo de curado (7 y 28 días), el concreto en el que 30 y 60% del agregado natural fino fue reemplazado por residuos de lodos metalúrgicos que mostraron una compresión mucho mayor resistencia que el concreto de control. Para 30% y 60% de sustitución, la resistencia fue aproximadamente en un 30% más alta que el concreto de control. Ambos concretos restantes de 60% y 90% tuvieron una compresión muy similar a los resultados de resistencia al concreto de control, este está sujeto a la analogía agua – cemento donde este se reduce por los residuos en lodos metalúrgicos debido a su alta demanda de agua y finura del agregado. Con eso obtuvieron resultados similares con otros materiales muy finos como el polvo de mármol, el polvo de granito y el polvo de acero y vidrio.

Mercado, Reyna (2020), en su tesis “Influencia De Los Porcentajes De Los Relaves Mineros En La Resistencia A La Compresión En Bloques De Concreto Ensamblables, Trujillo 2019”, indica como objetivo principal el establecer la influencia en la adición de desechos mineros. Acerca de la resistencia a compresión en bloques de concreto ensamblables (BCE), se fabricaron bloques de concreto con relave minero como una nueva alternativa, sustituyendo el agregado fino en un 46%, 48%, 50%, 52%, 54% y 56%. Se realizaron los ensayos de para el relave minero y para los agregados finos. Las probetas fueron cilíndricas estas fueron utilizadas en los diferentes ensayos a la compresión de 8” en altura y 4” de diámetro. El mejor diseño

se obtuvo con el 50% de RM reemplazando el agregado fino, el cual fue 151.41 kg/cm² de resistencia a los 28 días. Asimismo, con el porcentaje de 50% se realizó para el cálculo de los BCE y en los bloques patrones se tuvo que hacer la asimilación y analizar su resistencia, encontrando como resultado más favorable el 50% del desecho minero, que dio como resultados una resistencia de 83.10 kg/cm² en promedio. Según la investigación del autor se concluye que la sustitución de estos desechos mineros tuvo un efecto positivo en la resistencia a la compresión del concreto

Condori (2018), realizó un estudio experimental, y estudió las propiedades del hormigón con residuos mineros, y lo utilizó como sustituto del agregado fino, y también estudió el porcentaje de aire presente en el hormigón como residuo minero, lo que afecta el uso de residuos mineros. (relave) en ingeniería civil, y tituló su tesis “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con el uso de material de desechos de procesos mineros, procedentes de la mina la rinconada en reemplazo del agregado fino” El objetivo fue estudiar las ventajas de los RM en las propiedades físicas y mecánicas del concreto como alternativa al agregado fino. Para lograr su objetivo, realizó una prueba de rotura del concreto para conocer su resistencia, contenido de aire, ductilidad, resistencia a la tracción y densidad, y por otro lado estudió la resistencia al esfuerzo que logra el concreto con 0% restante; 25%; 50%; 75% y 100% o 221,50 kg / cm², 220,14 kg / cm²; 200 kg / cm²; 170 kg / cm² y 162,40 kg / cm², de acuerdo a su conclusión al sustituir el RM por agregado fino, es mejor hacerlo en menos del 25% (221,50 kg / cm²) ya que se alcanza este máximo. resistencia y mejora la consistencia y el contenido de aire.

Aguilar, Lama (2020), en su tesis “Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a la compresión del concreto – 2020”, indica como objetivo general la Efecto de la sustitución de áridos finos por relaves mineros en la Compañía Minera Santa Luisa CIA sobre el hormigón f'c = 210 kg / cm² Análisis de resistencia a la compresión. El diseño de este estudio no es experimental, correlativo ni transversal, los residuos requeridos de la empresa minera involucrada, y la creación de documentación y formatos para la extracción de residuos pueden resultar altamente contaminantes. contaminación, entonces el hormigón se diseña f'c = 210 kg / cm² y así ejecutar el cálculo del reemplazo de relave minero por agregado fino, en consecuencia de la mezcla se hizo el vaciado

de las probetas, 45 probetas, con esto concluyó que al sustituir el 5% de RM por agregado fino posterior a los tiempos de curado que son a los (7, 14 y 28 días) estos resultados fueron favorables ya que la resistencia supero a este concreto patrón obtenga la siguiente resistencia máxima: $f'c = 173 \text{ kg / cm}^2$, $f'c = 200 \text{ kg / cm}^2$ y $f'c = 249 \text{ kg / cm}^2$.

Así mismo Carhuamaca, Coras (2019), su tesis como “Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a $f'c=175\text{kg/cm}^2$, con fines ambientales”. El tipo de investigación que realiza es cuasi-experimental, su principal objetivo es utilizar los residuos mineros como parte de agregado fino para fines ambientales y conocer cuál es su composición química para que puedan ser reutilizados de residuos mineros en uso constructivo, para lograr este objetivo. la rotura el concreto para una nueva resistencia, después de realizar la prueba, llegó a la conclusión de que el nuevo concreto con la adición de aglutinantes tiene una mejora significativa en las propiedades de resistencia del concreto. Mayor que $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$, donde nos dice que al sustituir los residuales 10% y 25% se logrará una mayor similitud en resistencia con la del concreto, ya que también cumple con las normas E.60 y ASTM C39.

Namuche (2018), realizo un estudio cuasi-experimental donde estudio la resistencia del cemento en combinación del relave minero es por eso que denomino su tesis como “Resistencia de la sustitución del 5%, 10% y 15% de cemento, por la combinación de relave minero en la elaboración de morteros de edificaciones de albañilería en Huaraz, 2017”. Su principal objetivo es ver los principales cambios en el deterioro del concreto para conocer su resistencia reemplazándolo en porcentajes del 5%, 10% y 15% al reemplazar el cemento, para lograr su objetivo, ha realizado pruebas empíricas para comprobar si es capaz. utilizado en la preparación de la lechada, los resultados obtenidos, llegaron a la conclusión de que luego de reponer el 5, 10 y 15% porcentajes de relaves mineros se reemplazó el cemento, y por lo tanto se obtuvieron resultados muy favorables y nos dicen que es mejor reemplácelo con 10% y 15% Porque aquí es donde se asemeja más al concreto patron.

Fernandez (2019) estudió la resistencia de un concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, debido a ello considera en su tesis para la obtención del grado en ingeniería civil el título de

“Resistencia mecánica de un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del 50% de cemento por relave minero, Distrito de Jangas, Huaraz – Ancash”, Se trata de un estudio cuasi-experimental, cuyo principal objetivo es verificar la capacidad portante del concreto = 175 kg / cm^2 mediante la sustitución del 50% del cemento por residuos mineros. Para lograr su objetivo, debe analizar la difracción de rayos X del residuo y determinar el pH del residuo, por otro lado, debe proceder con el diseño de la mezcla para producir prototipos estándar. concluyó que el uso de residuos mineros reemplazó al 50% ya que no es positivamente beneficioso ya que otorga muy baja resistencia en todas las etapas de solidificación.

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Agregado

Se define como el grupo de materiales utilizados principalmente como cargas y aglutinantes en la industria del mortero y del hormigón, derivados de rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas o elaborados a desde los desperdicios de horno. alto, etc.

El agregado forma el cuerpo del hormigón, lo que reduce la contracción y afecta la economía. Constituye del 70 al 80% del volumen y tiene una gran influencia en las propiedades del hormigón, es muy importante que sea limpio, sólido, fuerte, duradero, para obtener el tipo y calidad de árido en obra. Escala para maximizar el ahorro de pasta. Se utilizan dos tamaños claramente diferentes para aumentar la densidad aparente del agregado de hormigón: los más grandes, conocidos como agregados gruesos (gravilla) y los más pequeños como agregados finos (arena) (Duggal, 2017, p. 198).

2.1.2 Clasificación de los agregados

Menciona que las clasificaciones de los agregados según su origen se dan de la siguiente forma naturales y/o artificiales. Estos conjuntos naturales se encuentran en hoyos sedimentarios, ríos, cerros, y también en rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas, por lo que a menudo se agrupan por origen y tamaño. En el caso de los agregados artificiales, estos son agregados que provienen de la trituración mecánica y, por lo general, se producen en canteras junto al río (Peñaloza, 2015, p. 24).

2.1.3 Determinar el peso unitario seco sueltos, de la misma forma determinar el peso unitario seco compactado de los diferentes agregados finos y gruesos.

La unidad de masa se define por la relación entre la masa del bloque y el volumen ocupado. Esta relación tiene dos valores, dependiendo de cómo se realizó el material contenido antes de la prueba; Sus nombres son peso volumétrico seco suelto (PVSS) y peso seco compactado (PVSC). El peso unitario se utiliza para calcular el porcentaje de huecos en el agregado (Padilla, 2015, p. 10).

Los Pesos Unitarios sirven para calcular el porcentaje de huecos existente en el árido.

Para calcular el peso volumétrico seco suelto se emplea la siguiente fórmula:

$$PVSS \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{(\text{Peso del material suelo + el recipiente}) - (\text{Peso del recipiente})}{\text{volumen del recipiente}}$$

También es posible calcular el PVSS con la siguiente fórmula:

$$PVSS = [(\text{Peso del material suelto + el recipiente}) - (\text{Peso del recipiente})] * FC$$

2.1.4 Contenido de humedad de los agregados

(Padilla, 2015, p. 18) nos dice que la humedad es el conjunto de agua que contienen las sustancias en su estado natural, y se expresa como porcentaje del peso seco de la fase sólida. Para calcular el contenido de humedad del agregado se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso de muestra húmeda} - \text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

2.1.5 Gravedad específica

Nos dice que una cantidad dada de la muestra seca total se divide por la misma relación volumen-peso que el agua; considere los sólidos totales y el volumen de poros como el volumen de la muestra del agregado total. Este método determina (después de sumergir los agregados en agua durante 24 horas) la densidad de corriente (GE), la densidad de saturación de la superficie seca (GE_{ss}) y la densidad aparente (GE_a).

GE y GE_{ss} se utilizan para calcular la dosis de una mezcla que contiene muestras que se agregarán para obtener una relación volumen / peso o una

relación peso / volumen. GE se utiliza para calcular el porcentaje de brechas en el total (Padilla, 2015, p.52).

Para determinar la GE, se utiliza la siguiente fórmula:

$$GE = \frac{A}{v - w}$$
$$w = d - (B + C)$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca

B: Peso de la muestra en la condición de saturada superficialmente seca

C: Peso del frasco seco y limpio

d: Peso del frasco más Peso del material más Peso agua añadida

V: capacidad del Frasco

W: Agua añadida al frasco

2.1.6 Absorción

Nos indica que la absorción del agregado se logra llevando el agregado a un estado de saturación durante 24 horas, y cuando este proceso es exitoso, se deja secar el agregado hacia afuera y obtener la relación de absorción. Absorbido, obtenido por la diferencia de masa relativa a la masa seca de la muestra (Gómez, 2012, p. 73).

La ecuación de cálculo de la absorbancia es la siguiente:

$$\% \text{absorción} = \frac{\text{Masa}_{\text{sss}} - \text{Masa}_{\text{seca}}}{\text{Masa}_{\text{seca}}} \times 100$$

Donde:

Masa_{sss} = Muestra saturada seca superficialmente

2.1.7 Granulometría de los agregados

Nos dice que la finura del agregado es la división del tamaño de partícula, la cual se calcula mediante pruebas utilizando mayas conocidas como tamices (Gómez, 2012, pag.64).

Para calcular el porcentaje de retenidos acumulados y el porcentaje que pasa de fino se utiliza la siguiente formula:

$$\% \text{ retenido parcial} = \frac{\text{peso retenido parcial por tamiz}}{100} \times 100$$

2.1.8 Concreto

El concreto es una mezcla de cemento Portland u otro cemento hidráulico, mezclado con agregado grueso, agregado fino y agua, con o sin aditivos para formar una mezcla de endurecimiento (RNE, 2019).

2.1.9 Trabajabilidad

Esto ocurre cuando una parte del agua que afecta el diseño de la mezcla sube a la superficie debido a la sedimentación; Esto ocurre debido a un cálculo incompleto o un error de cálculo de la dosis de la mezcla y no toma en cuenta la cantidad de agua y mezcla (Abanto, 2009, p. 244).

2.1.10 Exudación

Se produce cuando una porción del agua efectiva del diseño de mezcla asciende a la superficie producto de la sedimentación; esto sucede por una inadecuada o un pésimo calculo en la dosificación de la mezcla y no tener en cuenta la cantidad de agua y en la mezcla (Abanto, 2009, p. 244).

2.1.11 Segregación

Se produce por la mala distribución de la masa granular del árido y provoca la separación de los materiales que componen la mezcla (Abanto, 2009, p. 244).

2.1.12 Contracción

Es provocada por la falta de agua debido a la evaporación provocada por la diferencia de humedad y temperatura del ambiente (Abanto, 2009, p. 244).

2.1.13 Cemento

La sustancia en polvo cuando se mezcla con agua forma una mezcla sólida y se puede formar tanto bajo el agua como en el aire. Está prohibido el uso de cal hidráulica, cal y yeso (RNE, 2019).

2.1.14 Pasta una mezcla de aglutinante con agua sin grumos; El polvo puede ser sólido, si es líquido, esto se llama coulis. (García, 2014, p. 68).

Asimismo, nos dice que la pasta hace su trabajo de rellenar los espacios entre las partículas de agregado y que se adhiere a ellas fuertemente, y también actúa como lubricante de la masa cuando no alcanza el nivel de agregado en estado congelado (Rivva, 2000, p. 9).

2.1.15 Cemento portland

El material, cuando se derrite químicamente a alta temperatura, formará nuevos productos cuando se mezcla con agua y convierte la mezcla en una piedra artificial por reacción de curado, razón por la cual también se lo conoce como cemento resistente al agua (Gómez, 2012, p. 44).

2.1.16 Cementos portland el peso específico

Resulta que para el cemento Portland, la densidad relativa generalmente oscila entre 3,00 gr / cm³ y 3,20 gr / cm³. El peso específico del cemento Portland de Clase I "Andino" es de 3,11 g / cm³ (NTP 334 005, 2010).

Tabla 1. Tipos de Cementos

TIPO DE CEMENTO	DENOMINACIÓN
I	Uso general, alto calor F'c rápido.
II	Mediana Resistencia sulfatos, calor moderado, F'c lento.
III	Alto Calor, F'c muy rápido, baja resistencia sulfatos
IV	Muy bajo calor, F'c muy lento
V	Muy resistente sulfatos bajos calor, F'c lento

Fuente: NTP 334 005, 2010.

2.1.17 Agua

El agua a utilizar para la fabricación y posterior curado del concreto debe de ser potable (de consumo humano la cual llega a las viviendas), pulcra de sustancias como ácidos, aceite, materias orgánicas y sedimentos(RNE, 2019).

2.1.18 Diseño de mezcla

Nos dice que el concreto es una mezcla de cemento, arena, agregado grueso y agua. En este sentido, para cumplir con los estándares de calidad, se deben diseñar correctamente y cada sustancia debe estar disponible en cantidades suficientes, y estas sustancias se miden en función de su peso, es decir, el diseño de la mezcla, el caso de prueba será llevada a cabo en el laboratorio y la aplicación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados (Padilla, 2015, p.52).

Al preparar mezclas en el laboratorio, se tendrá en cuenta la operatividad y distribución de partículas para que la mezcla pueda corregirse en caso de mal funcionamiento. Una vez diseñada la mezcla, se fabricará un núcleo de hormigón (cilíndrico) y se realizarán pruebas de esfuerzo a diferentes edades para ver si cumple con la resistencia de diseño recomendada y el uso previsto.

El hormigón es considerado una de las mezclas más importantes en la actualidad en la industria de la construcción, sin embargo (Holcin, 2017, p. 1) afirma que el

hormigón es una mezcla de áridos, cemento, agua y aire, que se endurece con el tiempo debido a un fenómeno conocido como forjar. Gracias a sus propiedades mecánicas como fuerza, resistencia y otras. Se utiliza para ensamblar estructuras o como revestimiento de superficies para protegerse de los efectos químicos de la atmósfera.

2.1.19 Concreto

Es una mezcla de áridos y agua, comúnmente utilizada para estructuras sometidas a mayores cargas por peso. El hormigón en su estado fresco tiene la forma del molde en el que se vierte y, por lo tanto, se somete a un proceso conocido como fraguado y luego aplica la resistencia de diseño precalculada a dicha mezcla (Argos, 2017, p. 1).

Según (Montejo, et al, 2013, p. 29) A lo largo de los años, el hormigón se ha agrupado por resistencia y peso unitario, que se encuentran entre los factores más importantes para su preparación. Grupo por resistencia Agrupado por 28 días relacionados con cada construcción civil buscada, tal y como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Clasificación del hormigón mediante la resistencia a la compresión*

Resistencias a la compresión		Descripción
Kg/cm ²	(p.s.i)	
70-350	1.000-5.000	Normal
420-1.000	5.000-14.000	(Alta resistencia)
(+) de 1.000	(+) de 14.000	(Ultra alta resistencia)

Fuente: Montejo y Montejo, 2013.

La clasificación de peso unitario del hormigón se refiere al hecho de que el hormigón está obligado a agregarse en el estado natural en el que se encuentra, y de manera similar, su peso único se determina en 2400 kg / m³, pero hay algunos tipos de hormigón con más tecnología avanzada. Cambiar este indicador, ver la siguiente tabla.

Tabla 3. Clasificación de hormigón peso unitario

Peso único aprox. Kg/m ³	Descrip
(500-2.000)	(Concreto ligero)
(2.100-2.500)	(Concreto normal)
(2.500-5.600)	(Concreto pesado)

Fuente: Montejo y Montejo, 2013.

Comparado con teorías anteriores, también tenemos un parámetro muy importante que es el concreto en un caso nuevo, donde podemos obtener trabajabilidad, separabilidad, peso unitario y velocidad. La fluidez del concreto, estos parámetros dependen de valores previamente calculados. combinación de diseño.

2.1.20 Trabajabilidad y manejabilidad

Depende de la relación agua-cemento en el diseño de la mezcla (a / c), la mezcla adquiere una propiedad viable ya que el hormigón se utilizará en el sitio, el hormigón fresco se puede curar fácilmente y luego vibrar en el encofrado donde el hormigón se ha sido establecido. Asimismo, este autor afirma que la maniobrabilidad se expresa mediante criterios de estanqueidad, consistencia, ductilidad y consistencia (Niño, 2010, p. 108). En cuanto al fraguado (Sánchez, 2001, p. 45) afirmó que este es el período de tiempo durante el cual el agua interactúa con los demás componentes del concreto, y también mencionó que se considera estable cuando el concreto pierde ductilidad y comienza a endurecerse.

2.1.21 Resistencia a la compresión

Se trata de una prueba que se realiza con el objetivo de conocer la resistencia alcanzada por el hormigón, ya que la mayoría de las propiedades del hormigón aumentarán al aumentar la resistencia. La resistencia a la compresión del hormigón es la resistencia máxima que puede soportar la muestra antes de romperse por tensión (agrietamiento, rotura) (Abanto, 2009, p. 50).

2.1.22 Ensayo de resistencia a la compresión

Este método es el método en el que la probeta cilíndrica se somete a una carga axial, y además establece que la resistencia a la compresión es la fuerza cuyo cálculo es el cociente de la carga máxima obtenida durante la muestra de ensayo (NTP 339.034, 2008, p. 13). La fórmula para calcular resistencia a la compresión de la probeta es:

$$R_c = 4G/\pi D^2$$

Donde:

R_c: Resistencia de roturas a las compresiones, en kg por centímetros cuadrados.

G: Cargas máximas de roturas en kg.

D: Diámetros de las probetas cilíndricas en centímetros.

Dentro de este reglamento nos menciona el tipo de falla la cual las probetas son seleccionadas luego de ser sometida a la maquina de resistencia a la compresión.

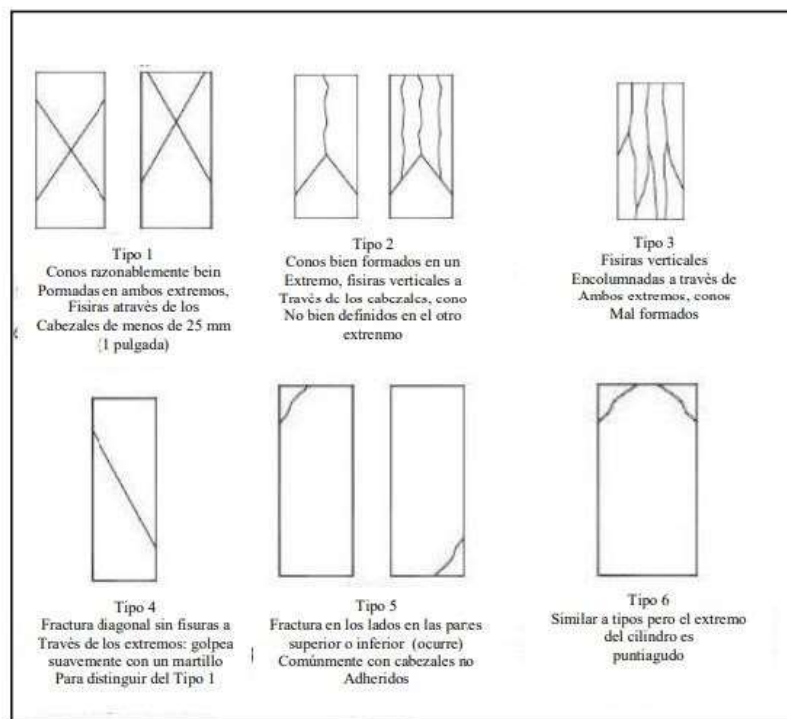


Figura 1. Ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: NTP 339.034, 2008, p. 13

Después de 28 días de vertido y curado respectivamente, se alcanza la resistencia a la compresión (f'c) del concreto endurecido.

2.1.23 Probetas de concreto

Nos dice que los moldes de muestra de concreto deben estar hechos de acero, hierro forjado u otros materiales que no absorban ni se mezclen con nuestras muestras de cemento. Debe ser de material resistente al desgaste para poder soportar las condiciones de uso, por lo que tiene forma de cilindro recto con una altura de 30 cm y un diámetro de 15 cm (Medina, 2020).

2.1.24 Curado de las probetas

Nos dice que para que las muestras de concreto se endurezcan, deben ser retiradas del molde y las muestras procesadas inmediatamente después de que se haya quitado el molde. Ponlos en el tanque de agua. El agua debe cubrir completamente todas las superficies de la muestra (Aceros Arequipa, 2019)

2.1.25 Minería

La minería se define como un desarrollo minero global cuya función principal es ser una fuente de crecimiento, mantenimiento y desarrollo (OSINERMING, 2017).

2.1.26 Relave

Si hablamos de residuos, entonces podemos decir que este concepto es muy importante para entender su proceso, el espesamiento es el proceso de flotación que se lleva a cabo en la planta minera, resultando en residuos de todas las operaciones mineras, llamados "lodos". Estos residuos corresponden a suspensiones finas de sólidos en líquidos. Creado esencialmente a partir del mismo material que en el lugar (en todas partes minería - minería), debe tenerse en cuenta que se extrajeron metales preciosos. Suele estar formado por una mezcla de roca triturada, agua e impurezas minerales, y también podemos decir que existe una baja concentración de metales pesados como plomo, cobre, mercurio y metales como el arsénico (Morande 2007).

2.1.27 Minerales

Nos dijo que el cobre, el zinc y el plomo son elementos químicos metálicos. El cobre tiene un tinte rojo, el zinc es de color blanco azulado y el verde plomo (OSINERMING, 2017).

- El cobre tiene las propiedades de ductilidad y ductilidad y es un buen conductor de calor, propiedades que se han utilizado desde la antigüedad en la fabricación de armas, herramientas y electrodomésticos.
- El zinc, como el cobre, se beneficia de sus propiedades y se utilizaba en el pasado para hacer piezas rituales y elementos decorativos, y hoy lo usamos para fabricar pilas y caucho, también se utiliza para prevenir enfermedades, diarreas y neumonías.
- El plomo se usó para hacer decoraciones, donde también se usó para construir acueductos y / o baños, y hoy se usa para hacer pantallas de rayos X, cubiertas de cables, etc.

2.1.28 Relave Ticapampa

Este relave de ticapampa es muy conocido por la población ya que tiene mucha historia y debido a nuestra ubicación geográfica nuestro proyecto de investigación corresponde al relave de Ticapampa, ubicado en el departamento Áncash. Este relave es un residuo sólido minero cuyo resultado es el producto de operaciones metalúrgicas por flotación que compone un importante pasivo ambiental, encontrándose en la faja marginal de la cuenca del río santa. Este relave se encuentra en el distrito de Ticapampa y está considerado como una de las extensiones más grandes de esta región, con una longitud aprox de 750 metros de largo, tiene una elevación máxima de 15 metros y una inclinación promedio de 25 grados.



Figura 2. Depósitos de relaves Distrito de Ticapampa – Provincia de Recuay.
Fuente: Elaboración propia

2.1.29 Características de los materiales.

Antes de iniciar con el estudio de la dosificación, se recomienda tener noción de las propiedades de los materiales tanto físicas, químicas y mecánicas, para validar que cumplen con los requerimientos técnicos que exigen las normas, a continuación, se hace una descripción de los materiales del concreto. (Giraldo 2006)

Cemento. Tiene que cumplir con los requerimientos de la NTP 334.090 – 2013. Se recomienda tener conocimiento de ciertas características como:

Densidad. Es a relación que existe entre la masa seca del cemento y el volumen sólido ocupado, la densidad de un cemento portland es de 2.8 g/cm³, (NTP 334.005 – 2011).

Resistencia del cemento (NTP 334.005-2011)

La resistencia del cemento se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$F_{Cr} \text{ (MPa)} = \frac{k_1}{K_2^{w/c}}$$

En la tabla 6, podemos apreciar los valores de las constantes K1 y K2, que están en función a la resistencia del hormigón, y que con la relación agua

cemento descrita en la tabla anterior podemos calcular la resistencia del cemento.

Tabla 4. Valores de las constante K_1 y K_2 con relación a la resistencia del cemento

Resistencia del cemento (Mpa)	K_1	K_2
< 20	75	14.5
25 – 30	90	13.0
30 – 35	110	12.5
35 – 40	130	11.0
> 40	145	10.5

Fuente: Norma ACI 211.

Agregado Fino. También conocido como arena gruesa, este tiene que cumplir con los requisitos determinados en la NTP400.012– 2001. Se recomienda tener conocimiento de las siguientes características como:

Módulo de Finura: Se determina por el análisis granulométrico del material, que determina el tamaño promedio de sus partículas (NTP 400.012 – 2000).

Densidad en bruto seca: Se determina por la correlación entre la masa seca del sólido y el volumen de la materia prima, y su valor es una referencia para estimar la composición de la mezcla (NTP 400.022-2013).

Humedad de absorción: Determinada por la cantidad de agua almacenada en los poros internos y externos del material, medida por la norma (NTP 339.047-2006)

Humedad superficial: Refiere a la cantidad de agua que excede la absorción del agregado se determina mediante algunos métodos rápidos y prácticos relacionados con el estándar (NTP 339.047 – 2006).

Agregado Grueso. También conocido como piedra chancada o canto rodado, debe de cumplir con los requerimientos de la NTP 400.037 - 2002.

Se recomienda tener conocimiento de ciertas características como:

El tamaño Máximo del agregado (NTP 400.012 - 2001).

La densidad en bruto seco y la humedad de absorción (NTP 400.017 - 2011).

La Humedad superficial (NTP 339.185 - 2013).

La masa unitaria seca y compactada con la varilla (NTP 400.017 - 2011) y la forma de las partículas (redondeada, angular o mixta).

2.1.7.8. Dosis de agua y aire atrapado inicial.

Para determinar la cantidad de agua y el porcentaje de aire atrapado, ACI exhorta utilizar la presente tabla. La Tabla 7 nos permite determinar la cantidad de agua a utilizar, la cual es función del revenimiento de la mezcla y el tamaño del agregado grueso. (Giraldo 2006)

Tabla 5. Valores aproximados del contenido de agua y aire mezclados para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado

Asentamiento (mm)	Tamaño máximo del agregado en centímetros y en pulgadas							
	1 cm (3/8")	1.25 cm (1/2")	2 cm (3/4")	2.5 cm (1")	4 cm (1 1/2")	5 cm (2")	7 cm (3")	15 cm (6")
25 - 50	205	200	185	180	160	155	145	125
75 - 100	225	215	200	195	175	170	160	140
150 - 175	260	230	210	205	185	180	170	
% aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Fuente: Norma ACI 211.

2.1.7.9. Cálculo del contenido inicial del cemento.

Para el cálculo del cemento tener presente la siguiente tabla, la tabla 8 permite obtener los valores en relación agua-cemento, en función a la resistencia del concreto como del cemento. (Giraldo 2006)

Tabla 6. Valores de la relación agua-cemento en función de la resistencia del concreto y cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días (Mpa) (f'_{cr})	W/C Cemento R20	W/C Cemento R25	W/C Cemento R30
20	0.49	0.59	-
25	0.41	0.5	0.59
30	0.34	0.43	0.51
35	-	0.37	0.45
40	-	0.32	0.4
45	-	-	0.35
50	-	-	0.31

Fuente: Norma ACI 211.

2.1.7.10. Determinación de la cantidad de agregado grueso.

El ACI basado en los estudios del profesor W. M. Dunagan recomienda la presente tabla, en la tabla 9 se determina el volumen del agregado grueso que está en función de su tamaño y de la finura de la arena. (Giraldo 2006)

Tabla 7. Cantidad de agregado grueso para un m³ de concreto

Tamaño máximo agregado grueso	Módulo de finura de arena (MF)			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Norma ACI 211.

J. F García Baladó propone una tabla con más valores para el módulo de finura, más completa.

Tabla 8. Cantidad de agregado grueso para un m³ de concreto

Tamaño máximo agregado grueso	Módulo de finura de arena (MF)								
	0	1	2	2.4	2.75	3.1	4	5	6
3/8"	0.7	0.63	0.54	0.5	0.45	0.39	-	-	-
1/2"	0.74	0.69	0.61	0.57	0.53	0.48	0.3	-	-
3/4"	0.8	0.75	0.68	0.65	0.62	0.58	0.44	-	-
1"	0.82	0.78	0.72	0.69	0.66	0.63	0.51	0.21	-
1 1/2"	0.85	0.81	0.76	0.73	0.71	0.68	0.59	0.38	-
2"	0.87	0.83	0.79	0.76	0.74	0.71	0.64	0.47	-
3"	0.89	0.86	0.82	0.8	0.78	0.76	0.64	0.56	0.21
6"	0.93	0.91	0.87	0.86	0.84	0.82	0.76	0.66	0.51

Fuente: Norma ACI 211.

2.1.7.11. Determinación de la cantidad de agregado fino.

Para el agregado fino se recomienda inicialmente utilizar el método por volumen, este método consiste en que los volúmenes de todos los materiales de la mezcla deben sumar un metro cúbico de concreto. (Giraldo 2006)

III METODOLOGÍA

Este proyecto de investigación fue realizado de manera científica ya que se siguió una serie de pasos sistematizados, utilizando técnicas y procedimientos donde ayudaron a alcanzar los objetivos de la investigación.

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada.

Según Naupas, et al. (2018), este tipo de investigación está orientada a solucionar problemas de producción y sociales, puesto que están dirigidas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de sistemas, procedimientos, normas, y es aplicada por que se establecen en resultados de la investigación básica. Nivel de Investigación: explicativo.

Ya que se busca explicar los efectos que tendrán el relave en todas aquellas propiedades mecánicas de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, y la relación que existe entre sus variables. Según Hernández, Fernández, Baptista (1991), Indican que el estudio realizado tuvo como finalidad responder a las causas que originan todo

evento físico o social y su propósito principal es explicar por qué se suscitan estos fenómenos y las condiciones en las que se dan, y por qué dos o más variables están relacionadas.

Diseño de investigación: diseño experimental – correlacional - transversal porque el aumento en la resistencia a la compresión se visualiza cuando se agrega un porcentaje específico de RM, como aplicar este diseño porque no se cambia ninguna variable; así mismo se desarrolló de forma transversal por estudiarse en un lapso de tiempo.

3.1.1 Enfoque de la investigación

Este enfoque desarrollado es cuantitativo, ya que los planteamientos establecidos son específicos, los procedimientos para su desarrollo son secuenciales, no se pueden saltar los pasos, y con la obtención de los resultados de las pruebas de campo desarrolladas podremos confirmar o desmentir la hipótesis que nos hemos planteado. Según Hernández, Fernández, Baptista (2014); indican que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para demostrar una hipótesis, basado en el desarrollo de mediciones numéricas y en el análisis estadístico, con el propósito de esto de instaurar modelos de comportamiento y probar teorías, así mismo comparten que el propósito de esbozar el problema de investigación cuantitativa se realiza para precisar y estructurar más adecuadamente la idea de investigación, para lo cual utilizan cinco elementos: preguntas, justificación, objetivos, viabilidad y evaluación de las deficiencias, las preguntas son las respuestas a resolver, la justificación por qué o para que se realiza la investigación, los objetivos para determinar qué es lo que se quiere investigar, la viabilidad indica si es posible realizarla y la evaluación de las deficiencias brinda valor al desarrollo de la investigación.

3.1.2 Diseño de Investigación

Nuestra investigación es de tipo experimental, ya que realizaremos evaluaciones o pruebas en un laboratorio, trabajando deliberadamente la variable independiente, que para nuestro caso es el relave minero, para ver qué efectos tiene en nuestra variable dependiente, que es la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Según Hernández, Fernández, Baptista (2014), sostienen que el diseño es la estrategia o habilidad que utiliza el investigador para recopilar la información que se necesita para responder al planteamiento establecido, y sobre la investigación experimental manifiestan es un método de control en el cual una o más variables independientes (causas) son manipuladas intencionalmente, para estudiar las consecuencias de esta manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos), en base a lo descrito se puede determinar que la variable dependiente no se manipula, sino que se mide únicamente, para evaluar los efectos que genera la variable independiente.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Definición de la Variable

Según Soto (2018), es toda característica cuantitativa o cualitativa donde el investigador analiza el proceder en una investigación, dependiendo de complejidad, puede ser simple o compuesta.

3.2.2 Definición de dimensiones

Según Soto (2018), indica que podría denominarse como sub variables en general, explican en detalle el comportamiento de la variable de estudio; Recomienda que las dimensiones provengan de la teoría, la cual debe ser detallada en el marco teórico.

3.2.3 Definición de indicadores

Según Soto (2018), Se refiere a la cuantificación o traducción digital de dimensiones. Su representación debe ser clara y permitir al lector comprender cómo funcionan las dimensiones y por ende la variable de interés, y así conocer la verdad de nuestro problema de investigación. Los

indicadores bien definidos los alentarán a optar por el análisis métrico y harán una contribución más profunda porque se puede lograr el análisis métrico y, por lo tanto, se pueden discutir los resultados de la investigación, después de un simple análisis de variables y dimensiones.

3.2.4 Variable Independiente: Relave minero.

3.2.4.1 Relave minero

Morande (2007), Si hablamos de residuos, entonces podemos decir que este concepto es muy importante para entender su proceso, el espesamiento es el proceso de flotación que se lleva a cabo en la planta minera, resultando en residuos de todas las operaciones mineras, llamados "lodos". Este residuo corresponde a una suspensión fina de un sólido en un líquido. Creado esencialmente a partir del mismo material que en el lugar (en todas partes minería - minería), debe tenerse en cuenta que se extrajeron metales preciosos. Suele estar formado por una mezcla de roca triturada, agua e impurezas minerales, y también podemos decir que existe una baja concentración de metales pesados como plomo, cobre, mercurio y metales como el arsénico.

3.2.4.1.1 Definición Operacional

Determinaremos que efectos tiene el relave minero en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir de manera parcial al agregado fino, para lo cual evaluaremos sus propiedades físicas y los porcentajes de sustitución establecidos.

3.2.4.1.2 Indicadores

Para la variable relave minero (V1), se ha definido los siguientes indicadores.

1. Granulometría
2. Peso específico
3. Análisis geoquímico

3.2.4.2 Variable Dependiente - Resistencia del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$

3.2.4.2.1. Definición conceptual.

Gutiérrez (2003), Dado que la resistencia a la compresión es la propiedad mecánica más importante del hormigón, se expresa como presión en la unidad kg/cm^2 . o en PSI. Para resistencia a la compresión, se fabrica una cierta cantidad de probetas o tubos de ensayo, es un testimonio de la instalación.

3.2.4.2.2. Definición operacional.

1. Se evaluará su resistencia a la compresión con pruebas a la rotura de las probetas en un rango de tiempo de 7, 14 y 28 días que es el límite para que el concreto alcance su mayor resistencia.
2. Se determinará la consistencia del concreto mediante la prueba de cono de Abrams.
3. Se prepararán probetas o especímenes con sustituciones parciales del relave minero por agregado fino en los porcentajes establecidos, comparar los resultados con las probetas patrón.

3.2.4.2.3. Indicadores.

Para la variable resistencia del concreto (V_2), se ha definido los siguientes indicadores. 1. Relación Agua/cemento.

2. Agregado fino al 100% muestra control
3. Slump.
4. Resistencia a la compresión Kg/cm^2 .

Tabla 9. Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente Relave Minero	Morande (2007). Si hablamos de residuos, entonces podemos decir que este concepto es muy importante para entender su proceso, el espesamiento es el proceso de flotación que se lleva a cabo en la planta minera, resultando en residuos de todas las operaciones mineras, llamados "lodos". Este residuo corresponde a una suspensión fina de un sólido en un líquido. Creado esencialmente a partir del mismo material que en el lugar (en todas partes minería - minería), debe tenerse en cuenta que se extrajeron metales preciosos. Suele estar formado por una mezcla de roca triturada, agua e impurezas minerales, y también podemos decir que existe una baja concentración de metales pesados como plomo, cobre, mercurio y metales como el arsénico.	Determinaremos que efectos tiene el relave minero en la resistencia a la compresión del concreto $f_{c'}=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir de manera parcial al agregado fino, para lo cual evaluaremos sus propiedades físicas y químicas y los porcentajes de sustitución establecidos.	Propiedades Físicas y Químicas	Granulometría	Razón
				Peso específico	Razón
				Análisis geoquímico	Razón
			Dosificación del Relave	Dosificación en Porcentajes de sustitución 0%, 12%, 25%, 50%, 100%.	Razón
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Dependiente Resistencia a la compresión del concreto $f_{c'}=210\text{kg/cm}^2$	Gutiérrez (2003), sostiene que la resistencia a la compresión es la característica mecánica más importante del concreto, se expresa en términos de esfuerzo en kg/cm^2 . O en PSI. Para la resistencia a la compresión, se elabora una determinada cantidad de probetas o especímenes, las cuales son los testigos de las mezclas que se están preparando.	Se evaluará su resistencia a la compresión con pruebas a la rotura de las probetas en un rango de tiempo de 7, 14 y 28 días que es el límite para que el concreto alcance su mayor resistencia. Se determinará la consistencia del concreto mediante la prueba de cono de Abrams. Se prepararán probetas o especímenes con sustituciones parciales del agregado fino por relave minero en los porcentajes establecidos, comparar los resultados con las probetas patrón.	Dosificación del concreto	Relación Agua/cemento.	Razón
				Agregado fino al 100% muestra control	Razón
				Slump	Razón
			Resistencia a la compresión	Rotura de concreto a los 7, 14, 28 días, con curado en H_2O .	Razón

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según López (2004), es el total de individuos u objetos a investigar de los que se pretende conocer una característica determinada, la población de acuerdo al medio que se va estudiar puede estar constituida por determinados grupos específicos de personas, animales u objetos.

Nos enmarcamos dentro de una población finita ya que es posible determinar la cantidad de material, es por ello que la población se restringe al empleo de relave minero de distrito de Ticapampa, Provincia de Recuay Departamento de Ancash sustituyendo parcialmente el agregado fino por relave minero, Teniendo en cuenta los criterios de inclusión: Para los agregados, se trabajará bajo la NTP 400.012:2013; Se utilizará agua potable para el diseño de mezcla a temperatura ideal, el cual cumplirá con la NTP 339.088; Se usará Cemento Portland Tipo I; el relave minero del distrito de Ticapampa Provincia de Recuay, por lo cual se usarán las Normas NTP 334.104:2001 y ASTM C-618.

Para el desarrollo del proyecto de investigación se tendrá una población de 45 probetas de concreto con diferentes proporciones según el porcentaje de sustitución del relave minero por agregado fino.

En la siguiente tabla se indica el número de probetas para la resistencia a la compresión con porcentaje (%) de sustitución de agregado fino (AF) por relave minero (RM).

Tabla 10. Número de probetas para la resistencia a la compresión.

DÍAS DE CURADO	NÚMERO DE PROBETAS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON PORCENTAJE (%) DE SUSTITUCIÓN DE AGREGADO FINO (AF) POR RELAVE MINERO (RM)				
	CONCRETO PATRON F'C = 210KG/CM2 - 0% (CP)	SUSTITUCIÓN DEL 6% (SUST- 6% RELAVE)	SUSTITUCIÓN DEL 12% (SUST- 12% RELAVE)	SUSTITUCIÓN DEL 25% (SUST- 25% RELAVE)	SUSTITUCIÓN DEL 50% (SUST- 50% RELAVE)
7 DIAS	P01 (CP - 7 DÍAS)	P01 (S-6% RELAVE - 7 DÍAS)	P01 (S-12% RELAVE - 7 DÍAS)	P01 (S-25% RELAVE - 7 DÍAS)	P01 (S-50% RELAVE - 7 DÍAS)
	P02 (CP - 7 DÍAS)	P02 (S-6% RELAVE - 7 DÍAS)	P02 (S-12% RELAVE - 7 DÍAS)	P02 (S-25% RELAVE - 7 DÍAS)	P02 (S-50% RELAVE - 7 DÍAS)
	P03 (CP - 7 DÍAS)	P03 (S-6% RELAVE - 7 DÍAS)	P03 (S-12% RELAVE - 7 DÍAS)	P03 (S-25% RELAVE - 7 DÍAS)	P03 (S-50% RELAVE - 7 DÍAS)
14 DIAS	P01 (CP - 14 DÍAS)	P01 (S-6% RELAVE - 14 DÍAS)	P01 (S-12% RELAVE - 14 DÍAS)	P01 (S-25% RELAVE - 14 DÍAS)	P01 (S-50% RELAVE - 14 DÍAS)
	P02 (CP - 14 DÍAS)	P02 (S-6% RELAVE - 14 DÍAS)	P02 (S-12% RELAVE - 14 DÍAS)	P02 (S-25% RELAVE - 14 DÍAS)	P02 (S-50% RELAVE - 14 DÍAS)
	P03 (CP - 14 DÍAS)	P03 (S-6% RELAVE - 14 DÍAS)	P03 (S-12% RELAVE - 14 DÍAS)	P03 (S-25% RELAVE - 14 DÍAS)	P03 (S-50% RELAVE - 14 DÍAS)
28 DIAS	P01 (CP - 28 DÍAS)	P01 (S-6% RELAVE - 28 DÍAS)	P01 (S-12% RELAVE - 28 DÍAS)	P01 (S-25% RELAVE - 28 DÍAS)	P01 (S-50% RELAVE - 28 DÍAS)
	P02 (CP - 28 DÍAS)	P02 (S-6% RELAVE - 28 DÍAS)	P02 (S-12% RELAVE - 28 DÍAS)	P02 (S-25% RELAVE - 28 DÍAS)	P02 (S-50% RELAVE - 28 DÍAS)
	P03 (CP - 28 DÍAS)	P03 (S-6% RELAVE - 28 DÍAS)	P03 (S-12% RELAVE - 28 DÍAS)	P03 (S-25% RELAVE - 28 DÍAS)	P03 (S-50% RELAVE - 28 DÍAS)

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

3.3.2 Tipo de la muestra

El tipo de la muestra, todos los componentes de la población podrían pertenecer a la muestra. El estudio utilizara relave minero de distrito de Ticapampa. Después se llevará al laboratorio. Debido a que la muestra se establece como un subgrupo delimitado claramente para la obtención y toma de datos en torno a las características de una determinada población. La muestra estará conformada por 45 probetas incluida la muestra patrón. La muestra para el estudio estará compuesta por el concreto adicionando cantidades diferentes de relave minero.

Para lograr calificar la muestra se han utilizados criterios muestrales (3 probetas, 3 ensayos seguido en lo mismo o superior a la resistencia de

diseño), la muestra se calificará mediante componentes elaborados con concreto, sustituyendo el agregado fino por relave minero, poseyendo como factor la resistencia de compresión; por tal motivo, las probetas serán especificadas y cuantificadas.

1.- Nueve probetas patron $f'c = 210\text{kg/cm}^2 - 0\%$, diseñadas bajo la norma internacional ACI 211-1, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días, conforme lo establece la norma.

2.- Nueve probetas con sustitución parcial del 6% en peso del agregado fino por relave minero, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días, conforme lo establece la norma.

3.- Nueve probetas con sustitución parcial del 12% en peso del agregado fino por relave minero, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días, conforme lo establece la norma.

4.- Nueve probetas con sustitución parcial del 25% en peso del agregado fino por relave minero, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días, conforme lo establece la norma.

5.- Nueve probetas con sustitución parcial del 50% en peso del agregado fino por relave minero, los ensayos a la rotura de los testigos se realizarán a los 7, 14 y 28 días, conforme lo establece la norma.

3.3.3 Muestreo

Es un tipo de muestreo no Probabilístico, las dimensiones de la muestra se harán recurriendo a la normativa americana ACI 318, la cual establece el número de ensayos mínimo que deben ensayarse para que se pueda obtener un dato confiable

3.4 Técnicas e instrumentos de Recolección de datos.

3.4.1 Técnicas

Hernández Sampierí (1998), sostienen, que una vez que se haya seleccionado el diseño de investigación adecuado y la muestra apropiada en relación al problema de estudio, se procede con la recolección de la información sobre las variables a investigar, para lo

cual se desarrollan tres actividades, seleccionar un instrumento de medición, aplicar o medir dicho instrumento y finalmente preparar las mediciones para que puedan ser analizadas correctamente.

La recolección de la información para el presente estudio de investigación, nos permitirá hacer las comparaciones respectivas de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, de la muestra patrón con el elaborado utilizando porcentajes de sustitución del agregado fino por relave minero del 0% muestra patrón, 6%, 12%, 25% y 50%, se comenzará por determinar las propiedades físicomecánicas de los agregados finos y gruesos, que nos brindarán el tipo de mezcla que se debe diseñar bajo los procedimientos establecidos por la norma internacional ACI 211.1.

Una vez que se haya definido el diseño de la muestra procederemos a la elaboración de las probetas o especímenes, las que serán sometidas a ensayos de rotura, que se realizarán a los 7, 14 y 28 días de acuerdo a las directivas vigentes establecidas, para verificar si el remplazo parcial del agregado fino por relave minero en porcentajes del 0% muestra patrón, 6%, 12%, 25% y 50%, tiene resultados favorables en la resistencia a la compresión en el referido concreto.

Tabla 11. Ensayos e instrumentos de Recolección de datos.

ENSAYOS	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS
Granulometría del agregado fino	- Balanza, - Brocha - Tamices: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 Y N° 200 - Horno
Granulometría del Relave Minero	- Balanza, - Brocha, - Horno - Tamices: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 Y N° 200
Granulometría del agregado grueso	- Balanza, - Brocha, - Horno - Tamices: 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4 Y N°8.
Peso unitario de los agregados	- Balanza, - Recipiente cilíndrico - Varilla de 5/8" y 60 cm de longitud - Horno
Peso específico de los agregados gruesos y finos	Para el agregado fino - Balanza de precisión de 0.5gr - Picnómetro de capacidad de 500ml - Bomba de vacíos, - Horno, - Cono metálico. - Barra compactadora, - Brochas Para el agregado grueso, - Balanza - Canastilla, horno.

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

3.5 Procedimiento

El presente estudio buscará en su proceso inicial la selección, desarrollo y exposición de las definiciones de los elementos a usar, para comprender como analizarlos. La segunda parte consistirá en elaborar los testigos de concreto, el concreto patrón será de $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, y los demás concretos se realizarán con desiguales porcentajes de relave minero en 0% muestra patrón, 6%, 12%, 25% y 50%. En la realización se presentaron procesos como la elección de materiales a utilizarse, como también decretar las características físicas y químicas; además se busca la técnica y la metodología de diseño a utilizarse. Seguidamente, se describe las fases del estudio.

- a) Elección de canteras y agregados, para la elección del agregado más apropiado, realizará una variedad de ensayos, estos son: Granulometría,

densidad y absorción, peso unitario máximo y mínimo y contenido de humedad, para asegurarse cuál de las canteras cumplen las normas establecidas de límites máximos: Agregados gruesos la NTP.400.013 y agregados finos la NTP.400.037.

- b) Selección del relave minero, se utilizará relave minero del distrito de Ticapampa, Provincia de Recuay Departamento de Ancash. El lugar se eligió por su fácil acceso.
- c) Determinar las características físicas de los materiales (agregado fino, agregado grueso y relave minero). Definida la zona se procederá a realizar los ensayos en laboratorio. Para el agregado Fino: Peso específico (P.E), Módulo de fineza, porcentaje (%) de humedad, porcentaje (%) de absorción. Para el agregado Grueso: Tamaño máximo nominal (TMN), Peso específico (P.E), porcentaje (%) de humedad, Peso seco saturado (PSS), Porcentaje (%) de absorción.
- d) Determinación del método de diseño, el estudio se ha limitado al uso solamente del método de diseño, del A.C.I.
- e) Evaluación del agua a utilizar, como se menciona en el marco teórico es uno de los elementos que posee demasiada consideración en la mezcla, la cual será agua para consumo humano.
- f) Elección del cemento a utilizar, el cemento se determinará por el empleo habitual en la zona y construcción, utilizando el cemento portland tipo I.
- g) Pruebas en laboratorio, en el laboratorio se procederá a realizar los análisis de granulometría y características físicas, según los parámetros normados para los agregados.

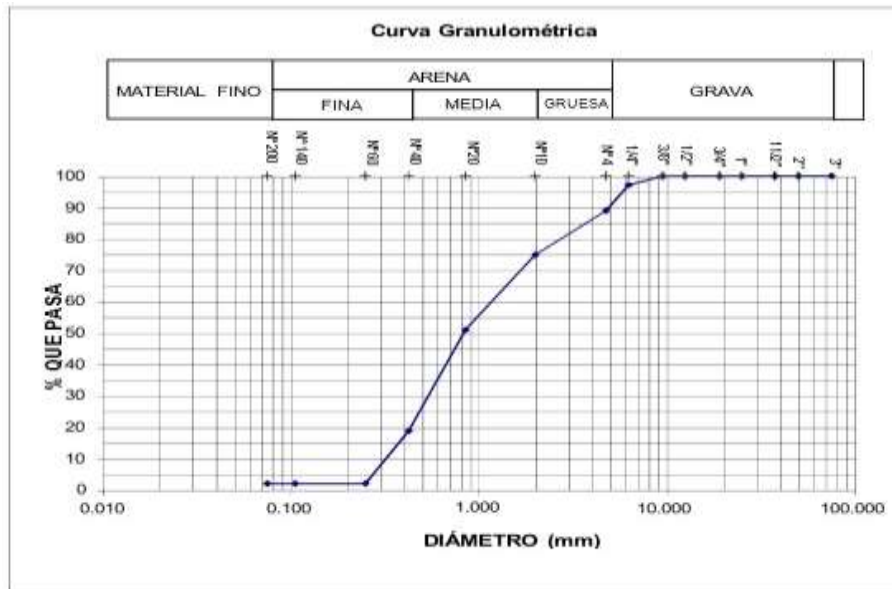


Figura 3. Curva Granulométrica - Agregado fino (arena gruesa). Fuente: Elaboración propia.

- h) Cuantificación del relave minero en peso, cantidad a utilizar de relave minero en el concreto, ya que es un estudio de tipo experimental se procederá al uso de porcentajes en categorías del 0% muestra patrón, 6%, 12%, 25% y 50% con el objetivo de calcular la cantidad más considerado.
- i) Diseño de mezcla (ACI), Asumiremos el conocimiento de las propiedades de los materiales a usar como el cemento, agregados y sus pesos unitarios secos, pesos específicos, tamaño de partículas, absorciones, humedades. Cada ensayo corresponde a una norma determinada, contenido de humedad (NTP 339.185), análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012), peso unitario de los agregados (NTP 400.017), peso específico y porcentaje de absorción (NTP 440.022).

Tabla 12. Diseño de mezcla Materiales.

CEMENTO	PORTLAND	TIPO 1
	PESO ESPECIFICO	3.11
AGREGADO GRUESO	CANTERA RIO SANTA TACLLAN - RUMICHUCO	
AGREGADO FINO	CANTERA RIO SANTA TACLLAN - RUMICHUCO	
AGUA	POTABLE	

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

- j) Elaboración de testigos, una vez efectuado el diseño se procederá a elaborar y vaciar el concreto en briquetas de medidas 0.15m x 0.30m, las labores se harán con cantidades de relave minero fijadas. Los procesos se harán según las normas ASTM C-31 y ASTM C.39 o ITINTEC330.36 o 339.034 o normas que se vinculan.
- k) Curado de testigos, para llegar la resistencia requerida es obligatorio elaborar un óptimo hidratado. Si no se hace correctamente, el concreto se reduce y agrieta en su etapa de endurecimiento y su resistencia puede reducir 30% menor, hay diferentes métodos para curar, usando el mejor de ellos, se inundarán los elementos por completo en agua.
- l) Ejecución de pruebas de resistencia de compresión, las muestras se someterán a la prueba de resistencia de compresión, a los 7, 14 y 28 días.
- m) Estudio y análisis de resultados, después de realizarse los ensayos en laboratorio se recolectarán toda la información requerida y se procederá al desarrollo en gabinete y por último al análisis de resultados.
- n) Discusión del estudio, en la última etapa se verificarán los resultados obtenidos de las teorías y postulados de investigaciones usadas como antecedentes corroborando y contrastando las hipótesis planteadas.
- o) En el proceso final se sacarán las conclusiones del estudio y se elaborarán las recomendaciones pertinentes.

3.6 Métodos de análisis de datos

Para poder conceptualizar el método realizado en esta investigación, (Hernández, 2008, p.186) indica lo siguiente: "De acuerdo al método hipotético deductivo, la lógica del estudio Se basa en proponer una ley universal y fijar las especiales condiciones iniciales que constituyen la premisa básica para la construcción de conceptos.

Dicha ley universal se deriva de especulaciones o conjeturas [...] La ley universal puede ser proposicional así: si "X viene, Y viene" o aleatoria: "X viene si Y viene con probabilidad P". Esta investigación realizará el uso de formatos estándar en función a la NTP, además para identificar los resultados de las pruebas concluidas se emplearán softwares de procesamiento de datos, dado que la estadística descriptiva tiene la objetividad de comparar

diferentes datos obtenidos de diversas observaciones con ayuda de tablas denominados tabulación de datos, y su gráfica. (ARRIAZA, 2006), el cual permitirá el procesamiento, tabulación e interpretación de datos, para luego ser comparados y validar la hipótesis de la investigación.

3.7 Validez y confiabilidad

Hernández (2010), en su libro “METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN” infieren al respecto: La validez, en técnicas generales, se narra a la categoría en que una herramienta efectivamente calcula la variable que pretende cuantificar (p.201). Las pruebas a realizarse se efectuarán en un Laboratorio certificado, que cuente con equipos calibrados y habilitados, se utilizará los formatos estándar en cumplimiento a las normas, de mediar algún inconveniente se realizarán las pruebas en otro laboratorio, que cuente con equipos calibrados y habilitados. Cuanto mejor sea la confiabilidad, más precisos serán los resultados; el cual aumentará la posibilidad de tomar una decisión correcta en la investigación. La confiabilidad es una necesidad, pero no una posición susceptible para la validez de la investigación. Es por ello que, se buscará como confidencialidad a la manifestación de los certificados de los equipos que son utilizados para los ensayos, y sobre todo la supervisión de personas competentes durante el proceso de obtención de resultados.

IV.- RESULTADOS

De acuerdo al objetivo general, que es determinar cómo influye el relave minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Huaraz 2021, detallamos los resultados de esta investigación dando respuesta al problema general.

4.1 Análisis Físicos y Químicos

4.1.1 Cemento Portland Tipo I

Los resultados de los compuestos químicos del cemento portland tipo I se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13. Compuestos químicos del cemento tipo I

Compuesto	Resultado en (%) peso máx.	Fórmula Química
Silicato Tricálcico	62% máx.	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
Silicato Dicálcico	24% máx.	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
Aluminato Tricálcico	12% máx.	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
Ferroaluminato tetracálcico	15% máx.	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
Yeso	6% máx.	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Caliza	5% máx.	CaCO_3

Fuente: Elaboración propia – recopilación de UNACEM.

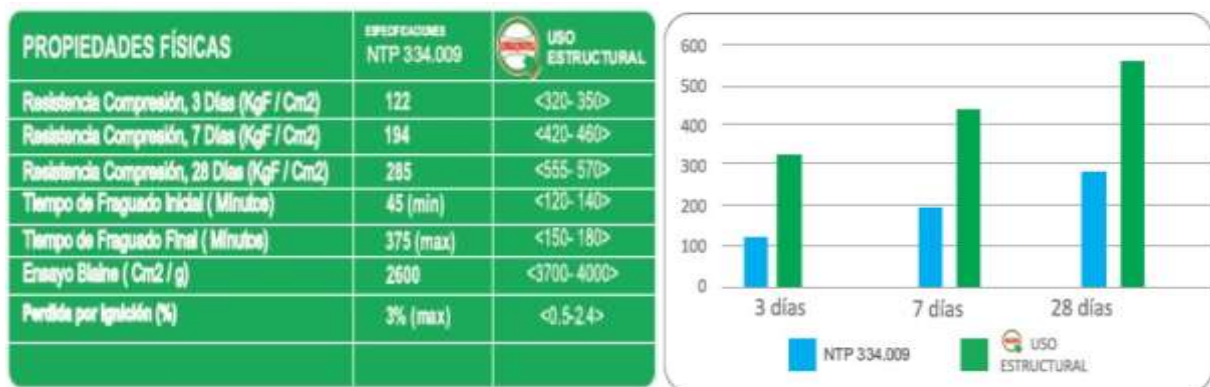


Figura 4. Ficha técnica del cemento Quisqueya - portland Tipo I Fuente: Cemex Perú.

4.1.2 Relave Minero

Este material fue extraído en 4 zonas denominadas C1, C2, C3 y C4 en la relavera denominada alianza en ticapampa provincia de recuay Áncash. Jara, M.A (2011), En su trabajo sobre la extracción química secuencial de metales pesados en el estudio de la transformación química de residuos mineros en Ticapamba (Huaraz, Perú), Boletín Geológico y Minero, concluye que este relave minero tiene La presencia de plomo, zinc, cobre y cadmio en las fracciones I (soluble) y II (intercambiable) en la fracción de metales pesados lavados con agua pura, constituida principalmente por sulfato soluble, no es significativa para los elementos Ag, Fe, Cr. y S, 0.8% para As, 1.3% para Zn y cifras alarmantes de 12.6% para Pb y 15.6% para Cd.

Adicionalmente contamos con resultados de sales solubles totales (NTP339.152/BS1377-Part3), sulfatos solubles (NTP339.178/AASTHO T290), contenido de cloruros solubles (NTP339.177/AASTHO T291), PH, peso específico de masa (NTP400.022/ASTM C-128) que nos sirven para determinar los PPM del relave representados en porcentajes (%).

4.2 Características de los agregados

Conforme con la NTP 400.012: "Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso" en base a la norma ASTM C 136: "Método de prueba estándar para el análisis de tamices de agregados finos y gruesos", Consiste en realizar el dimensionamiento de partículas separando una muestra poblacional de masa conocida, mediante sucesivos tamices dispuestos de mayor a menor.

4.2.1 Agregado Fino

De la norma ASTM C33, se indica que el agregado fino no debe contener más del 45% retenido entre dos tamices sucesivos, el módulo de fineza no debe ser inferior a 2.3 ni superior a 3.1.

Tabla 14. Granulometría agregado fino

TAMICES ASTM	DIÁMETRO (mm.)	PESO RET. (grf.)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% ACUMULADO QUEPASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.760	28.00	2.83	2.83	97.17
N°8	2.360	81.00	8.19	11.02	88.98
N°16	1.190	139.00	14.05	25.08	74.92
N°30	0.590	236.00	23.86	48.94	51.06
N°50	0.297	319.00	32.25	81.19	18.81
N°100	0.149	166.00	16.78	97.98	2.02
N°200	0.074	0.00	0.00	97.98	2.02
<N°200	0.000	20.00	2.03	100.00	0.00
TOTAL		969.00			
Módulo de fineza: 2.67					

Fuente: Elaboración propia de tesis.

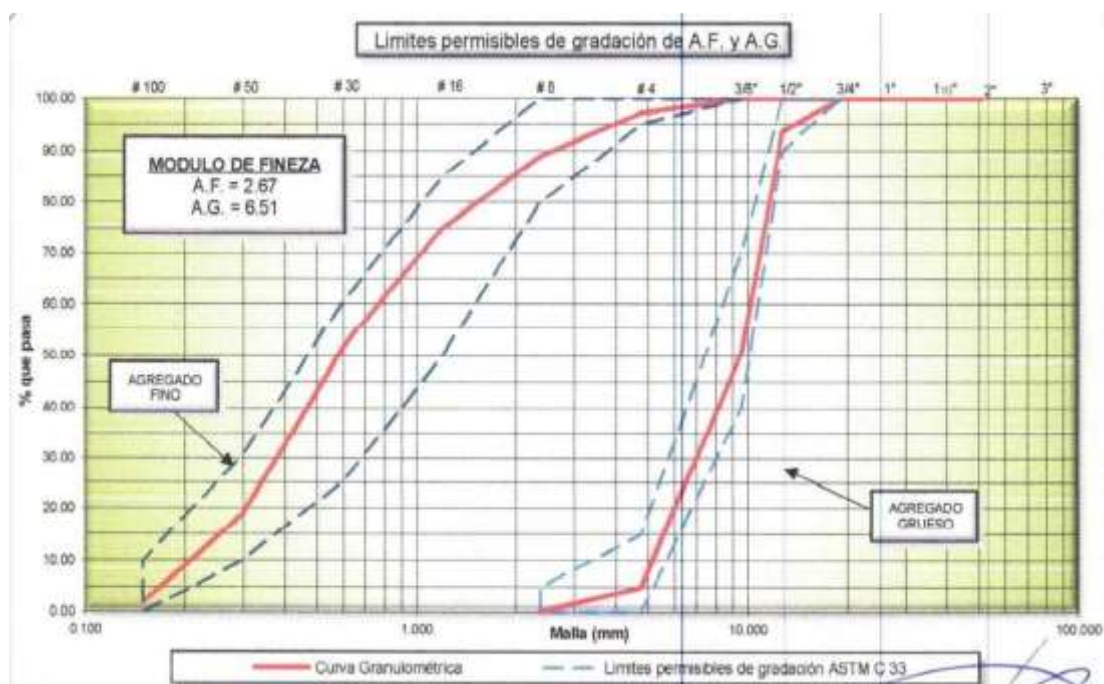


Figura 5. Curva Granulométrica - Agregado Fino.

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

Interpretación: La gráfica muestra que el agregado fino (arena gruesa) se ubica en los rangos permisibles, el resultado obtenido nos muestra un agregado fino con un módulo de fineza de 2.67; estableciéndose como idónea para su aplicación en la elaboración de concreto.

4.2.2 Agregado Grueso

La NTP 400.012, determina que el tamaño máximo nominal es el que dispone la cuantía mínima de la muestra del agregado grueso. Se emplearon tamices y se contempló las disposiciones de la norma.

Tabla 15. Granulometría agregado grueso

TAMICES ASTM	DIÁMETRO (mm.)	PESO RET. (grf.)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% ACUMULADO QUEPASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	489.00	6.39	6.39	93.61
3/8"	9.525	3299.00	43.12	49.52	50.48
N°4	4.760	3490.00	45.62	95.14	4.86
N°8	2.360	372.00	4.86	100.00	0.00
TOTAL		7650.00			
Módulo de fineza: 6.51					

Fuente: Elaboración propia de tesis.



Figura 6. Curva Granulométrica – Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

Interpretación: La gráfica muestra que el agregado grueso (piedra chancada) se ubica en el límite de los rangos permisibles, el resultado obtenido nos muestra un agregado grueso con un tamaño máximo nominal (TMN) de 1/2” (12.5 mm), estando dentro de los límites para la elaboración de concreto.

4.3 Humedad

La normativa que especifica el procedimiento para el cálculo del porcentaje de humedad de los agregados (arena y piedra) son la NTP 339.185: “Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.” Con base en la norma ASTM C566; de dónde para el cálculo es efectuado por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \left(\frac{\text{Peso MH} - \text{Peso MS}}{\text{Peso MS}} \right) \times 100\%$$

% Humedad: Porcentaje de humedad (%)

Peso MH : Peso de material Húmedo (g) Peso

MS : Peso de material seco (g)

4.3.1 Agregado fino

De acuerdo con la norma NTP 339.185, se realizaron ensayos con muestras representativas. En la Tabla 13, detallamos los resultados alcanzados.

Tabla 16. Promedio contenido de humedad (%) – Agregado Fino.

Numero de frasco	4	7
(1) Pfr. + P.S.H. (grf)	169.64	177.26
(2) Pfr. + P.S.S. (grf)	166.84	174.46
(3) P. agua (grf) (1)-(2)	2.40	2.80
(4) Pfr. (grf)	25.68	32.71
(5) P.S.S. (grf)(2)-(4)	141.16	141.75
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	1.70	1.98
Promedio contenido de humedad (%)	1.84	

Fuente: Elaboración para la tesis.

Nota: Pfr.: Peso de frasco
P.S.H.: Peso de suelo Húmedo
P.S.S.: Peso suelo seco
P. agua: Peso agua

Interpretación: De acuerdo con los resultados, el grado de humedad de la arena gruesa es de 1.84%; presenta mediana porosidad y humedad superficial, la cual muestra condiciones aceptables para ser usadas para el diseño de mezcla. Su contenido de humedad es variable debido al clima o su almacenamiento del agregado fino.

4.3.2 Agregado grueso

De acuerdo con la norma NTP 339.185, para la piedra triturada se consideró el peso mínimo concerniente a su tamaño máximo nominal de 1/2". En la Tabla 14, detallamos los resultados alcanzados.

Tabla 17. Promedio contenido de humedad (%) – Agregado Grueso.

Numero de frasco	11	13
(1) Pfr. + P.S.H. (grf).	763.50	769.10
(2) Pfr. + P.S.S. (grf).	762.10	766.10
(3) P. agua (grf) (1)-(2)	1.40	1.00
(4) Pfr. (grf.)	202.50	204.00
(5) P.S.S. (grf)(2)-(4)	559.60	564.10
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	0.25	0.18
Promedio contenido de humedad (%)	0.22	

Fuente: Elaboración para la tesis.

Nota: Pfr.: Peso de frasco
P.S.H.: Peso de suelo Húmedo
P.S.S.: Peso suelo seco
P. agua: Peso agua

Interpretación: De acuerdo con los resultados, el grado de humedad de la piedra chancada es de 0.22%, presenta poca porosidad y humedad superficial, la cual muestra condiciones aceptables para ser usadas en el diseño de mezcla.

4.4 Peso específico

La norma NTP 400.022. “Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”, y la norma NTP 400.021. “Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”; las cuales definen el procedimiento y los cálculos del peso específico para los agregados.

4.4.1 Agregado Fino

En la NTP 400.022 se indica: para saturar los poros, una muestra de la arena gruesa se satura en agua por más de 24 horas. Luego es retirada del agua; la muestra es secada y se establece su masa. Posteriormente, la muestra es colocada en un envase graduado y su volumen de la muestra es establecido por el ensayo gravimétrico. Finalmente, la muestra es secada en horno y se vuelve a calcular su masa, se presentan las ecuaciones, para los cálculos correspondientes. En la Tabla 15, se presentan los resultados alcanzados.

Tabla 18. *Peso específico – Agregado fino (Arena gruesa).*

	A	B	C	S	$A/(B+A-C)$	$A/(B+S-C)$	$S/(B+S+C)$	$((S-A)/A)*100$
M1	493.8	656.6	965.8	500	2.675	2.588	2.621	1.256

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Datos

- A: Peso Al Aire De La Muestra Desecada
- B: Peso Del Picnometro Aforado Lleno De Agua
- C: Peso Del Picnometro Con Muestra Y Agua Aforado
- S: Peso De La Muestra Saturada, Superficie Seca

Interpretación: Se obtuvo 2.675 de peso específico aparente, el resultado está dentro del rango normal, la cual oscila entre 2500 y 2750 kg/m³. El cual nos indica que la arena gruesa está apta para su empleo para el diseño de mezclas.

4.4.2 Agregado grueso

En la NTP 400.021 se indica: para saturar los poros, una muestra de piedra triturada se satura en agua por 24 horas. Luego es retirada del agua, se seca la superficie de las partículas, y nuevamente la muestra se pesa mientras es sumergida en agua. Posteriormente, la muestra es secada al horno y se vuelve a pesar, se presentan las ecuaciones, para los cálculos correspondientes. En la Tabla 16, presentamos los resultados alcanzados.

Tabla 19. *Peso específico – Agregado grueso.*

	A	B	C	$A/(A-C)$	$A/(B-C)$	$B/(B-C)$	$((B-A)/A)*100$
M1	4098	4136	2425	2.449	2.395	2.417	0.927

Datos

A: Peso Al Aire De La Muestra Seca

B: Peso De La Muestra Saturada Con Superficie Seca Al Aire

C: Peso Sumergido En Agua De La Muestra Saturada Fuente:

Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: Se obtuvo 2.449 de peso específico aparente, el resultado está dentro del rango normal, la cual oscila entre 2500 y 2750 kg/m³. El cual nos indica que la piedra chancada está apta para su empleo en el diseño de mezclas.

4.5 Peso unitario

De acuerdo con la NTP 400.017: “Agregados. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”; con base en la norma ASTM C29: “Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario)”, el procedimiento se efectúa de la siguiente forma: se calcula el peso del envase graduado, el envase graduado es llenado con un cucharón hasta rebosar, depositando la arena gruesa de una altura no mayor de 50 mm sobre la parte superior del envase. Utilizando una regla se enrasa y retira el agregado sobrante. Se calcula el peso del envase graduado junto con el contenido y se consignan los pesos. Para el peso unitario compactado, el procedimiento de apisonado utilizado para agregados, se realiza de la siguiente forma: se calcula el peso del envase graduado, se rellena la tercera parte del envase, luego se nivela la superficie, se aplasta la capa del agregado con la barra

compactadora, considerando 25 golpes suministrados uniformemente alrededor y sobre la superficie; luego se coloca hasta las dos terceras partes de la medida, se emplea el mismo procedimiento y de nuevo se repite el proceso de compactación con 25 golpes. Posteriormente, se llena la medida hasta desbordar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; se enraza y el agregado sobrante se retira utilizando la barra compactadora como regla. Finalmente, se calcula el peso del envase más su contenido, y, se presentan las ecuaciones, para los cálculos correspondientes. De la Tabla 17 y 18 se muestran los resultados obtenidos para la arena gruesa y la piedra triturada.

Tabla 20. *Peso unitario suelto– Agregado fino (Arena gruesa).*

<i>Frasco</i>	Peso Material+Molde (grf.)	Peso Molde (grf.)	Peso material (grf.)	Volumen del molde (cm ³)	PUS (grf/cm ³)
4	12294	3215	9079	5531	1.641
4	12258	3215	9043	5531	1.635
4	12218	3215	9003	5531	1.628
Promedio					1.635

Fuente: Elaboración para la tesis.

Tabla 21. *Peso unitario compactado– Agregado fino (Arena gruesa).*

<i>Frasco</i>	Peso Material+Molde (grf.)	Peso Molde (grf.)	Peso material (grf.)	Volumen del molde (cm ³)	PUS (grf/cm ³)
4	12833	3215	9618	5531	1.739
4	12789	3215	9574	5531	1.731
4	12874	3215	9659	5531	1.746
Promedio					1.739

Fuente: Elaboración para la tesis.

Interpretación: El peso unitario suelto de la arena gruesa es de 1.635 g/cm³, la NTP 400.017 indica de 1.4 g/cm³ a 1.6 g/cm³, no cumple la norma, aunque es pequeña la diferencia. El peso unitario compactado es de 1.739 g/cm³, la NTP 400.017 indica de

1.5 g/cm³ a 1.7 g/cm³, no cumple la norma, aunque es pequeña la diferencia. El cual nos indica que la arena gruesa con un proceso de limpieza está apta para su empleo en el diseño de mezclas.

Tabla 22. *Peso unitario suelto – Agregado grueso (piedra chancada)*

<i>Frasco</i>	Peso Material+Molde (grf.)	Peso Molde (grf.)	Peso material (grf.)	Volumen del molde (cm ³)	PUS (grf/cm ³)
1	17181	4326	12855	9425	1.364
1	17236	4326	12910	9425	1.370
1	17302	4326	12976	9425	1.377
Promedio					1.470

Fuente: Elaboración para la tesis.

Tabla 23. *Peso unitario compactado – Agregado grueso (piedra chancada)*

<i>Frasco</i>	Peso Material+Molde (grf.)	Peso Molde (grf.)	Peso material (grf.)	Volumen del molde (cm ³)	PUS (grf/cm ³)
1	18913	4326	14587	9425	1.548
1	18982	4326	14656	9425	1.555
1	19064	4326	14738	9425	1.564
Promedio					1.555

Fuente: Elaboración para la tesis.

Interpretación: El peso unitario suelto de la piedra chancada es de 1.470 g/cm³, la NTP 400.017 indica de 1.5 g/cm³ a 1.6 g/cm³, por tanto, cumple la norma. El peso unitario compactado es de 1.555 g/cm³ la NTP 400.017 indica de 1.6 g/cm³ a 1.9 g/cm³, por tanto, cumple la norma.

Diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm²

Tabla 24. *Dosificación f'c 210 kg/cm² (0%)*

Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
389.19	937.32	711.35	215.68
1	2.41	1.83	0.55

Fuente: Elaboración propia de tesis.

Interpretación: En la tabla 11 se observa las proporciones de mezcla para una probeta cilíndrica, tanda de volumen 0.021m³.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm² (6%)

Mezcla para una probeta cilíndrica 0.021 al (0%)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)		Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
		8.25	19.88		15.08
Mezcla para una probeta cilíndrica 0.021 al (6%)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Relave Minero (kg)	Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
	8.25	18.68	1.19	15.08	4.57

Fuente: Elaboración propia de tesis.

Interpretación: En la tabla número 12 se observa que las proporciones de mezcla para una probeta, tanda de volumen 0.021m³ agregando el relave minero como componente del agregado fino en un 6%.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm² (12%)

Mezcla para una probeta cilíndrica 0.021 al (0%)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)		Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
		8.25	19.88		15.08
Mezcla para una probeta cilíndrica 0.021 al (12%)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Relave Minero (kg)	Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
	8.25	17.49	2.39	15.08	4.57

Fuente: Elaboración propia de tesis.

Interpretación: En la tabla número 13 se observa que las proporciones de mezcla para una probeta, tanda de volumen 0.021m³ agregando el relave minero como componente del agregado fino en un 12%.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Dosificación f'c 210 kg/cm2 (25%)

Mezcla para una probeta cilíndrica 0.021 al (0%)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)		Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
		8.25	19.88		15.08
Mezcla para una probeta cilíndrica 0.021 al (25%)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Relave Minero (kg)	Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
	8.25	17.49	2.39	15.08	4.57

Fuente: Elaboración propia de tesis.

Interpretación: En la tabla número 14 se observa que las proporciones de mezcla para una probeta, tanda de volumen 0.021m3 agregando el relave minero como componente del agregado fino en un 25%.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Dosificación f'c 210 kg/cm2 (50%)

Mezcla para una probeta cilíndrica 0.021 al (0%)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)		Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
		8.25	19.88		15.08
Mezcla para una probeta cilíndrica 0.021 al (50%)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Relave Minero (kg)	Agregado grueso (Piedra kg)	Agua (Lt)
	8.25	9.94	9.94	15.08	4.57

Fuente: Elaboración propia de tesis.

Interpretación: En la tabla número 15 se observa que las proporciones de mezcla para una probeta, tanda de volumen 0.021m3 agregando el relave minero como componente del agregado fino en un 50%. Fuente:

Elaboración propia

4.6.1 Resumen del diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm2

Tabla 29. Dosificación f'c 210 kg/cm² (25%)

RESUMEN	F'c (kg/cm ²)	Cemento (kg)	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Agua (litros)	Relave Minero (kg)
PATRON	210	8.25	19.88	15.08	4.57	-
F'c 210 kg/cm² SUSTITUCION DEL RELAVE A UN (%) DETERMINADO	210 al 6%	8.25	18.68	15.08	4.57	1.19
	210 al 12%	8.25	17.49	15.08	4.57	2.39
	210 al 25%	8.25	14.91	15.08	4.57	4.97
	210 al 50%	8.25	9.94	15.08	4.57	9.94

Fuente: Elaboración propia de tesis.

Interpretación: En la tabla 16 se observa que las proporciones del patrón y para cada dosificación según porcentaje se adiciona la proporción del agregado fino.
Fuente: Elaboración propia.

4.6 Asentamiento

El procedimiento de la medición de asentamiento, es definida por la Norma Técnica Peruana NTP 339.035 “Hormigón. Método de Ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams”; en base a la norma ASTM C143: “Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico”. En la Tabla 19 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 30. Asentamiento

	210-RM0%	210-RM6%	210-RM12%	210-RM25%	210-RM50%
M1	3.50	2.20	1.50	1.00	0.75
M2	3.25	2.10	1.70	1.30	0.60
M3	3.20	2.45	1.50	1.45	0.45
Media	3.317	2.250	1.567	1.250	0.600

Fuente: Elaboración propia.

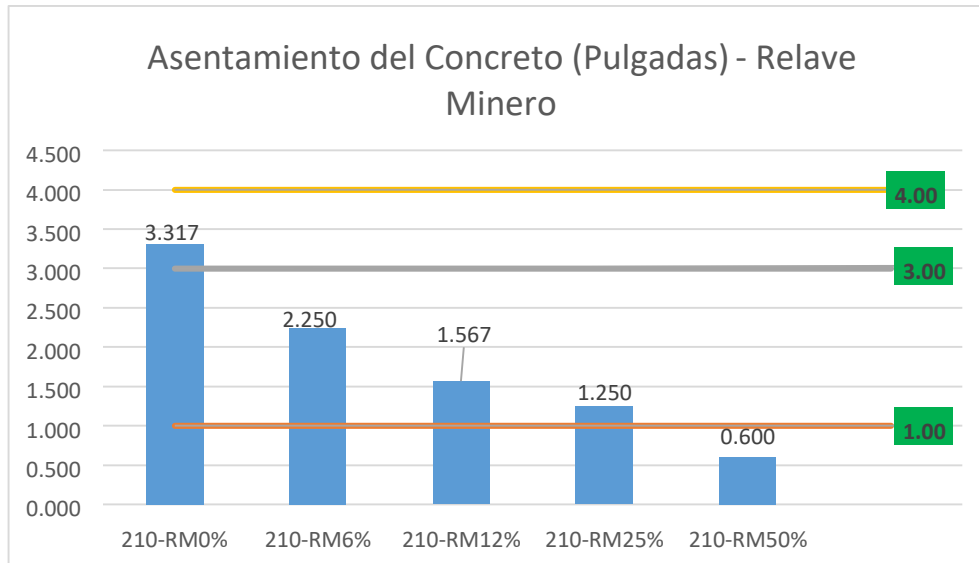


Figura 7. Asentamiento del concreto Fuente:
Elaboración propia de la Tesis.

Interpretación: La gráfica muestra una proporcionalidad inversa en la cantidad de los porcentajes de relave minero adicionada con referencia al concreto patrón; el SLUMP fue disminuyendo conforme se incrementó el porcentaje de relave, llegando a 0.6 pulgadas.

4.7 Resistencia a la compresión

El desarrollo del ensayo se realizó teniendo como referencia el procedimiento establecido en la NTP 339.034 y la ASTM C-39.

Procedimiento.

- Se requiere tener una máquina de ensayo que permita controlar y mantener una velocidad de carga constante y uniforme.
- Determinar las medidas del espécimen, su diámetro y su altura, para calcular el área de la probeta con forma de cilindro.
- Posicionar la probeta encima del bloque de apoyo inferior para luego centrarlo sobre su eje.
- Aplicar una carga de manera constante y continúa.
- Tomar apuntes de las cargas máximas, los tipos de rotura y alguna otra información concerniente a la reacción y aspectos del concreto.

4.8.1 Ensayo de resistencia a los siete días de curado

Transcurridos los 07 días contados a partir de la fecha de preparación de las probetas, se retiran 03 ejemplares de la piscina de curado para ser ensayados en resistencia a la compresión, el ensayo consiste en ubicar la probeta en forma vertical sobre la superficie fija de la prensa hidráulica, para mediante la aplicación de fuerza mecánica graduada evaluar el grado de resistencia de la probeta para ser quebrada, rota o fisurada, para nuestro estudio ensayaremos 15 especímenes, de los cuales 03 son de la muestra patrón y 12 de los porcentajes de sustitución del 6%, 12%, 25% y 50% de relave minero por agregado fino.

Tabla 31. Resistencia a la compresión a los 07 días de curado

Probeta	Fecha de Moldeado	Fecha de Rotura	Edad del testigo	Resistencia requerida (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	F _c /F _c ' (%)
210-RM0%-1	19/10/2021	26/10/2021	07 días	210	182.42	27600	151.30	152.0	72.0
210-RM0%-2				210	182.42	28500	156.23		74.4
210-RM0%-3				210	182.42	27070	148.39		70.7
210-RM6%-1				210	182.42	30410	166.70	159.1	79.4
210-RM6%-2				210	182.42	29140	159.74		76.1
210-RM6%-3				210	182.42	27530	150.92		71.9
210-RM12%-1				210	182.42	29640	162.48	159.9	77.4
210-RM12%-2				210	182.42	29050	159.25		75.8
210-RM12%-3				210	182.42	28840	158.10		75.3
210-RM25%-1				210	182.42	28480	156.12	150.8	74.3
210-RM25%-2				210	182.42	26520	145.38		69.2
210-RM25%-3				210	182.42	27520	150.86		71.8
210-RM50%-1				210	182.42	27310	149.71	147.0	71.3
210-RM50%-2				210	182.42	26140	143.30		68.2
210-RM50%-3				210	182.42	26970	147.85		70.4

Fuente: Elaboración propia

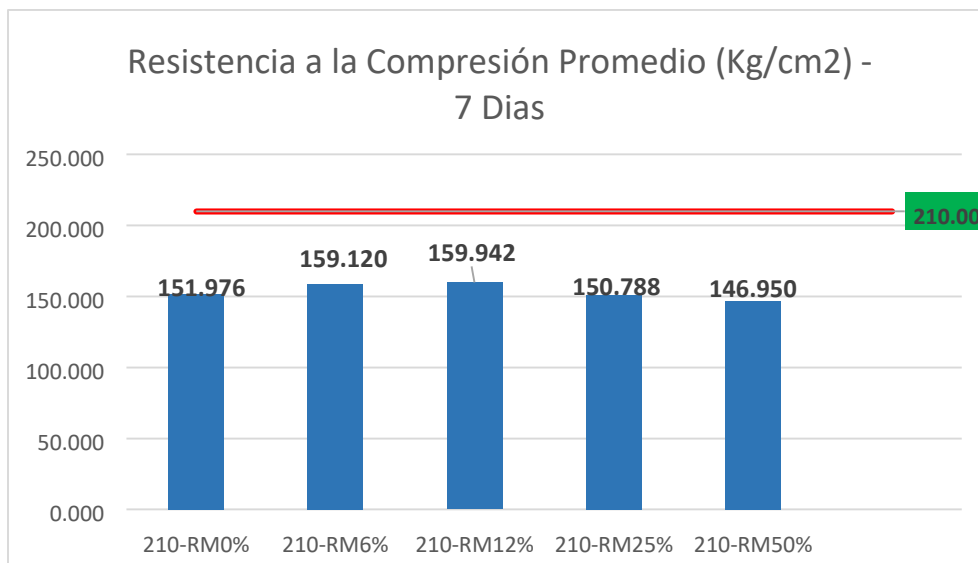


Figura 8. Resistencia a la compresión a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

En la tabla N°31 se aprecia el cuadro de descripción de los ensayos a la compresión realizados a los 07 días de edad de curado de las probetas, tanto de la muestra patrón como de los distintos porcentajes de sustitución de relave minero por el agregado fino, con respecto de la resistencia requerida de $f'c = 210$ kg/cm², tenemos que la muestra patrón y los porcentajes de sustitución de relave del 0%, 6%, 12%, 25% y 50% superan la referida resistencia en 7.4%, 10.8% y 11.2%, 6.8% y 5.0% respectivamente, esto según los rangos de evolución de la resistencia del concreto de acuerdo a su edad de curado tenemos que para los 07 días su resistencia está en un 65% de la resistencia de diseño, y según lo evaluado hemos superado este promedio porcentual, puesto que el mayor porcentaje de sustitución del 12% está en un 76.20%, de la resistencia de diseño.

4.8.2 Ensayo de resistencia a los catorce días de curado

Transcurridos los 14 días contados a partir de la fecha de preparación de las probetas, se retiran 03 ejemplares de la piscina de curado para ser ensayados en resistencia a la compresión, el ensayo consiste en ubicar la probeta en forma vertical sobre la superficie fija de la prensa hidráulica, para mediante la aplicación de fuerza mecánica graduada evaluar el grado de resistencia de la probeta para ser quebrada, rota o fisurada, para nuestro estudio ensayaremos 15 especímenes, de los cuales 03 son

de la muestra patrón y 12 de los porcentajes de sustitución del 6%, 12%, 25% y 50% de relave minero por agregado fino.

Tabla 32. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado

Probeta	Fecha de Moldeado	Fecha de Rotura	Edad del testigo	Resistencia requerida (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Fc/F'c (%)
210-RM0%-1	19/10/2021	02/11/2021	14 días	210	182.42	36010	197.40	193.5	94.0
210-RM0%-2				210	182.42	34410	188.63		89.8
210-RM0%-3				210	182.42	35460	194.39		92.6
210-RM6%-1				210	182.42	36370	199.38	201.0	94.9
210-RM6%-2				210	182.42	37120	203.49		96.9
210-RM6%-3				210	182.42	36510	200.14		95.3
210-RM12%-1				210	182.42	38050	208.58	206.7	99.3
210-RM12%-2				210	182.42	36730	201.35		95.9
210-RM12%-3				210	182.42	38330	210.12		100.1
210-RM25%-1				210	182.42	34320	188.14	190.3	89.6
210-RM25%-2				210	182.42	35010	191.92		91.4
210-RM25%-3				210	182.42	34820	190.88		90.9
210-RM50%-1				210	182.42	34190	187.42	185.2	89.2
210-RM50%-2				210	182.42	33230	182.16		86.7
210-RM50%-3				210	182.42	33920	185.94		88.5

Fuente: Elaboración propia

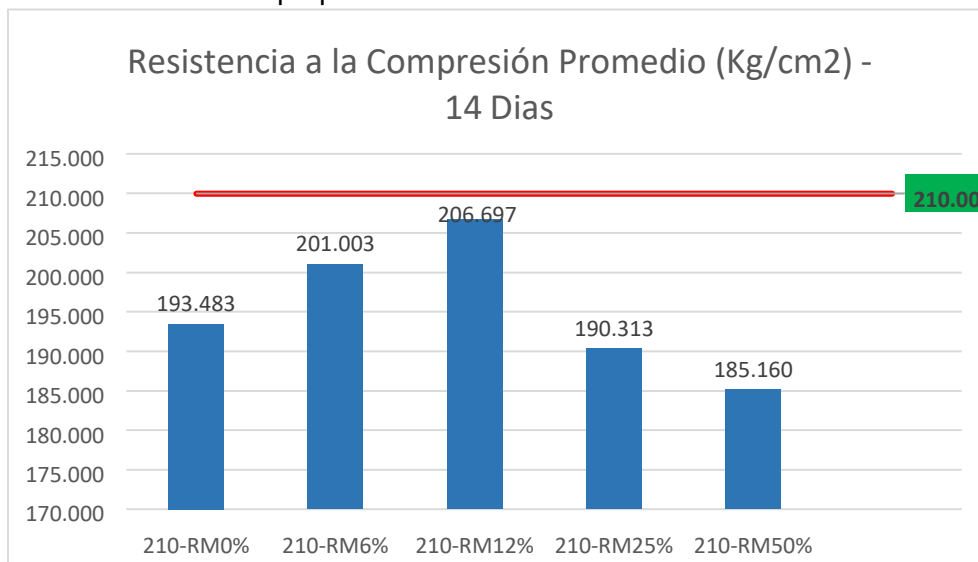


Figura 9. Resistencia a la compresión a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

En la tabla N°32 se aprecia el cuadro de descripción de los ensayos a la compresión realizados a los 14 días de edad de curado de las probetas, tanto de la muestra patrón como de los distintos porcentajes de sustitución de relave minero por el agregado fino, con respecto de la resistencia requerida de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tenemos que la muestra patrón y los porcentajes de sustitución de relave minero del 0%, 6%, 12%, 25% y 50% superan la referida resistencia en 2.10%, 5.70% y 8.40%, 0.6% y -1.8% respectivamente, esto según los rangos de evolución de la resistencia del concreto de acuerdo a su edad de curado tenemos que para los 14 días su resistencia está en un 90% de la resistencia de diseño, y según lo evaluado hemos superado este promedio porcentual, puesto que el mayor porcentaje de sustitución del 12% está en un 98.4%, de la resistencia de diseño.

4.8.3 Ensayo de resistencia a los veintiocho días de curado

Transcurridos los 28 días contados a partir de la fecha de preparación de las probetas, se retiran 03 ejemplares de la piscina de curado para ser ensayados en resistencia a la compresión, el ensayo consiste en ubicar la probeta en forma vertical sobre la superficie fija de la prensa hidráulica, para mediante la aplicación de fuerza mecánica graduada evaluar el grado de resistencia de la probeta para ser quebrada, rota o fisurada, para nuestro estudio ensayaremos 15 especímenes, de los cuales 03 son de la muestra patrón y 12 de los porcentajes de sustitución del 6%, 12%, 25% y 50% de relave minero por agregado fino.

Tabla 33. Resistencia a la compresión a los 28 días de curado

Probeta	Fecha de Moldeado	Fecha de Rotura	Edad del testigo	Resistencia requerida (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	F _c /F' _c (%)
210-RM0%-1	19/10/2021	18/11/2021	28 días	210	182.42	41930	229.85	231.1	109.5
210-RM0%-2				210	182.42	42760	234.40		111.6
210-RM0%-3				210	182.42	41760	228.92		109.0
210-RM6%-1				210	182.42	43420	238.02	241.9	113.3
210-RM6%-2				210	182.42	44570	244.33		116.3
210-RM6%-3				210	182.42	44400	243.39		115.9
210-RM12%-1				210	182.42	45460	249.21	248.8	118.7
210-RM12%-2				210	182.42	45690	250.47		119.3
210-RM12%-3				210	182.42	45010	246.74		117.5
210-RM25%-1				210	182.42	40380	221.36	218.0	105.4
210-RM25%-2				210	182.42	39620	217.19		103.4
210-RM25%-3				210	182.42	39330	215.60		102.7
210-RM50%-1				210	182.42	37720	206.78	202.4	98.5
210-RM50%-2				210	182.42	36730	201.35		95.9
210-RM50%-3				210	182.42	36340	199.21		94.9

Fuente: Elaboración propia

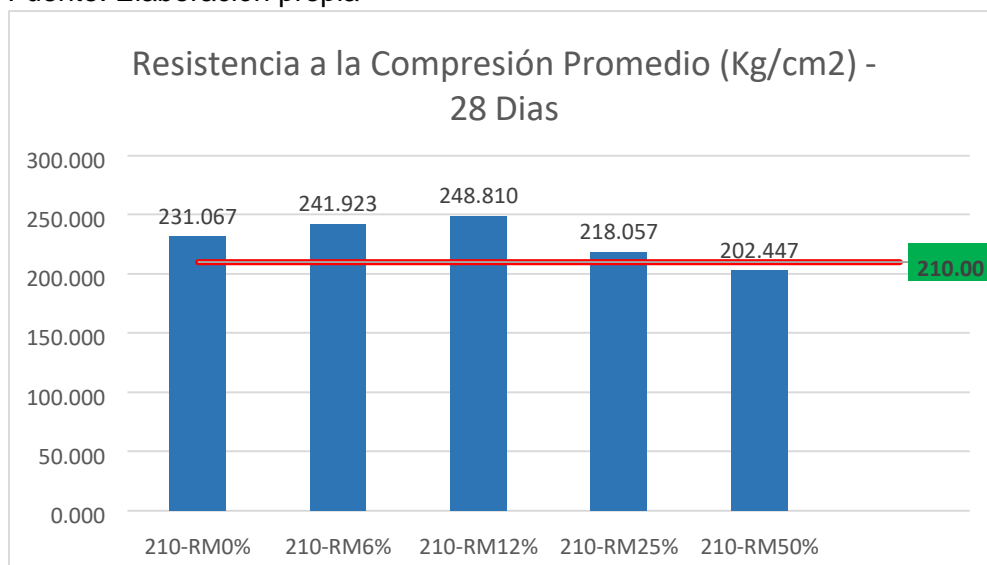


Figura 10. Resistencia a la compresión a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

En la tabla N°33 se aprecia el cuadro de descripción de los ensayos a la compresión realizados a los 28 días de edad de curado de las probetas, tanto de la muestra patrón como de los distintos porcentajes de sustitución de relave minero por el agregado fino, con respecto de la resistencia requerida de $f'_c = 210$ kg/cm², tenemos que la muestra patrón y los porcentajes de sustitución de relave

minero del 0%, 6%,12%, 25% y 50% superan la referida resistencia en 11.00%, 16.20% y 19.50%, 4.80% y -2.60% respectivamente, esto según los rangos de evolución de la resistencia del concreto de acuerdo a su edad de curado tenemos que para los 28 días su resistencia está en un 99% de la resistencia de diseño, y según lo evaluado hemos superado este promedio porcentual, puesto que el mayor porcentaje de sustitución del 12% está en un 118.5%, de la resistencia de diseño.

Tabla 34. Resumen y comparación de resistencia de compresión

Edad	210-RM0%	210-RM6%	210-RM12%	210-RM25%	210-RM50%
7 días	151.98	159.12	159.94	150.79	146.95
14 días	193.47	201.00	206.68	190.31	185.18
28 días	231.06	241.91	248.80	218.05	202.44

Fuente: Elaboración propia para la tesis

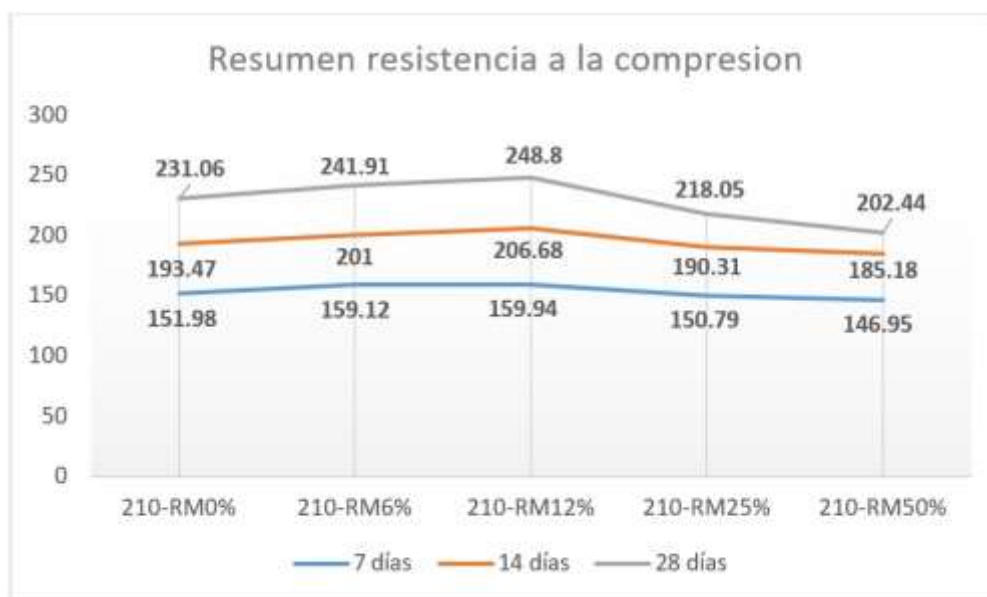


Figura 11. Resumen de resistencia de compresión, rotura de concreto a 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

V.- DISCUSIÓN

Se planteo nuestro objetivo general; Determinar cómo influye el relave minero en resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Huaraz 2021; las propiedades químicas del relave minero producen una reacción (actividad puzolánica), que origina un endurecimiento del concreto u hormigón, dureza que cobra fuerza con el tiempo (García J. 2017). Según Camargo (2018), en su estudio de Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz, realizó la sustitución del cemento por ceniza de cascarilla de arroz (sílice) que es también un tipo de puzolana artificial, con dosificaciones de 5%, 15% y 30%. La factibilidad de los resultados con dosificaciones 5% de sustitución, incrementan la resistencia de compresión. Sin embargo, en nuestro estudio "Incorporación de puzolana en el diseño de concreto 240 kg/cm^2 para evaluar la resistencia a la compresión, Pucará 2021" hemos comprobado que al incorporar puzolana al 9 %, 19% y 29% éstos mejoran significativamente la resistencia de compresión con un período de curado del concreto de 7, 14 y 28, obteniendo mejores resultados con el 9% de puzolana el cual mejora en un 0.93% de efectividad a la resistencia a la compresión.

Se planteó como primer objetivo específico: Identificar las características mineralógicas del relave minero en resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, ubicada en el Distrito de Ticapampa, Provincia de Recuay. Para lo cual, Jacome (2021) su mineralogía básicamente fue el uso la arena de cuarzo (SiO_2) como principal sustituyente del agregado fino para mejorar la resistencia a la compresión $F'c = 210\text{ kg/cm}^2$, su condición natural de los materiales que acompañan al cuarzo en estado natural, con un 30% de sustitución de agregado fino por arena de cuarzo es de 354.65 kg/cm^2 , superando en un 34.12% al patrón. Así mismo Carhuamaca y Coras (2019) en su mineralogía representada por dolomita (carbonato de calcio (CaCO_3) y magnesio(Mg) en un 97.2%) y en cantidades mínimas de calcita, con un 10% de sustitución de agregado fino por relave minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, es de 341.56 kg/cm^2 , superando en un 30.15% al patrón, de igual forma Aguilar y Lama (2020) su mineralogía representa Zinc (Zn), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Plata (Ag) y Sílice (SiO_2) como principal sustituyente del agregado fino para mejorar la resistencia a la compresión $F'c = 210\text{ kg/cm}^2$, con un 15% de sustitución de agregado fino por relave

minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, es de 281 kg/cm^2 , superando en un 20.60% al patrón. En tal sentido la mineralogía varia esto dependerá mucho del tipo de yacimiento minero, pero todos los autores coinciden en el mejoramiento de resistencia a la compresión de concreto esto se da por el contenido de Silice el cual contribuye a la resistencia a la compresión.

Para el segundo objetivo específico: Determinar cómo influye el relave minero en el asentamiento del concreto. Para Rojas y Ventura (2018) concluyen que el relave al ser un material con un contenido de humedad de 2.67% menor al agregado fino y algunos de sus elementos como el Silice contribuyen a la absorción de humedad esto disminuye el asentamiento ligeramente pero se mantuvo en una mezcla plástica, para el 25%, 50%, 75% y 100% fueron de 3.5" hasta 3" de asentamiento del mismo modo Carhuamaca y Coras (2019) coinciden ya que varios de sus elementos químicos del relave son es un desecante, es decir que absorbe la humedad de tal forma esto contribuye a la disminución del asentamiento, para Condori (2018) uso un relave procesado ya que contenía mercurio y cianuro para lo cual el relave minero estaba con un contenido de humedad de 8.97% su muestra patrón fue de 3" mientras que la de 25%, 50%, 75% y 100% fueron de 4" , 4.5", 6" y 6.5" respectivamente se puede observar un incremento de una mezcla plástica hasta una mezcla blanda por ultimo Rodriguez y Ulloa (2018) el relave minero de acuerdo a los resultados obtenidos en su tesis; para el ensayo de asentamiento, con 15% de adición de relave minero presentan un asentamiento mayor que el concreto patrón, se puede observar una disminución en el asentamiento del concreto patrón de $C = 3.5"$ llegando con $D15\% = 0.5"$ se puede observar una disminución de una mezcla plástica hasta una mezcla seca.

Para tercer objetivo específico: Analizar influencia de los porcentajes de relave minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$. Jacome (2021) el concreto patrón a los 28 días alcanza una resistencia de 233.66 kg/cm^2 asimismo al 20% la resistencia fue de 279.18 kg/cm^2 por sustitución de arena de cuarzo, superando en un 16.30% al patrón; mientras la resistencia que alcanzo al 25% de sustitución de agregado fino por arena de cuarzo fue de 310.77 kg/cm^2 , superando en un 24.81% al patrón finalmente la sustitución al 30% fue de 354.65 kg/cm^2 ,

superando en un 34.12% al patrón. así mismo Rodriguez y Ulloa (2018) los resultados como mayor resistencia fueron al 10% de sustitución de agregado fino por relave minero es la mejor opción para la mezcla ya que con este porcentaje aumenta en un 10.07% respecto a la muestra patrón las sustituciones que realizo fueron del 0%, 5%, 10% y 15%. de igual forma Mercado y Reyna (2020) realizaron bloques con la sustitución del agregado fino por el relave minero en un 46%, 48%, 50%, 52%, 54% y 56%. los resultados mostraron que el mejor porcentaje de sustitución fue del 50% en cual fue de 151.41 kg/cm² finalmente Condori (2018), sustituyo en un 0%; 25%; 50%; 75% y 100% es de 221.50 Kg/cm², 220.14 Kg/cm²; 200 Kg/cm²; 170 Kg/cm² y 162.40 Kg/cm², en conclusión, en mejor porcentaje fue del 25% (221.50 kg/cm²) se obtuvo un 10% mayor a la muestra patrón.

VI.- CONCLUSIONES

1.- Se muestran resultados de la caracterización del relave minero de diferentes yacimientos, depósitos o canteras, la cual se indica un alto predominio de cuarzo (SiO_2), en porcentajes variables, debido a la variación mineralógica propia de cada yacimiento, dependiendo de la presencia de otros minerales o elementos contaminantes que está en relación a la calidad del relave, lo cual influyen en la microestructura y propiedades para el concreto. Mediante ensayos de laboratorio, se ha identificado las características físicas y la composición química del relave minero de la relavera de Ticapampa, situada en el Distrito de Ticapampa, Provincia de Recuay; mostrando que el relave posee un contenido en Cuarzo (SiO_2) con 70.40%, Pirita (FeS_2) con 4.45%, Moscovita (K, Ca, Na) (Al, Mg, Fe)₂ con 8.60%, Clorita (Mg, Fe)₆ (Si, Al)₄ $\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ con 3.80, Calcita (CO_3Ca) con 1.72%, Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) con 2.80%, Diopsido (CaMg, Al) ($\text{Si, Al}_2 \text{O}_6$) y Arsenopirita (FeAsS) con 2.40%

2.- Para el asentamiento, con 0% de sustitución de relave por agregado fino fue de 3.32" siendo una muestra plástica esto fue inversamente proporcional ya que a mayor aumento de sustitución del relave a los 6%, 12%, 25% y 50% los resultados fueron 2.25", 1.57", 1.25" y 0.60" respectivamente esto es debido a una gran capacidad de absorción de agua del relave minero y a su vez mayor retención de agua, lo que significa un efecto negativo para la trabajabilidad llegando a ser una mezcla seca.

3.- A los 28 días de edad de curado de las probetas, tanto de la muestra patrón como de los distintos porcentajes de sustitución de relave minero por el agregado fino, con respecto de la resistencia requerida de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tenemos que la muestra patrón y los porcentajes de sustitución de relave minero del 0%, 6%, 12% y 25% superan la referida resistencia en 11.00%, 16.20% y 19.50% y 4.80% mientras que la sustitución del 50% no llegó a la resistencia requerida siendo un -2.60% menor, esto según los rangos de evolución de la resistencia del concreto de acuerdo a su edad de curado tenemos que para los 28 días su resistencia está en un 99% de la resistencia de diseño, y según lo evaluado hemos superado este promedio

porcentual, puesto que el mayor porcentaje de sustitución del 12% está en un 118.5%, de la resistencia de diseño.

VI.-RECOMENDACIONES

- Recomendamos que de los conocimientos sobre el uso de materiales alternativos que se vienen dando a nivel mundial, es necesario realizar los ensayos necesarios que nos ayude a generar conocimientos y experiencia, dado que el relave minero, está expuesto en diferentes puntos los cuales no fueron tratados y el uso del material debe de hacerse más difundido, fomentando el uso de sustituciones alternas para el agregado fino.
- Se recomienda ampliar la investigación, con el fin de realizar más sustituciones y así determinar el óptimo contenido de relave minero corroborando los ensayos experimentales.
- Se recomienda encarecidamente conocer las propiedades físicas, contenido químico y mineralogía del material. Esto ayudará al diseño de la mezcla de concreto.
- Se recomienda el uso de relaves que contengan sílice esto ayudara al aumento de resistencia, ya que contribuyen a la producción de clínker de cemento.

VII.-REFERENCIAS

1. AGUILAR, Jhosep y LAMA, Jorge. “Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto -2020”. Tesis (Ingeniero Civil), Huaraz – Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58168>
2. BORRALLERAS Mas. 2019. “Mecanismo de intercalación de superplastificantes a base de policarboxilato en arcillas de montmorillonita”. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ingeniería Civil i Ambiental, Universidad Politécnica de Catalunya. 2019. pág. 282.
3. CACERES, Isaac y LARICO, Jose. 2017. “Evaluación de Mezclas de Concreto $f'c=175, 210$ Y 245 kg/cm^2 con Relave Minero del Distrito de Ananea - Putina – Puno” (Tesis de Pregrado). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2017.
4. CARHUAMACA, Denith y CORAS, Rocío. “Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a $f'c=175\text{kg/cm}^2$, con fines ambientales”. Tesis (Ingeniero Civil), Huancayo – Perú: Universidad Peruana de los andes, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1306>
5. CONDORI, Oliver. “Evaluación De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Concreto Con El Uso De Material De Desechos De Procesos Mineros, Procedentes De La Mina La Rinconada En Reemplazo Del Agregado Fino”. Tesis (Ingeniero Civil), Juliaca – Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2019. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2975#:~:text=Las%20conclusiones%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,contenido%20de%20aire%20de%20concreto>
6. DANSO, Humphrey y KENT BOADI, “Reemplazo de arena con desechos de minería de bauxita en la producción de concreto”. JOURNAL OF MATERIALS AND ENGINEERING STRUCTURES [en línea]. 6 (2019) 525–534. [Fecha de consulta: 25 de September de 2019]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2018/6916258>. ISSN: 2170-127X
7. DUGGAL, SURESH K. 2017. BUILDING MATERIALS. TERCERA EDICION. 2017. PÁG. 198. 978-81-224-2975-6.

8. FERNANDEZ, Mercedes. “Resistencia De La Sustitución Del 5%, 10% Y 15% De Cemento, Por La Combinación De 46 Relave Minero En La Elaboración De Morteros De Edificaciones De Albañilería En Huaraz, 2017”. Tesis (Ingeniero Civil), Chimbote – Perú: Universidad San Pedro, 2018. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7981>
9. GARCÍA, Francisco. 2014. Pastas, Morteros, Adhesivos y Hormigones. España: s.n., 2014.
10. GOMEZ, Jorge. materiales de construcción. México: s.n.
11. GUITIERREZ, Libia(2003). El Concreto Y Otros Materiales Para La Construcción. Colombia- Manizales : Universidad Nacional de ColombiaManizales. I.S.B.N 958-9322-82-4.
12. HERMES, Ospina. 2014. valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto. Bogotá: s.n., 2014. tesis de maestría.
13. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. Metodología de la investigación. México: interamericana de editores, 2014. 978-1-4562-2396-0. holcin. 2017. concretos y morteros. 2017.
14. MERCADO, Paola y REYNA, Kenyi. “Influencia De Los Porcentajes De Los Relaves Mineros En La Resistencia A La Compresión En Bloques De Concreto Ensamblables, Trujillo 2019”. Tesis (Ingeniero Civil), Trujillo – Perú: Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24416/Mercado%20Co%20rtijo%20Paola%20Jazm%c3%adn%2020Reyna%20Marquina%20Kenyi%20Alexander--%20Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. MERMA, Matilde y CHURATA, Rossibel. 2015. “Obtención de Geopolimeros a partir de Relave Minero de Cobre con Ceniza Volante y Metacaolin”. AREQUIPA, Universidad Nacional San Agustín. Arequipa: s.n., 2015. pág. 259.
16. MELGAREJO, Yaneth. 2018. “Resistencia Del Concreto F’c=210 Kg/Cm2 Con Sustitución Del Cemento En 4% Y 8% Por Relave De La Mina Potosí”. Huaraz: S.N., 2018. Pág. 124, Tesis. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USPE_9ac880b534365852ddf0cab1df20f51d
17. Ministerio de Energía y Minas. 2019. Ministerio de minería.

18. Ministerio de Minería. [En Línea] 2019. [Citado El: 2 De mayo De 2020.]
Minmineria.Gob. Cl/Glosario-Minero-R/Relave/.
19. Ministerio De Energía Y Minas Del Perú. 2006. Guía De Plan De Cierre De
Minas. Lima: S.N., 2006.
20. Ministerio De Energía Y Minas. 2020. Guía ambiental para el manejo De
Relaves Mineros -. Lima: S.N., 2020. Pág. 93, Guía.
21. Ministerio Del Medio Ambiente. 2013. Guía Pars Muestreo de Suelos. Guía
Pars Muestreo De Suelos. [En Línea] 2013. [Citado El: 10 De Junio De 2020.]
[Http://Www.Minam.Gob.Pe/Wpcontent/Uploads/2014/04/Guia-
MuestreoSuelo_Minam1.Pdf](http://Www.Minam.Gob.Pe/Wpcontent/Uploads/2014/04/Guia-MuestreoSuelo_Minam1.Pdf).
22. MONTEJO, Alfonso, MONTAJO, Francly y MONTAJO, Alejandro. 2013.
Tecnología y Patología del Concreto Armado. 2013.
23. MORANDE, N. R. Guia tecnica de operacion y control de depositos de relave.
Chile: Sernageomin. Obtenido de
<http://www.sernageomin.cl/preguntasfrecuentes-relaves.php>
24. NAMUCHE, Franklin. “Resistencia De La Sustitución Del 5%, 10% Y 15% De
Cemento, Por La Combinación De 46 Relave Minero En La Elaboración De
Morteros De Edificaciones De Albañilería En Huaraz, 2017”. Tesis (Ingeniero
Civil), Chimbote – Perú: Universidad San Pedro, 2018. Disponible en:
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7981>
25. NIÑO, Jairo. 2010. Tecnología De Concreto: Materiales, Propiedades Y
Diseño De Mezclas. S.L.: Adocreto, 2010. Vol. 3. 978-958-8565-03-6.
26. NTP 334 005. 2010. Norma Técnica Peruana. Lima: S.N., 2010.
27. NTP 339.034. 2008. Método De Ensayo Normalizado Para La Determinación
De La Resistencia A La Compresión Del Concreto En Muestras Cilindrics.
Lima: S.N., 2008.
28. OSINERMING. 2017. La Industria De La Minería En El Perú. Lima: S.N., 2017.
Pág. 17. 978-612-47350-1-1.
29. PADILLA, Julio. 2015. Guías De Laboratorio Materiales De Construcción.
Lima: S.N., 2015.
30. PEÑALOZA, Cristhian. “Comportamiento Mecánico De Una Mezcla Para
Concreto Reciclado Usando Neumático Triturados Como Reemplazo Del 10%
Y 30% Del Volumen Del Agregado Fino Para Un Concreto Con Fines De Uso

- Estructural". Bogotá: S.N., 2015. Tesis Pregrado.
31. PIZO'N, Jan, y GOŁASZEWSKI, Jacek. "Propiedades del hormigón con hormigón reciclado agregado que contiene residuos de lodos metalúrgicos". Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de Silesia, 44-100 Gliwice, Polonia. Disponible en DOI: https://translate.googleusercontent.com/translate_f
 32. ROMERO, Alfonso, FLORES Silvana. "Caracterización De La Pasta De Relave Para Uso Como Relleno En Labores Mineras". Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2011
 33. ROMERO, Alfonso, FLORES Silvana, PACHECO Werner. "Manual de Reutilización de Pasivos Ambientales Mineros del Proceso de Flotación de minerales", Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2011
 34. SÁNCHEZ, Diego. 2001. Tecnología Del Concreto Y Del Mortero. S.L.: Bhandar Editores, 2001. 9589247040.
 35. SHETTIMA, Ali Umara. 2016. Evaluation Of Iron Ore Tailings As Replacement For Fine Aggregate In Concrete. 2016. Págs. 72-79. Vol. 120.
 36. SUNIL, B.M., MANJUNATHA, L.S., LOLITHA, Ravi, "Uso potencial de relaves mineros y cenizas volantes en concreto". Department of Civil Engineering, National Institute of Technology Karnataka, Surathkal, PO: Srinivasanagar, Mangalore-575025, Karnataka, India 2015. Disponible en DOI: <http://dx.doi.org/10.12989/acc.2015.3.1.055>
 37. TAMARA, Otzen Y MONTEROLA, Carlos. 2017. Técnicas De Muestreo Sobre Una Población A Estudio. [En Línea] 2017. <https://Scielo.Conicyt.Ci/Pdf/Ijmorphol/V35n1/Art37.Pdf>.
 38. ZHAO, Sujing, JUNJIANG, Fan, SUN, Wei. "Utilización de relaves de mineral de hierro como agregado fino en ultra-altos hormigón de rendimiento". Laboratorio clave de materiales de construcción de Jiangsu, Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad del Sureste, Nanjing, China. Disponible en DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.019>

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de operacionalización de variables

Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ aplicando relave minero, Huaraz 2021					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente Relave Minero	Morande (2007), Generalmente está constituido por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales de ganga, aunque también se encuentran bajas concentraciones de metales pesados, tales como cobre, plomo, mercurio y metaloides como el arsénico.	Determinaremos que efectos tiene el relave minero en la resistencia a la compresión del concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir de manera parcial al agregado fino, para lo cual evaluaremos sus propiedades físicas y químicas y los porcentajes de sustitución establecidos.	Propiedades Físicas y Químicas	Granulometría	Razón
				Peso específico	Razón
				Análisis geoquímico	Razón
			Dosificación del Relave	Dosificación en Porcentajes de sustitución 0%, 12%, 25%, 50%, 100%.	Razón
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Dependiente Resistencia a la compresión del concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$	Gutiérrez (2003), sostiene que la resistencia a la compresión es la característica mecánica más importante del concreto, se expresa en términos de esfuerzo en kg/cm^2 . O en PSI. Para la resistencia a la compresión, se elabora una determinada cantidad de probetas o especímenes, las cuales son los testigos de las mezclas que se están preparando.	Se evaluará su resistencia a la compresión con pruebas a la rotura de las probetas en un rango de tiempo de 7, 14 y 28 días que es el límite para que el concreto alcance su mayor resistencia. Se determinará la consistencia del concreto mediante la prueba de cono de Abrams Se prepararán probetas o especímenes con sustituciones parciales del agregado fino por relave minero en los porcentajes establecidos, comparar los resultados con las probetas patrón.	Dosificación del concreto	Relación Agua/cemento.	Razón
				Agregado fino al 100% muestra control	Razón
				Slump	Razón
			Resistencia a la compresión	Rotura de concreto a los 7, 14, 28 días, con curado en H_2O .	Razón

Anexo N° 2: Matriz de consistencia

TÍTULO: "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$ aplicando relave minero, Huaraz 2021"						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable Independiente eRelave Minero	Propiedades Físicas	Granulometría	Análisis granulométrico ASTM C 136.
¿Cómo influye el relave minero en la resistencia a la compresión del concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$, Huaraz 2021	Determinar cómo influye el relave minero en resistencia a la compresión de concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$, Huaraz 2021	El relave minero influye en la resistencia a la compresión de concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$, Huaraz 2021		y Químicas	Peso específico	N.T.P. 400.021.
				Dosificación del Relave	Análisis químico	Análisis Químico
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Dependiente Resistencia a la compresión del concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$	Dosificación del concreto	Relación Agua/cemento.	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211
¿Cómo influyen las características mineralógicas del relave minero en resistencia a la compresión de concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$	Identificar las características mineralógicas del relave minero en resistencia a la compresión de concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$	Las características mineralógicas del relave minero influyen en resistencia a la compresión de concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$			Agregado fino al 100% muestra control	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211 NTP 400.011 NTP 400.012
					Agregado grueso al 100% muestra control	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211 NTP 400.011 NTP 400.012
					Slump	Ensayo del cono de Abrams NTP 339.035
¿Cómo influye la muestra de relave minero en el asentamiento del concreto	Determinar cómo influye el relave minero en el asentamiento del concreto	La muestra de relave minero influye el relave minero en el asentamiento del concreto		Resistencia a la compresión	Rotura de concreto a los 7, 14, 28 días, con curado en H_2O .	Ensayo Resistencia a la compresión NTP 339.034 ASTM C39
¿Cómo influyen los porcentajes de relave minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$	Analizar influencia de los porcentajes de relave minero en la resistencia a la compresión de concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$	Los porcentajes de relave minero influyen en la resistencia a la compresión de concreto $f'_{c}=210\text{kg/cm}^2$				

Anexo N° 3: Diseño de Mezcla



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

DISEÑO: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

SOLICITADO POR : SERGIO DENIS LEON ROLDAN -
RICARDO MIGUEL HUERTA MARQUEZ
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
DEL CONCRETO $F'c=210\text{KG/CM}^2$ APLICANDO
RELAVE MINERO, HUARAZ 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodríguez.
FECHA : 15 de Octubre de 2021

1.00 MATERIALES

1.01 CEMENTO

- Portland Tipo I = ASTM C-150
- Peso específico = 3.11
- Superficie específica = 3,500 cm^2/gr .

1.02 AGREGADO FINO

- Procedencia = Cantera Rumichuco
- Modulo de fineza = 2.67
- Peso específico = 2.675
- Contenido de humedad = 1.84 %
- Absorción = 1.26 %
- Tamaño Máximo = < malla de 3/8"
- Peso unitario suelto = 1,635 Kgf./m^3
- Peso unitario compactado = 1,739 Kgf./m^3

1.03 AGREGADO GRUESO

- Procedencia = Cantera Rumichuco
- Perfil = Angular
- Modulo de fineza = 6.51
- Peso específico = 2.449
- Contenido de humedad = 0.22 %
- Absorción = 0.93 %
- Tamaño Máximo = 3/4" (Pasa malla de 3/4")
- Peso unitario suelto = 1,370 Kgf./m^3
- Peso unitario compactado = 1,555 Kgf./m^3

1.04 AGUA

- Agua potable, de la red de servicio público.

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil C.P. N° 83948
Especialista en Geotécnica



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

DISEÑO: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

SOLICITADO POR : SERGIO DENIS LEON ROLDAN -
RICARDO MIGUEL HUERTA MARQUEZ
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
DEL CONCRETO $F'c=210\text{KG/CM}^2$ APLICANDO
RELAVE MINERO, HUARAZ 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodriguez.
FECHA : 15 de Octubre de 2021

2.00 RESISTENCIA PROMEDIO

Como no se posee un registro de ensayos de obras anteriores, entonces según el RNE para valores de $f'c$ entre 210 a 350 Kg/cm^2 , le corresponde una resistencia promedio de:

$$- f'cr = f'c + 84 = 210 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$$

3.00 TAMAÑO MÁXIMO Y ASENTAMIENTO

- Tamaño máximo nominal = 1/2"
- Asentamiento = 3" \approx 4"

4.00 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

$$- \text{Agua de mezclado} = 216 \text{ Lt/m}^3$$

5.00 CONTENIDO DE AIRE

$$- \text{Contenido de aire} = 2.50 \%$$

6.00 RELACIÓN AGUA CEMENTO Y FACTOR CEMENTO

Relación agua cemento:

- Por resistencia = 0.558
- Por durabilidad = --
- Relación agua cemento = 0.558

Factor cemento:

$$- \text{Factor cemento} = 387 \text{ Kg/m}^3 \quad 9.11 \text{ bolsas/m}^3$$

7.00 AGREGADO GRUESO

- Volumen de agregado grueso = 0.563 m^3
- Contenido de agregado grueso = 876 Kg

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil N° 83948
Maestría en Geotécnica



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

DISEÑO: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

SOLICITADO POR : SERGIO DENIS LEON ROLDAN -
RICARDO MIGUEL HUERTA MARQUEZ
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
DEL CONCRETO $F'c=210\text{KG/CM}^2$ APLICANDO
RELAVE MINERO, HUARAZ 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodríguez.
FECHA : 15 de Octubre de 2021

8.00 CEMENTO

- cemento	=	0.124	m^3
- Agua	=	0.216	m^3
- Aire	=	0.025	m^3
- Agregado grueso	=	0.357	m^3
		<u>0.723</u>	m^3

9.00 AGREGADO FINO

- Volumen de agregado fino	=	0.277	m^3
- Contenido de agregado fino	=	741	Kgf.

10.00 VALORES DE DISEÑO

- Cemento	=	387	Kgf./ m^3
- Agua	=	216	Lt/ m^3
- Agregado Fino	=	741	Kgf./ m^3
- Agregado Grueso	=	876	Kgf./ m^3

11.00 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

11.01 PESO HÚMEDO

- Agregado fino	=	755	Kgf./ m^3
- Agregado grueso	=	878	Kgf./ m^3

11.02 HUMEDAD SUPERFICIAL

- Agregado fino	=	0.5844	%
- Agregado grueso	=	-0.7123	%

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP. N° 83948
Magister en Geotécnica



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

DISEÑO: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

SOLICITADO POR : SERGIO DENIS LEON ROLDAN -
RICARDO MIGUEL HUERTA MARQUEZ
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
DEL CONCRETO $F'c=210\text{KG/CM}^2$ APLICANDO
RELAVE MINERO, HUARAZ 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodríguez.
FECHA : 15 de Octubre de 2021

11.03 APOORTE DE HUMEDAD

- Agregado fino	=	4.33	Lt.
- Agregado grueso	=	-6.24	Lt.
- Aporte de agregados	=	-1.91	Lt.
- Agua efectiva	=	218	Lt.

12.00 CORREGIDOS

- Cemento	=	387	Kgf./m ³
- Agua	=	218	Lt/m ³
- Agregado Fino	=	755	Kgf./m ³
- Agregado Grueso	=	878	Kgf./m ³

13.00 PROPORCIÓN EN PESO

Cemento	Arena	Grava	Agua
1.00	: 1.95	: 2.27	: 24 Lt/saco

14.00 PROPORCIÓN EN VOLUMEN

Cemento	Arena	Grava	Agua
1.00	: 1.74	: 2.46	: 24 Lt/saco

* El diseño de mezclas calculado, se realizó con arena gruesa y piedra chancada muestreados y entregados al laboratorio por el solicitante.

* La selección de las proporciones del concreto se realizó por el método del Comité 211 de ACI

* El presente diseño calculado, debe ser verificado en obra preparando mezclas de pruebas para ser sometidas a ensayos de resistencia a compresión axial, a fin de efectuar los ajustes necesarios.

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83946
Maestría en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR:	SERGIO DENIS LEÓN ROLDAN - RICARDO MIGUEL HUERTA MARQUEZ	CANTERA :	Rumichubo
PROYECTO :	"ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 APLICANDO RELAVE MINERO, HUARAZ 2021"	UBICACIÓN :	Rio Santa - Taclan
REALIZADO POR:	Ing. Fernando Ita Rodriguez.	MUESTRA :	MA - 01
		MATERIAL :	Piedra Chancada 1/2" (ag. grueso) Arena gruesa (ag. fino)
		FECHA :	13 de Octubre de 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

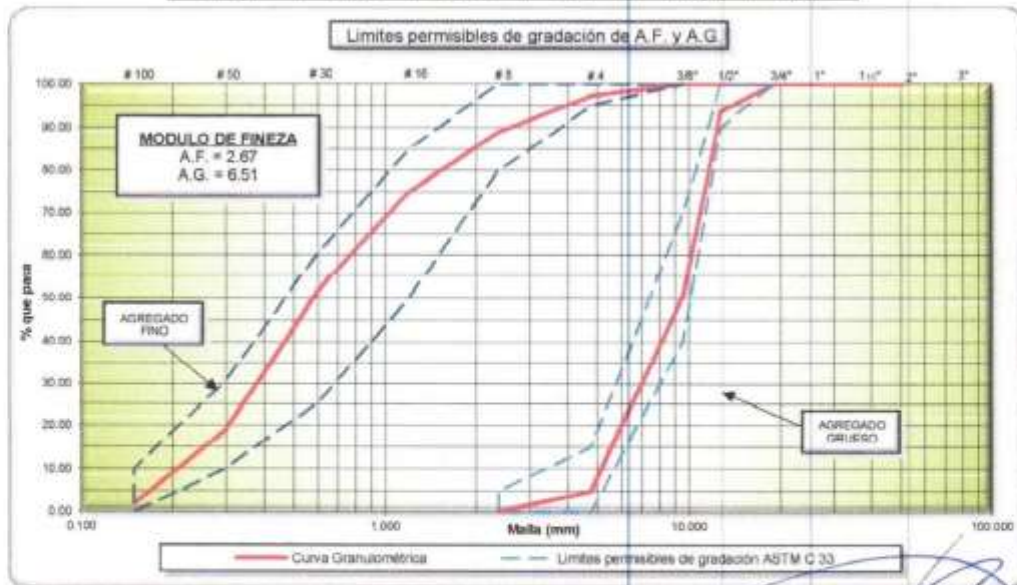
ASTM C-136

AGREGADO GRUESO (A.G.) PT= 7.650.00 grs.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grf.)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	489.00	6.39	6.39	93.61
3/8"	9.525	3.290.00	43.12	49.52	50.48
# 4	4.760	3.490.00	45.62	95.14	4.86
# 8	2.380	372.00	4.86	100.00	0.00

AGREGADO FINO (A.F.) PT= 989.00

3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.760	28.00	2.83	2.83	97.17
# 8	2.380	81.00	8.19	11.02	88.98
# 16	1.190	139.00	14.05	25.08	74.92
# 30	0.590	236.00	23.86	48.94	51.06
# 50	0.297	319.00	32.25	81.19	18.81
# 100	0.149	168.00	16.78	97.98	2.02
# 200	0.074	0.00	0.00	97.98	2.02
<# 200	0.000	20.00	2.02	100.00	0.00



OBSERVACIONES:

* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Mestría en Geotecnia

Anexo N° 4: Granulometria



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR:	SERGIO DENIS LEON ROLDAN - RICARDO MIGUEL HUERTA MARQUEZ	CANTERA :	Rumichuco
PROYECTO :	"ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 APLICANDO RELAVE MINERO, HUARAZ 2021"	UBICACIÓN :	Rio Santa - Tacllan
REALIZADO POR:	Ing. Fernando Ita Rodríguez	MUESTRA :	MA - 01
		MATERIAL :	Piedra Chancada 1/2" (ag. grueso) Arena gruesa (ag. Fino)
		FECHA :	13 de Octubre de 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

CANTERA MUESTRA PROFUNDIDAD (m.)	Rumichuco		Rumichuco	
	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
FRASCO Nº	4	7	11	13
(1) Pfr. + P.S.H. (grf.)	169.24	177.26	763.50	769.10
(2) Pfr. + P.S.S. (grf.)	160.04	174.40	762.10	760.10
(3) P. agua (grf.) (1)-(2)	2.40	2.80	1.40	1.00
(4) Pfr. (grf.)	25.68	32.71	202.50	204.00
(5) P.S.S. (grf.) (2)-(4)	141.16	141.75	559.60	564.10
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	1.70	1.98	0.25	0.18
Contenido Hum. Promedio (%)	1.84		0.22	

NOTA: Pfr. = Peso del frasco
P.S.H. = Peso de Suelo Húmedo
P.S.S. = Peso de Suelo Seco
P. agua = Peso de agua

OBSERVACIONES :

* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Maestría en Geotécnica

Anexo N° 5: Contenido de Humedad



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: SERGIO DENIS LEON ROLDAN - RICARDO MIGUEL HUERTA MARQUEZ	CANTERA : Rumichuco UBICACIÓN : Rio Santa - Taclan
PROYECTO "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F ^c =210KG/CM ² APLICANDO RELAVE MINERO, HUARAZ 2021"	MUESTRA : MA - 01 MATERIAL : Piedra Chancada 1/2" (ag. grueso) Arena gruesa (ag. Fino)
REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodríguez.	FECHA : 14 de Octubre de 2021

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS ASTM C-29

AGREGADO GRUESO

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
MUESTRA	MA-01			MA-01		
PROFUNDIDAD (m.)	-			-		
FRASCO N°	1	1	1	1	1	1
Peso del Material + Molde (grf.)	17,181.0	17,236.0	17,302.0	18,913.0	18,982.0	19,064.0
Peso del Molde (grf.)	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0
Peso del Material (grf.)	12,855.0	12,910.0	12,976.0	14,587.0	14,656.0	14,738.0
Volumen del Molde (cm ³)	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0
Peso Unitario (grf/cm ³)	1.364	1.370	1.377	1.548	1.555	1.564
Peso Unitario Promedio (grf/cm ³)	1.370			1.555		

AGREGADO FINO

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
MUESTRA	MA-01			MA-01		
PROFUNDIDAD (m.)	-			-		
FRASCO N°	4	4	4	4	4	4
Peso del Material + Molde (grf.)	12,294.0	12,258.0	12,218.0	12,833.0	12,789.0	12,874.0
Peso del Molde (grf.)	3,215.0	3,215.0	3,215.0	3,215.0	3,215.0	3,215.0
Peso del Material (grf.)	9,079.0	9,043.0	9,003.0	9,618.0	9,574.0	9,659.0
Volumen del Molde (cm ³)	5,531.0	5,531.0	5,531.0	5,531.0	5,531.0	5,531.0
Peso Unitario (grf/cm ³)	1.641	1.635	1.628	1.739	1.731	1.746
Peso Unitario Promedio (grf/cm ³)	1.635			1.739		

OBSERVACIONES :

* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Maestría en Geotecnia

Anexo N° 6: Peso Unitario

Anexo N° 7: Ensayo Resistencia a la compresión 7,14 y 28 días



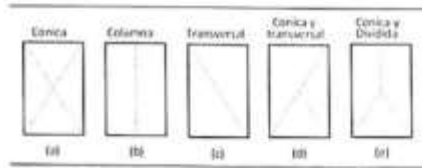
ASGEOTEC
 GEOTECNIA Y CIMENTOS
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN
 DE BRIQUETAS DE CONCRETO**
 ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldan - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
 F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodríguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA
 Altura (cm.) = 30.48
 Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (Días)	CARGA (Kg.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f'c (Kg/cm ²)	f'c/fo (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 0% - 1	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	27,600	182.42	(b)	151.30	72.0%
2	210 - RM 0% - 2	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	28,510	182.42	(a)	156.29	74.4%
3	210 - RM 0% - 3	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	27,080	182.42	(b)	148.45	70.7%

OBSERVACIONES:

- * Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.
- * El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
 Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimento

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
 Ingeniero Civil CIP N° 83948
 Especialista en Geotecnia

Telef. (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPPM: *336781, *336771, #947438075
 Jr. los Jazmines 3ra cuadra 5/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash
 E-mail: asgeotec@yahoo.com



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

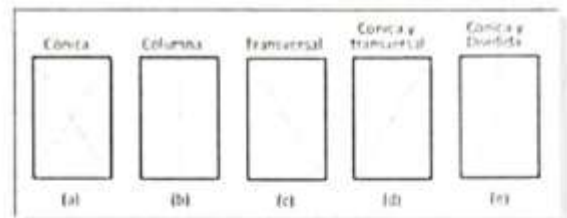
SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldan - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR: : Ing. Fernando Ita Rodriguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f'c (Kg/cm ²)	f'c/fc (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 6% - 1	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	30,420	182.42	(b)	166.76	79.4%
2	210 - RM 6% - 2	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	29,140	182.42	(b)	159.75	76.1%
3	210 - RM 6% - 3	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	27,530	182.42	(b)	150.92	71.9%

OBSERVACIONES:

- * Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.
- * El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Licenciado Civil CIP N° 83243
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

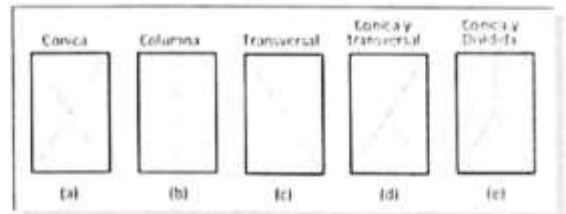
SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldán - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR: : Ing. Fernando Ita Rodríguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Dámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f'c (Kg/cm ²)	f'c/fc (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 12% - 1	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	29,640	182.42	(b)	162.49	77.4%
2	210 - RM 12% - 2	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	29,050	182.42	(b)	159.25	75.8%
3	210 - RM 12% - 3	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	28,840	182.42	(b)	158.10	75.3%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.

"ASGEOTEC"
GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Fernando Ita Rodríguez
Especialista
ESPECIALISTA

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
Fernando Ita Rodríguez
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83248
Especialista en Geotécnica



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

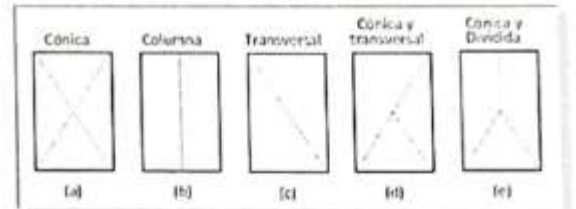
SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldán - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodriguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kgf/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f'c (Kgf./cm ²)	f'c/fo (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 25% - 1	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	28,480	182.42	(b)	156.13	74.3%
2	210 - RM 25% - 2	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	26,520	182.42	(b)	145.38	69.2%
3	210 - RM 25% - 3	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	27,520	182.42	(a)	150.86	71.8%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.





ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

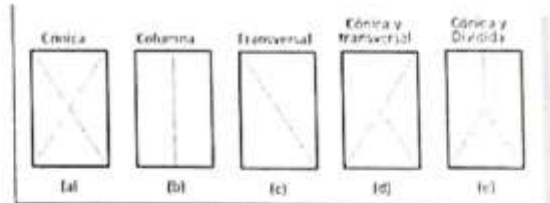
SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldan - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodriguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f _c (Kg./cm ²)	f _{o/fc} (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 50% - 1	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	27,310	182.42	(b)	149.71	71.3%
2	210 - RM 50% - 2	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	26,140	182.42	(b)	143.30	68.2%
3	210 - RM 50% - 3	210	19/Oct/2021	26/Oct/2021	7	26,970	182.42	(a)	147.85	70.4%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC,
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Fernando E. Ita Rodriguez

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83248
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

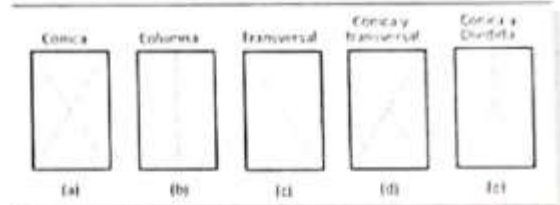
SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldán - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR: : Ing. Fernando Ita Rodríguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f'c (Kg/cm ²)	f'c/fc (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 0% - 1	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	36,010	182.42	(b)	197.41	94.0%
2	210 - RM 0% - 2	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	34,410	182.42	(a)	188.64	89.8%
3	210 - RM 0% - 3	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	35,460	182.42	(b)	194.39	92.6%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Rocas y Pavimentos
Fernando E. Ita Rodríguez
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83248
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

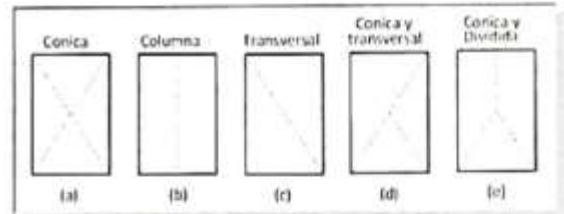
SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldan - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR: : Ing. Fernando Ita Rodriguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f'c (Kg/cm ²)	f'c/fo (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 6% - 1	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	36,370	182.42	(b)	199.38	94.9%
2	210 - RM 6% - 2	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	37,120	182.42	(b)	203.49	96.9%
3	210 - RM 6% - 3	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	36,510	182.42	(b)	200.15	95.3%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
Fernando E. Ita Rodriguez
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldan - Ricardo Miguel Huerta Marquez

OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto

F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"

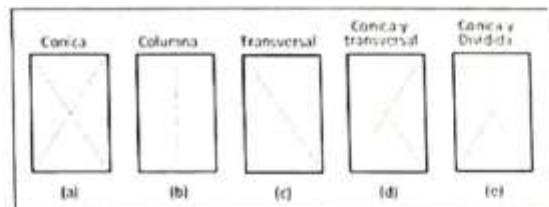
REALIZADO POR: : Ing. Fernando Ita Rodriguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f'c (Kg/cm ²)	f'c/fc (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 12% - 1	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	38,050	182.42	(b)	208.59	99.3%
2	210 - RM 12% - 2	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	36,730	182.42	(b)	201.35	95.9%
3	210 - RM 12% - 3	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	38,330	182.42	(b)	210.13	100.1%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilindricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.

"ASGEOTEC"
GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
[Signature]
Epifanio Ita Roldan
ESPECIALISTA

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
[Signature]
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83348
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldán - Ricardo Miguel Huerta Marquez

OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto

F_c = 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"

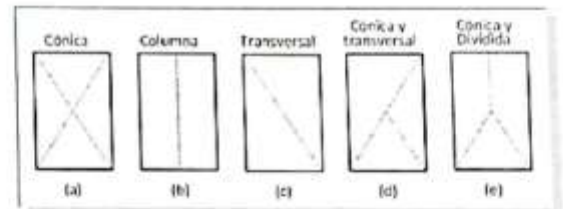
REALIZADO POR: : Ing. Fernando Ita Rodríguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f _c (Kg/cm ²)	f _c /f _c (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 25% - 1	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	34,320	182.42	(b)	188.14	89.6%
2	210 - RM 25% - 2	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	35,010	182.42	(b)	191.92	91.4%
3	210 - RM 25% - 3	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	34,820	182.42	(a)	190.88	90.9%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 63948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldán - Ricardo Miguel Huerta Marquez

OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto

F'c = 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"

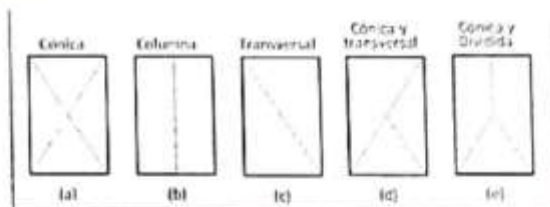
REALIZADO POR: : Ing. Fernando Ita Rodríguez.

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kgf/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f _c (Kgf/cm ²)	f _c /f _c (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 50% - 1	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	34,190	182.42	(b)	187.43	89.3%
2	210 - RM 50% - 2	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	33,230	182.42	(b)	182.17	86.7%
3	210 - RM 50% - 3	210	19/Oct/2021	02/Nov/2021	14	33,920	182.42	(a)	185.95	88.5%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Especialista Civil CIP N° 83948
Maestría en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

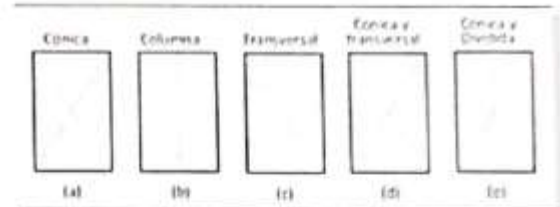
SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldan - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodriguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f _c (Kg/cm ²)	f _c /f _c (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 0% - 1	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	41,940	182.42	(b)	229.92	109.5%
2	210 - RM 0% - 2	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	42,760	182.42	(a)	234.41	111.6%
3	210 - RM 0% - 3	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	41,760	182.42	(b)	228.93	109.0%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilindricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83243
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

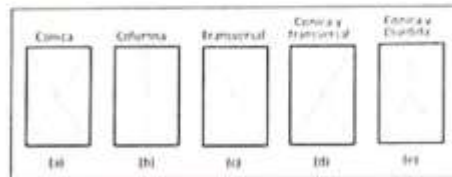
ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldan - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodríguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48
Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (Días)	CARGA (Kg.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	F _c (Kg/cm ²)	F _{o/c} (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 6% - 1	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	43,420	182.42	(b)	238.03	113.3%
2	210 - RM 6% - 2	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	44,570	182.42	(b)	244.33	116.3%
3	210 - RM 6% - 3	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	44,400	182.42	(b)	243.40	115.9%

OBSERVACIONES:

- * Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.
- * El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Rocas y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83943
Especialista en Geotécnica



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldán - Ricardo Miguel Huerta Marquez

OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto

F'c= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"

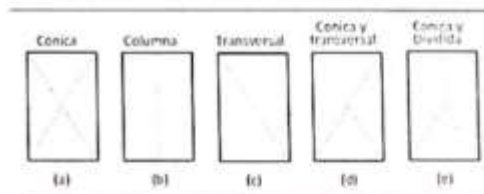
REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodriguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30,48

Diámetro (cm) = 15,24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f'c (Kg/cm ²)	f'c/fc (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 12% - 1	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	45,470	182,42	(b)	249,27	118,7%
2	210 - RM 12% - 2	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	45,690	182,42	(b)	250,47	119,3%
3	210 - RM 12% - 3	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	45,010	182,42	(b)	246,74	117,5%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

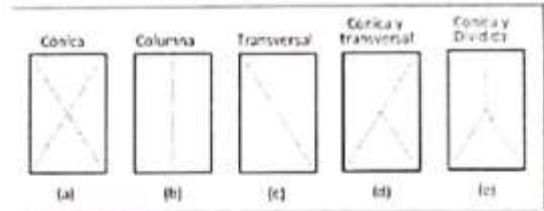
SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldán - Ricardo Miguel Huerta Marquez
OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto
F_c = 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodríguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kg.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f _c (Kg/cm ²)	f _{ofc} (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 25% - 1	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	40,380	182.42	(b)	221.36	105.4%
2	210 - RM 25% - 2	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	39,620	182.42	(b)	217.20	103.4%
3	210 - RM 25% - 3	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	39,330	182.42	(a)	215.61	102.7%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83248
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Sergio Denis León Roldán - Ricardo Miguel Huerta Marquez

OBRA : "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto

Fc= 210 Kg/cm² Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"

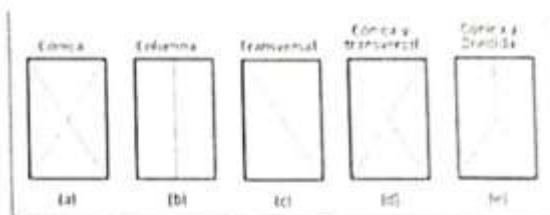
REALIZADO POR: : Ing. Fernando Ita Rodríguez

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm ²)	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kg.)	ÁREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	f _c (Kg/cm ²)	f _o /f _c (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	210 - RM 50% - 1	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	37,720	182.42	(b)	206.78	98.5%
2	210 - RM 50% - 2	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	36,730	182.42	(a)	201.35	95.9%
3	210 - RM 50% - 3	210	19/Oct/2021	16/Nov/2021	28	36,340	182.42	(b)	199.22	94.9%

OBSERVACIONES:

* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Cesionario Civil CIP N° 83243
Especialista en Geotecnia

Anexo N°

8: Granulometría del Relave



ASGEOTEC
 GEOTECNIA Y CIMENTOS,
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Sergio Denis León Roldán -	CANTERA : Relave Minero
PROYECTO : Ricardo Miguel Huerta Marquez	UBICACIÓN : Ticapampa - Recway - Ancash
"Análisis de Resistencia a la Compresión del	MUESTRA : S101-RM
Concreto F'c= 210 Kg/cm ² Aplicado al Relave	MATERIAL: Relave Minero
Minero, Huaraz 2021"	FECHA : 12 de Octubre de 2021

MUESTRA COMPUESTA POR RELAVES					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA MUESTRA COMPUESTA DE RELAVES					
N° MALLA	ABERTURA (µm)	PESO RETENIDO (Gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
100	150	27.15	10.22	10.22	100.00
150	106	37.65	14.17	24.39	89.78
200	74	30.13	11.34	35.73	75.61
400	37	80.11	30.15	65.88	64.27
		90.66	34.12	100.00	34.12

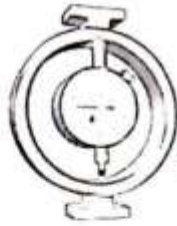
OBSERVACIONES :

* La muestra de relave minero y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.



Anexo N°

Anexo N° 9: Mineralogía del relave



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR:	Sergio Denis León Roldán -	CANTERA :	Relave Minero
PROYECTO :	Ricardo Miguel Huerta Marquez "Análisis de Resistencia a la Compresión del Concreto F'c= 210 Kg/cm2 Aplicado al Relave Minero, Huaraz 2021"	UBICACIÓN :	Ticapampa - Recusay - Ancash
		MUESTRA :	M01-RM 1%
		MATERIAL :	Relave Minero
		FECHA :	12 de Octubre de 2021

NTP 334.087:2008

CEMENTOS. Adiciones minerales en pastas, morteros y concretos: microsilice.

MINERALES PRESENTES		M01-RM %
Cuarzo	SiO ₂	70.40
Pirita	FeS ₂	4.45
Moscovita	(K, Ca, Na) (Al, Mg, Fe) ₂	8.60
Clorita	(Mg, Fe) ₆ (Si, Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂	3.80
Calcita	CO ₃ Ca	1.72
Yeso	CaSO ₄ 2H ₂ O	2.80
Dipsido	Ca(Mg, Al) (Si, Al) ₂ O ₆	0.25
Arsenopirita	FeAsS	2.40

OBSERVACIONES :

* La muestra de relave minero y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.

ASGEOTEC
Ltd. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
[Firma]
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Licenciado Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia

ASGEOTEC
GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
[Firma]
Especialista en Suelos
ESPECIALISTA

10: Propiedades del cemento



CERTIFICADO DE CALIDAD N° 2018000589

CMA2209/2018

1. CLIENTE:

RAZÓN SOCIAL: CEMEX PERU S.A.
DIRECCIÓN: AV. REPÚBLICA DE COLOMBIA 791 OFIC. 503, SAN ISIDRO, LIMA – PERÚ

2. DATOS DEL LOTE

PRODUCTO DECLARADO: CEMENTO PORTLAND – CEM I 52.5N – USO ESTRUCTURAL
NOMBRE DE EMBARCACIÓN: MV GLOBAL CÓRAL
ENSAYOS EFECTUADOS POR: EN LABORATORIOS EXTERNOS
INFORME DE ENSAYO: CERTIFICATE N° 1804120025 REF N° 230535 Q, CERTIFICATE N° 1805030284

3. ALCANCE:

LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA DE PRODUCTO FUERON COMPARADOS CON LA NTP 334.009.2016

4. DE LA INSPECCION:

DE LOS RESULTADOS QUE SE DETALLAN A CONTINUACION CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA ANALIZADA.

5. RESULTADOS:

REQUERIMIENTOS QUIMICOS

REQUERIMIENTOS	ESPECIFICACION NTP 334.009-2016	RESULTADO	EVALUACION
Oxido de Magnesio (MgO) - % Máx.	6.0	1.79	CONFORME
Trióxido de Azufre (SO ₂) - % Máx.	3.0	2.67	CONFORME
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) - % Máx.	N.E.	4.70	N.E.
Oxido Férrico (Fe ₂ O ₃) - % Máx.	N.E.	3.23	N.E.
R ₂ O (Total Álcali) - % Max.	0.6	0.41	CONFORME

N.E: NO ESPECIFICA

REQUERIMIENTOS FISICOS

REQUERIMIENTOS	ESPECIFICACION NTP 334.009- 2016	RESULTADO	EVALUACION
1.Resistencia a la Compresión, Min(Mpa)			
3 Días Min.	12	31.5	CONFORME
7 Días Min.	19	42.7	CONFORME
28 Días Min.	28	55.7	CONFORME
2.Tiempo de Fraguado Inicial, (Minutos), Min	45	125	CONFORME
Tiempo de Fraguado Final, (Minutos), Max	<375	160	CONFORME

OCPr

Pág. 1 de 2

Global Independent Inspection
www.gii.com - certification services

Baltic Control CMA S.A.
Antigua Carretera Panamericana Sur Km.32.5
Lurin - Perú

Phone Central: (+511) 660 2323

Figura 21. Ficha técnica del cemento Quisqueya - portland Tipo I
Fuente: Cemex Perú.

I/A



CERTIFICADO DE CALIDAD
N° 2018000589

CMA2209/2018

3. Prueba de Finura			
Superficie específica (m ² /kg) Min.	N.E.	393.0	N.E.
Retenido en tamiz de 45µm %	N.E.	3.61	N.E.
4. Contracción en autoclave-Max %	N.E.	0.02	N.E.
5. Contenido de aire en el mortero -Max.	12	4.2	CONFORME

N.E: NO ESPECIFICA

MÉTODOS DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: 3, 7 Y 28 DÍAS ASTM C109/C109M-16

CONTENIDO DE AIRE DEL MORTERO: ASTM C 185-15a

CONTRACCIÓN EN AUTOCLAVE: ASTM C151/C151M-16

FINURA, SUPERFICIE ESPECÍFICA BLAINE: EN 196.6-2010

TIEMPO DE FRAGUADO: EN 196.3- 2005+A1:2008

OXIDO DE MAGNESIO, TRIOXIDO DE AZUFRE, TRIÓXIDO DE ALUMINIO, OXIDO DE SÍLICE, TRIÓXIDO DE FIERRO, R2O (TOTAL ÁLCALI): EN 196.2:2013

6. CONCLUSIÓN:

EL PRODUCTO **CEMENTO PORTLAND – CEM I 52.5N – USO ESTRUCTURAL** EVALUADO ES **CONFORME** CON RESPECTO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA REQUISITO: NTP 334.009- 2016 CEMENTOS. CEMENTO PORTLAND. REQUISITOS

7. PERIODO DE VALIDEZ DEL CERTIFICADO DE CALIDAD:

90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE CERTIFICADO.

FECHA DE EMISION: 04 DE JULIO DEL 2018.



Maria Elena Cerrón Méndez
 Gerente de Certificaciones e Inspecciones

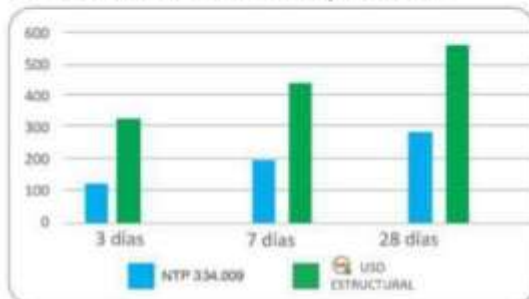
Figura 22. Ficha técnica del cemento Quisqueya - portland Tipo I
 Fuente: Cemex Perú.



USO ESTRUCTURAL
Altas resistencias

- Altas resistencias iniciales
 - Rápido desencofrado.
- Permite construir estructuras de gran calidad y fortaleza.
- Ideal para la fabricación de diversos elementos estructurales.
 - Permite reducir tiempo de ejecución en obra.
 - Tiempo de fraguado óptimo.
 - Excelente manejabilidad y trabajabilidad.
 - Estabilidad y uniformidad en sus características.

Resistencia a la Compresión



PROPIEDADES FÍSICAS	ESPECIFICACIONES NTP 334.009	USO ESTRUCTURAL
Resistencia Compresión, 3 Días (Kg ² / Cm ²)	122	<320- 350>
Resistencia Compresión, 7 Días (Kg ² / Cm ²)	194	<425- 460>
Resistencia Compresión, 28 Días (Kg ² / Cm ²)	285	<550- 570>
Tiempo de Fraguado Inicial (Minutos)	45 (mín)	<120- 180>
Tiempo de Fraguado Final (Minutos)	375 (máx)	<150- 180>
Ensayo Blake (Cm ² / g)	2608	<3700- 4000>
Pérdida por ligazón (%)	3% (máx)	<0.5-2.4>

Norma técnica peruana
NTP 334.009
EN 197-1:2011/ CEM I 52.5 R

PROPIEDADES

- Excelente comportamiento en el desarrollo de resistencias iniciales y finales.
- Rápido desencofrado.
- Tiempo de fraguado óptimo.
- Excelentes resistencias mecánicas a la compresión, flexión y tracción.
- Excelente manejabilidad y trabajabilidad.
- Estabilidad y uniformidad en sus características.

USOS Y APLICACIONES

- Es un cemento ideal para la construcción de elementos estructurales tales como columnas, vigas, losas, muros y cimentaciones en diversos tipos de edificaciones y obras de infraestructura.
- Por el comportamiento de su curva de resistencia permite producir concretos que requieran una mayor resistencia inicial.

¡ en la elaboración de prefabricados (postes de sadas, pisos, adoquines, blocks, etc)

Distribuye:





HOJA DE SEGURIDAD

SECCIÓN I		PRODUCTO / IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA
NOMBRE DEL PRODUCTOR:	CEMEX México	CAS Not. C.I. 65997-15-1
NOMBRE QUÍMICO:	Cemento Portland	
NOMBRES COMERCIALES:	Bajo la norma mexicana NMX-C-414-ONNCE - CPC 40, CPO 40, CPP 40, CPP 30, CPP 30R, CPC 30R, CPO 30RB, CPC 30RB. Bajo la norma americana ASTM-C-150 - Tipo I, II, III, V, GU, HE. IMPERCEM, GU 4000, GU 5800, GU Titán, Samper, Diamante	
DESCRIPCIÓN:	Polvo gris claro, inodoro, sólido. Mezcla de materiales no metálicos	
PRODUCTOR:	CEMEX México S.A. de C.V.	
PARA MAYOR INFORMACIÓN COMUNICARSE AL:	01 800 362 36 39	
SECCIÓN II		INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES PELIGROSOS
OSHA PEL, Seguridad y Salud Laboral, límites de exposición permisibles, por sus siglas en inglés		
PRINCIPALES COMPONENTES	%	Occupational and Safety Health Administration, Permissible Exposure Limits
	Silicato tricálcico	50 ₃ (polvo - 75 inhalable) 15 mg/m ³ (polvo total) 5 mg/m
	Silicato dicálcico	2 - 25
Ferroaluminato de calcio	5 - 18	10 mg/m ³
	Sulfato de calcio	31 (-polvo 4 inhalable) 15 mg/m ³ (polvo total) 5 mg/m
	Aluminato Tricálcico	2-15
Óxido de Magnesio	0 - 3	15 mg/m ³
Cal Libre	0 - 2	5 mg/m ³
Sílica Libre	0 - 0.1	10 mg/m ³ (polvo inhalable)
SECCIÓN III		DATOS DE PELIGROS A LA SALUD
DAÑOS POR EXPOSICIÓN PROLONGADA		
Agudo		
<p><u>Ojos</u> El cemento es altamente alcalino, por lo que al contacto con los ojos puede causar irritación y posible daño en la córnea, quemaduras y edema corneal. Las partículas pueden ocasionar daño mecánico. El contacto del polvo con los ojos puede causar irritación y daño en la córnea.</p> <p><u>Piel</u> Por sí mismo, el cemento no causa quemaduras alcalinas, esto sucederá una vez que el cemento tiene contacto con el agua y se coloca sobre la piel. Un contacto directo o prolongado sobre la piel puede causar irritación. El cemento puede ocasionar irritación química o mecánica en personas sensibles.</p> <p><u>Inhalación</u> Inhalar el polvo puede ocasionar irritación en el aparato respiratorio (nariz, garganta, pulmones y tracto respiratorio superior). Se pueden provocar problemas para respirar por la exposición prolongada al polvo, si esto sucede llevar al afectado a tomar aire fresco.</p> <p><u>Ingestión</u> Pueden ocasionarse quemaduras cáusticas en la boca, esófago o estómago cuando el cemento es ingerido, puede ser corrosivo también en el tracto digestivo.</p> <p>El riesgo de tener algún daño al contacto con el cemento estará en función de los niveles de exposición.</p>		

Crónico

Inhalación Se ha reportado que puede presentarse bronquitis y enfisema pulmonar tras años de exposición al cemento, la exposición prolongada y repetida puede ocasionar irritación en las membranas mucosas de la nariz, garganta y sistema respiratorio superior.

Ojos

Conjuntivitis y
keratitis Piel
Dermatitis

Ingestión Quemaduras en esófago y estómago

SECCIÓN IV

PRIMEROS AUXILIOS

PROCEDIMIENTO DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos: Lavar abundantemente con agua, por al menos 15 minutos, a fin de remover cualquier partículas que se encuentre en éste, llame a un doctor para descartar lesiones por abrasión.

Contacto con la piel: Lave con agua fría y un jabón de pH neutro. Busque ayuda médica en cualquier tipo de exposición al cemento (cemento húmedo, mezcla de cemento, líquidos que se generan a partir de productos de cemento fresco o debido a una prolongada exposición de la piel frente al cemento seco).

Ingestión: No induzca al vómito. Si la víctima está consciente debe dársele a beber abundante cantidad de agua y llamar a un médico de inmediato.

Inhalación: Movilizar a la persona a un área fresca y ventilada. Si la persona no respira deberá darsele RCP (respiración cardiopulmonar), si respira con dificultad debe brindársele oxígeno artificial. Llame al doctor de inmediato.

SECCIÓN V

DATOS DE INFLAMABILIDAD / EXPLOSIÓN

Pto de Ign.

N.A.

Punto de autoignición

N.A.

Método de extinción

N.A.

PROCEDIMIENTO ESPECIAL FRENTE A INCENDIOS

El cemento Portland no tiene riesgos relacionados con fuego, al trabajar apagando algún fuego o incendio cercano a éste emplear tapabocas y un traje especialmente recubierto para ambientes de alta temperatura.

PELIGROS INUSUALES

Ninguno, este material no representa peligro por incendio.

SECCIÓN VI

MEDIDAS EN CASO DE DERRAME

ACCIONES A TOMAR EN CASO DE QUE EL MATERIAL SEA DISPERSO

El viento puede causar daños, cuando está presente el polvo en la atmósfera. Evitar accidentes de derrames, el material debe ser recogido tan pronto como sea posible.

MÉTODO DE DESECHO Debe cumplirse con las especificaciones de la autoridad local y federal.

SECCIÓN VII

CONDICIONES DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

PRECAUCIÓN A TOMAR ANTE EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacenar el material en contenedores cerrados, en frío, seco y en un área ventilada, lejos del agua. Mantenga el producto seco antes de emplearlo. Manéjese y almacénese tal que el polvo que llegue a despedir no supere los límites indicados como máximos. Use una ventilación y recolección de polvo adecuada.

OTRAS PRECAUCIONES

Siga las prácticas de higiene recomendadas con el uso de este material. Evite exposición constante con este material, sea contacto con la piel o inhalación de altas concentraciones de polvo. Use extractores para mantener el nivel de polvo en el menor nivel posible en las áreas de trabajo.

SECCIÓN VIII

CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

PROTECCIÓN RESPIRATORIA		En condiciones ordinarias, equipo de respiración no es requerido. Emplee un tapabocas con filtro aprobado para polvos, cuando la concentración de éste sea alta en el aire.	
VENTILACIÓN	LOCAL	La adecuada	ESPECIAL
MECÁNICA		OTROS Usar guantes	
PROTECCIÓN OCULAR Emplee gafas de seguridad, no es recomendable el uso de lentes de contacto cuando se manjea este material.			
OTRA VESTIMENTA O EQUIPO DE PROTECCIÓN		Usar ropa y zapatos para evitar el contacto con la piel.	
SECCIÓN IX		PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
PUNTO DE EBULLICIÓN °C	> 1000°C	GRAVEDAD ESPECÍFICA (H2O=1)	3.2
DENSIDAD DE VAPOR	N.A.	PRESIÓN DE VAPOR (20°C)	N.A.
SOLUBILIDAD EN AGUA	Baja (0.1 - 1.0%)	pH (en agua)	12 - 13
DENSIDAD VAP. g/L (20°C y 1 atm)	N.A.	Viscosidad	N.A.
APARIENCIA Y OLOR		Polvo gris, sin aroma	
SECCIÓN X		ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	

Fiura 25. Hoja de Seguridad del cemento Quisqueya - portland Tipo I
Fuente: Cemex Perú.

SECCIÓN X	ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD (continuación)
INCOMPATIBILIDAD (Materiales a evitar)	
El cemento es alcalino. Es incompatible con ácidos, sales de amonio y aluminio metálico. Los silicatos reaccionan fuertemente con los agentes oxidantes como el fluoruro, el trifluoruro de cloro y difluoruro de oxígeno.	
DESCOMPOSICIÓN DAÑINA O SUBPRODUCTOS	
Ninguno, es un material sólido.	
CONDICIÓN A EVITAR	
Humedad, reacciona con el agua formando polímeros de silicato y óxidos de calcio.	
SECCIÓN XI	INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA
Para mayor información comunicarse con el distribuidor o productor.	
SECCIÓN XII	INFORMACIÓN ECOLÓGICA
<u>Ecotoxicidad</u> : No se reconoce como material tóxico para plantas o animales	
<u>Propiedades físicas o químicas relevantes</u> : ver secciones IX y X	
SECCIÓN XIII	DISPOSICIÓN FINAL
Disponer del material de desecho acorde a la regulación local, estatal y federal (debido a que el cemento Portland es estable el material limpio puede guardarse para su uso futuro sin riesgo al ambiente o a la salud).	
Disponer de los supersacos (big bags) en un relleno autorizado o incinerador.	
SECCIÓN XIV	INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN
<u>Descripción del material peligroso</u> : Cemento Portland es un material no peligroso	
<u>Clasificación de peligrosidad del material</u> : No aplica	
<u>Número de identificación</u> : No aplica	
<u>Etiqueta de identificación</u> : No aplica	
<u>Sustancias peligrosas</u> : No aplica	
SECCIÓN XV	INFORMACIÓN REGULATORIA ADICIONAL
Este producto fue clasificado por la OSHA/MSHA como material químico peligroso y debe estar incluido en los programas de comunicados de peligro del empleador.	
SECCIÓN XVI	INFORMACIÓN ADICIONAL
Elaborado por CEMEX México - Dirección de Calidad e Investigación y Desarrollo	
Actualizado en Agosto 2011	

Anexo N° 11: Panel fotográfico



Figura 12. Extracción de agregados cantera - rio santa tacllan - rumichuco.

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Extracción del relave minero – Ticapampa provincia de Recuay.

Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Agua potable a utilizar para los ensayos.
Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Cemento portland tipo I - Quisqueya Estructural utilizado
Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Relave minero en peso
Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Vaciado de concreto en briquetas de medidas 0.15m x 0.30m.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Curado de testigos.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Traslado de probetas al laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Traslado de probetas al laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Medición de Probetas.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Medición de Probetas.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Rotura de Probetas.