

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión de bloquetas de concreto
 $f'c=175\text{kg/cm}^2$, al sustituir el cemento con relave minero en
10 y 20 % - Ancash.**

Tesis para obtener el título de ingeniero civil

Autor

Alva Morales Antony Fredy

Al Asesor

Urrutia Vargas Segundo

ORCID: 0000-0003-4415-0484

Chimbote – Perú

2021

Palabras clave:

Tema	Bloquetas de concreto; relave minero; resistencia a la compresión
Especialidad	Tecnología del concreto

Key words:

theme	Concrete block, mining tailings, resistance to compression
Speciality	Concrete technology

Línea de investigación:

Programa	Ingeniería Civil
Línea de investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
OCDE	2. Ingeniería y tecnología 2.1 Ingeniería Civil Ingeniería de la construcción
Sub-línea o campos de la investigación	materiales de la construcción Tecnología de la construcción y procesos constructivos

TITULO

**Resistencia a la compresión de bloquetas de
concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, al sustituir el cemento con
relave minero en 10 y 20 % - Ancash**

RESUMEN

En la actualidad la contaminación del medio ambiente que genera el relave minero abandonado de Ticapampa en la provincia de Recuay está aumentando sus efectos contra la salud por lo cual en la presente investigación se pretende utilizar estos relaves con el fin de aminorar el impacto que generan estos relaves, y a su vez dar a conocer los efectos de la sustitución de cemento por relave minera al 10% y 20%, este trabajo se realizó en la provincia de Huaraz, 2021, con el propósito de conocer si se llegaría a un $f'c=175$ kg/cm² y comparar la resistencia respecto al patrón.

En el proceso de elaboración se determinó la composición química del relave minero, que se encuentra conformado por: Al₂O₃ en un 9.24%, SiO₂ en un 78.32%, K₂O en un 0.85%, CaO en un 0.24%, Fe₂O₃ en un 2.03% y otros óxidos. También se pudo determinar que no existen problemas con el pH, ya que la combinación al 10% es 11.83 y la combinación al 20% es 11.01. La relación a/c del patrón es 0.5439, sustitución al 10 % es 0.5435 y sustituciones al 20% es 0.5430 respecto al diseño de mezcla.

En este trabajo se determinó la resistencia del concreto de $f'c = 175$ kg/cm² sustituyendo el cemento por relave minero en 10% y 20% respectivamente dando a conocer los siguientes resultados a los 28 días: patrón en un 108%, sustitución con relave minera 10% en un 103.2% y sustitución con relave minera 20% en un 99%. Dando como resultado una diferencia de 9% entre el concreto patrón y el concreto con sustitución del relave minera al 20%.

ABSTRACT

At present, the contamination of the environment generated by the abandoned mining tailings of Ticapampa in the province of Recuay is increasing its effects against health, which is why in this research it is intended to use these tailings in order to lessen the impact generated by these tailings, and in turn to publicize the effects of the substitution of cement by mining tailings at 10% and 20%, this work was carried out in the province of Huaraz, 2021, with the purpose of knowing if a $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ and compare the resistance with the standard.

In the production process, the chemical composition of the mining tailings was determined, which is made up of: Al_2O_3 in 9.24%, SiO_2 in 78.32%, K_2O in 0.85%, CaO in 0.24%, Fe_2O_3 in 2.03% and other oxides. It was also possible to determine that there are no problems with the pH, since the 10% combination is 11.83 and the 20% combination is 11.01. The a / c ratio of the standard is 0.5439, substitution at 10% is 0.5435 and substitutions at 20% is 0.5430 with respect to the mix design.

In this work, the concrete resistance of $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ was determined by substituting cement for mining tailings in 10% and 20% respectively, revealing the following results at 28 days: pattern in 108%, substitution with 10% mine tailings by 103.2% and substitution with 20% mine tailings by 99%. Resulting in a difference of 9% between the standard concrete and the concrete with replacement of the mine tailings at 20%.

INDICE

PALABRAS CLAVE:	i
TITULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	18
III. RESULTADOS	22
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	38
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
VIII. APÉNDICES Y ANEXOS	45

INDICE DE TABLA

<i>Tabla 1: Pautas para la fabricación de bloques de cemento.</i>	14
<i>Tabla 2: Tipos de unidad de albañilería para fines estructurales.</i>	14
<i>Tabla 3: Variable dependiente, resistencia a la compresión.</i>	16
<i>Tabla 4: Variable independiente, sustitución de cemento en 10% y 20% de relave minero.</i>	16
<i>Tabla 5: Diseño de bloque acabado de la investigación.</i>	19
<i>Tabla 6: Técnica y instrumento usado.</i>	19
<i>Tabla 7: Estructura granulométrica del agregado fino.</i>	22
<i>Tabla 8: Estructura granulométrica del agregado grueso.</i>	23
<i>Tabla 9: Contenido de humedad del agregado grueso.</i>	24
<i>Tabla 10: Contenido de humedad del agregado fino.</i>	24
<i>Tabla 11: Peso unitario del agregado fino.</i>	24
<i>Tabla 12: Peso unitario del agregado grueso.</i>	25
<i>Tabla 13: % de absorción del agregado fino y gravedad específica.</i>	25
<i>Tabla 14: % de absorción del agregado grueso y gravedad específica.</i>	25
<i>Tabla 15: Peso específico del cemento, relave minero y cemento sustituido en 10% y 20% por relave minero.</i>	26
<i>Tabla 16: Resultados del análisis de pH.</i>	26
<i>Tabla 17: Resultados del FRX del relave minero.</i>	26
<i>Tabla 18: Relación Agua / Cemento.</i>	27
<i>Tabla 19: Proporción de materia prima por probeta de concreto patrón $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.</i>	27
<i>Tabla 20: Proporción de materiales en una muestra de concreto experimental con cemento sustituido en 10% por relave minero.</i>	28
<i>Tabla 21: Proporción de materiales por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 20% por relave minero.</i>	29
<i>Tabla 22: Ensayo de resistencia a la compresión del patrón de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.</i>	30
<i>Tabla 23: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con sustitución al cemento por relave minero en 10% de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.</i>	31
<i>Tabla 24: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con sustitución al cemento por relave minero en 20% de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.</i>	32
<i>Tabla 25: Sinopsis de resistencia a la compresión.</i>	33
<i>Tabla 26: Resumen de resistencia a la compresión de patrón, experimental 01 y experimental 02.</i>	36
<i>Tabla 27: Composición elemental de la muestra de relave minero según frx.</i>	37

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1°: Curva granulométrica del agregado fino.</i>	<i>22</i>
<i>Figura N° 2: Curva granulométrica del agregado grueso.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura N° 3: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7. 14 y 28 días.</i>	<i>33</i>
<i>Figura N° 4: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7. 14 y 28 días patrón.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 5: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7. 14 y 28 días experimental al 10%. 34</i>	
<i>Figura N° 6: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7. 14 y 28 días experimental al 20%. 35</i>	
<i>Figura N° 7: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7. 14 y 28 días del patrón, experimental 01 y experimental 02</i>	<i>36</i>

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la fabricación de los bloques de concreto en nuestra localidad está creciendo de una manera desordenada y sin control, estas mismas vienen siendo utilizadas en construcciones de viviendas y cercos perimétricos de manera artesanal y sin control técnico. Como se sabe hasta ahora el bloque de concreto está siendo usado con más frecuencia para la construcción de viviendas ya que es más accesible debido a su costo de elaboración, ya que para su producción se requieren componentes básicos de toda construcción (piedra chancada, arena, cemento y agua), utilizando como componente básico al hormigón y el reemplazo del cemento por relave minero en una proporción de 10% y 20 %.

Para situar una bloquetera de artesanal es de forma rápida y sencilla y tiene un bajo costo.

Sin embargo, la facilidad y la falta de controles en este tipo de productos, se sabe que no cuentan con un registro comercial (en algunos casos solo sirve como fabricante el patio de la casa), la competencia y la productividad genera que la calidad del producto sea menor. En este tipo de productos no suele haber ningún tipo de control ni registro de calidad, cantidad, dosificación o proceso. La disposición de producción de las bloquetas se basa en ensayos y errores al aplicar los conocimientos adquiridos de una manera empírica y no profesional a partir de otras experiencias realizadas por los propietarios de las bloqueteras asumen que la persona responsable de la fabricación de los bloques tendrá el conocimiento práctico para la producción y cumplimiento de la norma E070.

1.-Antecedentes y fundamentación científica

A nivel internacional

-Céspedes (2012) en su proyecto de investigación menciona que de acuerdo a los estudios químicos y mineralógicos de residuos mineros encontró la presencia de activadores alcalinos como alúmina (AL_2O_3), sílice (SiO_2) e hidróxido de sodio ($NaOH$) las cuales permiten la creación de geo polímeros; los relaves son cementos que se caracterizan por su resistencia química, resistencia al calor, excelentes propiedades mecánicas, bajas en emisión de CO_2 y bajos costos de fabricación

A nivel nacional

-Lourdes y María (2017) en su tesis “Diseño e implementación de un proceso alternativo para la fabricación de ladrillos a partir de la utilización de relaves mineros del proceso de cianuración en una plata minero artesanal en la región Arequipa”. Proponen diseñar la metodología del proceso de elaboración de ladrillos de 3 unidades: concentración y neutralización (unidad 1) filtrado, mezclado, moldeado (unidad 2), sinterización y secado (unidad 3). Concluyen que el resultado del proyecto fue la implementación del proceso de fabricación de ladrillos a partir de residuos mineros del proceso de cianuración y la evaluación de las características físicas y mecánicas de un producto final (ladrillos).

- Anicama (2010), en su tesis “Estudio experimental del empleo de materiales de desechos de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicos” plantea usar concretos con relave minero agregándolos para construir losas con poco tránsito y veredas para ello se contará con un concreto convencional de $210Kg/cm^2$ con slump de aproximadamente 5”; el aumento por debajo del 5% no afectan las propiedades físicas del concreto, mientras que las adiciones por encima del 15% afectan a las características resistentes de los concretos convencionales negativamente.

-José (2018) en su tesis “Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento”, en este trabajo, el diseño de mezcla se realiza sobre los ladrillos con baja relación agua cemento y la menor cantidad de cemento posible, principalmente para cumplir con los requisitos de resistencia de acuerdo con la norma técnica peruana E070. La resistencia a la compresión de los ladrillos de 18 huecos fabricados con residuos de demolición sin clasificar no alcanza el valor mínimo de resistencia establecido por la norma de albañilería E070. Por lo tanto, es necesario incrementar la dosificación del tipo de cemento de residuo anterior.

-**Sabino (1995)**, en su tesis “Bloques de concreto don Dolomita”, elaborado en la Universidad Agraria de la selva – Tingo María, el estudio ha comprendido los análisis físicos y químicos de los materiales, diseños de los morteros y de concreto, fabricados de unidades de ensayo según normas técnicas, ensayos de pilas y muretes, e interpretación de los resultados. Concluyo que el resultado del análisis químico efectuado a la dolomita estudiada no presenta elementos que puedan dañar el concretos ni rasgos que pueda presentarse eflorescencia.

A nivel local

- Romero y flores (2011), en su proyecto investigaron “rehusó de los relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillo y baldosas” proponen como alternativa de solución darle valor al agregado de construcción a partir de relaves mineros mediante su uso bajo la forma de un agregado de construcción, concluyendo que el agregado de construcción obtenido a partir de los relaves mineros polimetálicos, no es contaminante.

-Milla (2017), en su tesis “Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero de Ticapampa, en la provincia de Huaraz – 2017”, este estudio incluye el análisis físico-químico de los materias fabricados por unidades de pruebas de acuerdo con las normas técnicas, de las cuales en su análisis de FRX obtuvo que el mineral contiene: $Al_2O_3(12.928)$, $SiO_2(87.083)$, $CaO(0.302)$ y $Fe_2O_3(2.187)$. Concluye que los resultados del análisis químico no afectan a la masa de la arcilla. La resistencia a la compresión estándar del adobe a los 28 días llega a 15.52 kg/cm^2 . Por otra parte, al sustituir al 10% durante los 28 días la resistencia del adobe aumenta en 21.87 kg/cm^2 , al sustituir al 20% a los 28 días la resistencia del adobe aumenta en 24.64 kg/cm^2 y al reemplazar al 30% a los 28 días la resistencia del adobe aumenta en $29,33 \text{ kg/cm}^2$.

Fundamentación científica

Hoy en día el concreto es uno de los elementos muy habituales en la construcción para una diversidad de usos que van desde estructuras de edificaciones incluso en vías de ferrocarriles. Asimismo, se utiliza en fundiciones, aceras, carreteras, tanques y muchas otras estructuras. En efecto, es difícil encontrar una estructura en la que de alguna manera no haya utilizado concreto en su construcción. Además, es uno de los elementos de construcción más baratos y versátiles.

Con respecto al enlace agua cemento/materiales cementantes, condición de curado (temperatura y humedad), edad, propiedades y cantidad de aglutinante, propiedades y cantidad de agregado, lapso de mezclado, nivel de compactación y contenido de aire (hormigón) según ACI 308.

En relación con la resistencia a la compresión esta se obtiene dividiendo la resistencia máxima a la tracción por el área de la sección transversal que puede soportar la carga y se expresa en unidades usadas en los Estados Unidos o libra fuerza por pulgada cuadrada (psi) en mega pascales (Mpa) en el sistema internacional.

Es el elemento formado por la combinación de cemento, agua y aditivos en un determinado porcentaje o proporción, primero representado una estructura moldeada y resina, luego adquirirlo en una consistencia dura con soporte y aislamiento de carga, logrando una durabilidad ideal la que forma un material perfecto a la resistencia para la construcción.

En la formación química del cemento hace mención que el cemento está conformado por:

- Fe_2O_3 (Óxido de hierro)
- SiO_2 (Óxido de silicio)
- Al_2O_3 (Óxido de alúmina)
- CaO (Óxido de calcio)

Rodríguez (1998), una mezcla de cemento portland se combina con agregados (arena y grava o piedra triturada) y se define como la combinación de dos componentes de agregado y pasta, la cual genera una respuesta química entre el agua y cemento.

Abanto (2000), menciona que el endurecimiento de este concreto en proporciones adecuada con una mezcla de cemento portland, agua, aire, agregado grueso y agregado fino para lograr ciertas propiedades, exclusivamente la resistencia. El cemento y el agua responden químicamente para la combinación de las partículas añadidas y forman un material no uniforme. Se pueden añadir algunas sustancias, llamadas aditivos, para mejorar o alterar determinadas propiedades del hormigón.

Dentro de los cuales los principales elementos que provocan una segregación se ocasionan por la desigualdad de medidas de las partículas y la mala dosificación granulométrica de los agregados, las otras 17 razones se describen a los incorrectos desarrollos del concreto: compactado, colocado, combinación y transporte. La segregación se ocasiona de dos maneras: los fragmentos gruesos tienden a dividirse de las otras por acción de la gravedad, esto sucede habitualmente con combinaciones secas y poco plásticas, la otra forma es la separación de la pasta (agua y cemento) lo que ocurre con las mezclas muy fluidas.

R. Medina (2017), asegura que el concreto se considera uno de los elementos de construcción más utilizados en el mundo porque es duradero, fácil de verter, económico y comprimible. Desafortunadamente estas características positivas pueden no verse reflejadas en la construcción debido a varios factores, como un control de calidad inadecuado durante la construcción. La resistencia a la compresión se puede medir con presión para certificar que el concreto puesto en la estructura del edificio cumpla con los requisitos del dibujo estructural. De esta forma se realiza el llamado ensayo de compresión o rotura, es necesario realizar una probeta cilíndrica de 30*20*15 cm (partiéndose de muestras de concreto obtenidas en la misma construcción); estas muestras deben conservarse durante 28 días y

luego llevarse a un laboratorio estructural como una universidad para su examen cada vez. De hecho, esta publicación brinda la información que necesita para preparar una muestra de concreto y verificar su calidad.

El hormigón muestra un proceder viscoso, en tanto que el relave minero muestra un resultado casi elástico. Los agregados se separan y rodean con pasta de cemento. Esto identifica un material no uniforme y se estructura específica permite un comportamiento inelástico. Podría ser una deformación de la fase viscosa. Por otro lado, los problemas de diseño y construcción de las propiedades mecánicas que dependen de la forma y masa de los elementos, que son típicos para la producción de piedra, se resumen en la estructura de hormigón por muchos otros factores, que deben ser conocidos por el ingeniero que a estado directamente involucrado en la producción desde el principio. Por lo tanto, debe estudiar las propiedades y calidad del agregado, los problemas de endurecimiento, fraguado y aglomerante, la dosificación general, el proceso de su fabricación y ejecución y su funcionamiento de bajo la influencia del uso de cargas y de los agentes destructivos.

Bloques de concreto

Los bloques de concreto son objetos de forma paralelepípedos que se adecuan a la operación manual y están diseñados para muros reforzados limitados con acabados superficiales o frontales diseñados

La norma NTP 339.005 determina que un bloque de concreto de la siguiente manera: es un bloque de mampostería con un tamaño nominal de 30 mm de largo, 200mm de ancho y 200 mm de alto y no mas de 6 veces de largo o ancho. Por lo general es ciego en un extremo, es uno dentro de la cámara lateral cuyo eje puede ser paralelo a uno de los bordes.

Los componentes empleados en la elaboración de los bloques incluyen cemento portland tipo IP y agregados que cumplen con los exigencias del concreto tradicional. Se debe considerar la resistencia e impermeabilidad, ya que el equipo necesario para la fabricación del bloque incluye una pequeña mesa vibratoria con moldes asociados a maquinaria industrial pesada

Características

Dentro de los rasgos que pueden destacar la ventaja comparativa del bloque de concreto podemos mencionar algunas otras propiedades como durabilidad, economía, aislamiento, acústico, resistencia al fuego y buen comportamiento frente al hormigón. Por lo tanto, elementos de mampostería tienen una resistencia a la compresión adecuada como una propiedad mecánica muy importante ya que están relacionados con la resistencia del muro. Similar a la mampostería de arcilla. Cuanto mayor es la resistencia del elemento de mampostería la resistencia del elemento estructural aumenta proporcionalmente.

En cuanto a la dosis, la composición del agua de la mezcla debe determinarse con mucho cuidado para que no este demasiado seca o demasiado húmeda. En el primer caso existe el riesgo de que el bloque recién construido se derrumbe. En segundo lugar, se deposita el material y se deforma la forma del bloque.

Una de las cualidades que potencia la competitividad de los ladrillos es la textura.

Las modificaciones de textura se pueden controlar la distribución del tamaño de partículas de los agregados, también se puede lograr cambios en la consistencia mientras más arena uses, más suave será la textura, pero la mezcla requerirá mas cemento.

El uso de bloques de mampostería permite alcanzar velocidades de construcción realmente sorprendentes. Estas situaciones sumadas al bajo cantidad de piezas solicitadas por 1m² de muro y la baja cuantía de mortero en el empalme, determinan los importantes ahorros en autoconstrucción en la zona residencial donde se pretende utilizar dichos bloques.

Dimensionamiento:

Un requisito importante que debe de cumplir un bloque de concreto es la uniformidad dimensional del bloque, ya que es difícil crear elementos estructurales perfectamente verticales debido a la similitud de las medidas unitarias y no existen anomalías. Esto provoca la excentricidad de la carga generando esfuerzos flexionantes adicionales. Las similitudes de los bloques requieren su proceso de fabricación y en función de este se determinan los siguientes:

- Un estudio de la dosis exacta.
- Una selección rigurosa de los agregados.
- Un apropiado diseño de bloque.
- Un excelente proceso de mezclado, compactación y moldeado.
- Un buen curado y almacenamiento indicado.

Organización modular.

La tecnología de construcción modular asume que todas las dimensiones incluidas los espesores de la pared deben ser múltiplos del calibre modular para ahorrar y agilizar la construcción.

El bloque como unidad es el principio básico de la mampostería y sus dimensiones determinan el ancho y el grosor de la pared de acuerdo con la capacidad de carga. Del mismo modo una fabricación perfecta requiere un uso total o parcial

construido para este propósito y los proyectos donde el diseño de la pared se basa en unidades modulares eliminando tantas piezas cortadas como sea posible, esto significa una construcción más económica

Apariencia y medidas.

La articulación de los bloques de concreto significa que tienen la forma de bloques rectangulares paralelos y tiene aberturas verticales (celdas) restringidas por barandillas o paredes de los bloques. Estos orificios permiten reducir el peso del bloque, aumentan el aislamiento, acomodan tuberías eléctricas y/o sanitarias y permite el paso de refuerzos verticales ocasionales. También actúa como encofrado permanente para cualquier hormigón armado que desee igualar el espesor de la pared.

Los bloques crecieron según las medidas y alcanzaron el nivel actual de modulación con dimensiones nominales de 10 cm, 14 cm, 15 cm, 20cm de ancho, 20 cm de alto y de 40 cm de largo de acuerdo al tipo de estructura de muro. La modificación en el ancho del bloque se debe a su área y de la uniformidad del muro. Tenga en cuenta que la medida real (medida de fabricación) es 1 cm más pequeña que la medida nominal o de modulo, de acuerdo a que las medidas (vertical y horizontal), tienen un espesor de 1 cm para completar la medida del módulo.

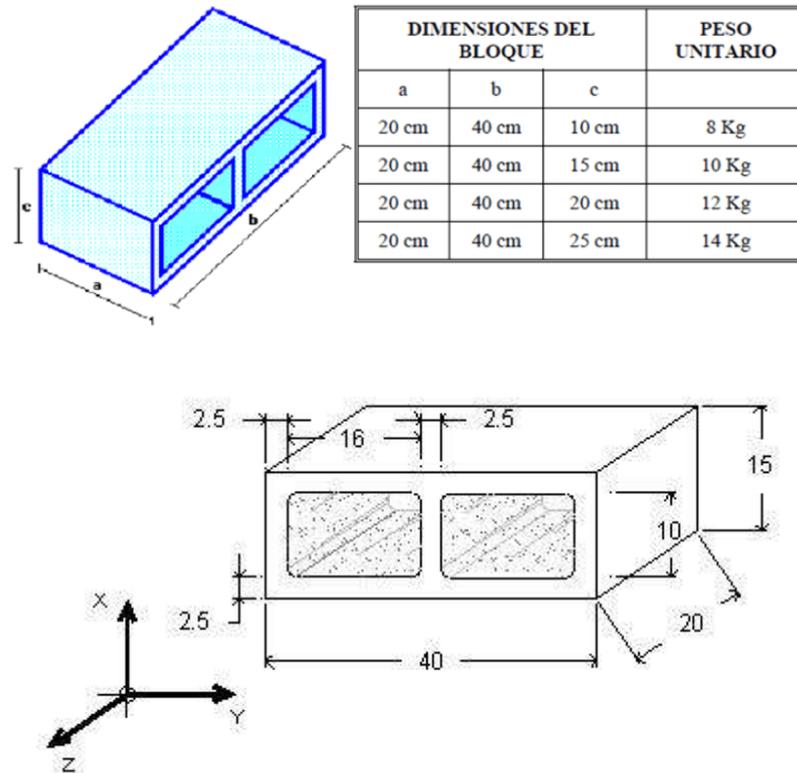
Dureza de la mezcla

La dureza es una mezcla basada en su contenido de agua, y esta determinada por el agregado de sedimentación. Corresponde a la producción de consistencia seca, es decir que los bloques de hormigón con muy poca agua, para evitar la sedimentación durante el endurecimiento.

Tipos de bloques de concreto:

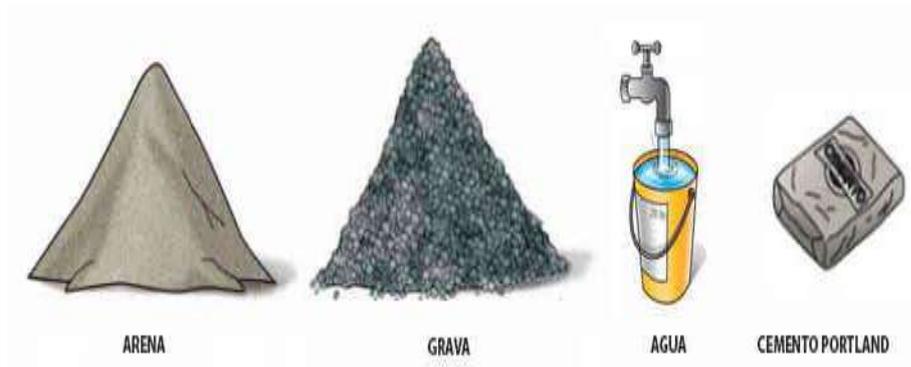
Los bloques de hormigón se identifican mediante medidas en el orden de ancho, alto, y largo. Por ejemplo, un bloque de 10x20x40, tiene 10cm de ancho, 20cm de alto, y 40cm de largo y se llama bloque de 10. los bloques de hormigón se suelen fabricar con diferentes anchos (10, 12, 14, 15, 20 cm) altura (20 o 25 cm) y longitud constante (40 cm). Es importante que todos los bloques sean del mismo tamaño para que puedan usarse como un buen elemento para construir muros. Por este motivo, es importante

que todos los moldes sean iguales y se mantengan en buenas condiciones. En esta monografía se utilizan bloques de las siguientes dimensiones: 15 x 20 x 40.



Elementos requeridos para la elaboración de bloques de cemento.

El concreto que se usa comúnmente para hacer bloques calcinados es la combinación de cemento arena, grava y agua, estos elementos entremezclados generan que los bloques tengan un color gris claro con una superficie lisa y alta resistencia a la compresión.



En general, el conglomerado de cemento utilizado para la formación de masa tiene más arena, menos agua y menos grava que el conglomerado de cemento utilizado en estructuras convencionales.

En cambio, los bloques de hormigón livianos se crean intercambiando grava y arena por arcilla expandida, esquistos o pizarra. Estos componentes se obtienen moliendo ciertas materias primas y luego exponiéndolas a temperaturas cercanas a los 1093° C. A esta temperatura, el material se expande debido al gas que se produce rápidamente debido a la combustión de la materia orgánica atrapada en su interior. Los bloques pesan típicamente de 10 a 12,7 kg y se utilizan para construir paredes, muros y particiones que no pueden soportar cargas pesadas.

Diseño de los bloques de concreto:

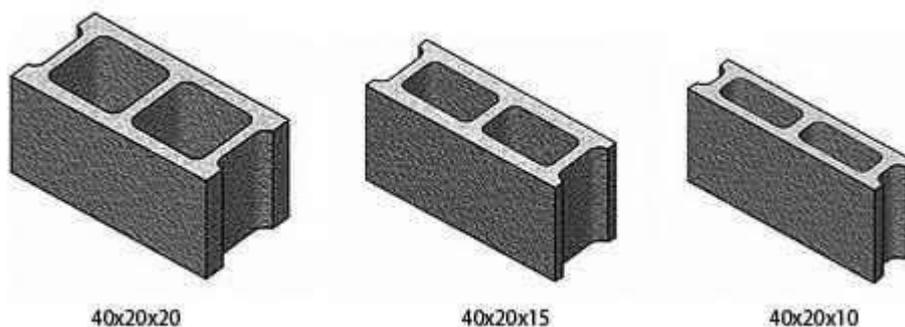
La forma y las dimensiones de los bloques de concreto más usados, se han convertido en un estándar para asegurar una construcción homogénea de los edificios. De tal forma que es característico de los bloques de hormigón estándar o de uso más común.

Llegando a representarlos mediante el siguiente gráfico:

-Dimensiones

Las dimensiones o medidas estandarizadas más comunes de los bloques de hormigón son: 10cm x 20cm x 40cm, 15cm x 20cm x 40cm, y 20cm x 20cm x 40cm.

Medidas de bloques de hormigón



Asimismo, algunos Fabricantes de bloques pueden realizar modificaciones en el bloque base para lograr sus propios impactos visual o con el proporcionar particularidades estructurales específicas. Una muestra de este reciente caso es un bloque principalmente diseñado para impedir escapes de agua de la superficie de la pared exterior.

En este aspecto, el bloque debe incluir una combinación impenetrable que pueda aislar el agua para minimizar la absorción del hormigón.

-Modelos

Los bloques son material estándar y puede que no sea posible enumerarlos uno por uno, porque hay demasiados modelos, pero lo que normalmente podemos hacer es ordenarlos por tipo de bloque.



- De gafa: el modelo más popular. A veces se usa con aberturas horizontales para permitir cierta visibilidad y dejar espacio para que salga el aire al exterior.
- Multicámara: los agujeros del interior de este modelo están compartimentados. Estos tipos de bloques se utilizan a menudo cuando se construye una pared de una sola hoja.
- De carga: generalmente se utiliza para muros robustos con funciones estructurales.

Tabla 1: Pautas para la fabricación de bloques de cemento.

Cantidad	Mezcla m³	Agua Litros	Cemento	Arena	Grava	F + G
60 Bloques	1	40	50 Kg	150 Kg	200 Kg	0,4
120 Bloques	2	80	100 Kg	300 Kg	400 Kg	0,4
240 Bloques	3	160	200 Kg	600 Kg	800 Kg	0,4
480 Bloques	4	320	400 Kg	1200 Kg	1600 Kg	0,4
960 Bloques	5	640	800 Kg	2400 Kg	3200 Kg	0,4

Fuente: Creación propia.

Tabla 2: Tipos de unidad de albañilería para fines estructurales.

clase	variación de la dimensión (máximo en %)			alabeo (Máximo en mm)	Resistencias, características a compresión <i>f'c mínimo en Mpa</i> (kg/cm ²) sobre área bruta
	hasta 100mm	hasta 150mm	más de 150mm		
ladrillo I	+8	+6	+4	+10	4.9 (50)
ladrillo II	+7	+6	+4	+8	6.9 (70)
ladrillo III	+5	+4	+3	+6	9.3 (95)
ladrillo IV	+4	+3	+2	+4	12.7(130)
ladrillo V	+3	+2	+1	+2	17.6 (180)
Bloque p(1)	+4	+3	+2	+4	4.9 (50)
Bloque p(2)	+7	+6	+4	+8	2.0 (20)

Fuente: Creación propia.

2.-Justificación de la investigación.

Beneficio social.

Económicamente, el uso de concreto para remplazar parcialmente el arrastre en un proceso de construcción particular hace que el concreto sea menos costoso que el concreto convencional y reduce la contaminación, lo que mejorara a disminuir los precio.

Aporte científico.

El objeto de este estudio fue establecer si existe alguna consecuencia en la resistencia a compresión de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir relave minero en 10% y 20 % en reemplazo del cemento.

3.-Problema

Realidad problemática

En la exploración de la solución más posible, se logró analizar que los bloques de concreto están siendo usadas con más frecuencia en la ciudad de Huaraz y en distintos departamentos, como en cercos perimétricos.

Con el fin de argumentar a esta problemática se plantea el uso de los residuos de relave minero en el diseño de bloques de concreto la cual beneficiara el costo y producción a los pobladores de distintos lugares.

Con el presente trabajo de investigación indagamos renovar el conocimiento de auto construcción en los lugares más necesitadas, el uso de los residuos de relaves mineros, pueden sustituir al cemento que se usa para el diseño de bloques de ladrillo.

Con el propósito de reducir las consecuencias ambientales que ocasiona la explotación de los desérticos naturales procedentes de canteras, así como el derramado de los residuos industriales, con respecto al relave minero.

Actualmente en nuestra zona con el fin de conservar los recursos, acuden a adicionar menores cantidades de cemento. Esto fue la base de nuestra investigación mientras intentamos reemplazar el cemento por relave minero que es un elemento que se encuentra a un bajo costo en la ciudad e Huaraz.

Basándonos en esta problemática se establecerá la fabricación de un concreto utilizando el mineral como sustitución al cemento en un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$,

por consiguiente, se pretende verificar los resultados en la sustitución del relave a cambio del cemento. Lo cual se supone lograr una resistencia igual o superior del concreto en términos de resistencia a la compresión.

Formulación del problema

Por este motivo proponemos el sucesivo problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a la compresión de un bloque de concreto sustituyendo a un 10% y 20% de relave minero?

4.-Conceptuacion y operacionalización de variables.

Tabla 3: Variable dependiente, resistencia a la compresión.

Variable Dependiente	Definicion Conceptual	Definicion operacional	Indicador
Resistencia a la Compresion	Este es el esfuerzo maximo que el material puede soportar bajo cargar aplastantes	El bloque de ladrillo clase V soprta una carga maxima de 175kg/cm2.	kg/cm2

Fuente: Creación propia.

Tabla 4: Variable independiente, sustitución de cemento en 10% y 20% de relave minero.

Variable Independiente	Definicion Conceptual	Definicion operacional	Indicador
Relave minero	Es la sustitucion de una proporción de relave minero para comprobar la recistencia del bloque de concreto.	Es la sustyitucion de relave minero en la elavoracion de bloques de concreto	10% Y 20 %

Fuente: Creación propia.

5.-Hipótesis

Cuando se sustituye en un 10 y 20 % al cemento por relave minero, esta superaría la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Objetivos

Objetivo general:

Establecer la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, cuando se reemplaza al cemento en un 10% y 20% por relave minero.

Objetivo específico

- ✓ Determinar la composición de óxidos mediante el análisis de fluorescencia de rayos X del relave minero.
- ✓ Determinar el pH del relave minero y combinación con el cemento.
- ✓ Determinar la relación a/c del experimental y patrón.
- ✓ Determinar el peso específico del relave minero y sus combinaciones.
- ✓ Determinación de la resistencia a la compresión de las muestras a los 7 – 14 – 28 días de curado.

II. Metodología.

a-. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación.

Los estudios realizados son de tipo aplicada, dado que ya tiene como objetivo adquirir nuevos conocimientos para encontrar soluciones a los efectos de la sustitución del relave minero al cemento en una proporción de un 10% y 20% en la resistencia del concreto.

En relación con los objetivos científicos, los datos de investigación logrados por el análisis de fenómenos están establecidos por el investigador, por tanto, son experimentales y descriptivo. Se maneja la experimentación.

Diseño de investigación.

Este es un diseño experimental ya que es un estudio del diseño tradicional del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, en cotejo con el nuevo diseño creado en la sustitución del cemento por relave minero. El estudio se centró principalmente en las pruebas realizadas en el laboratorio de suelos el cual estuvo expuesto a ensayos ejecutadas y obtuvo los resultados conforme a lo planteado en sus objetivos.

b-. Población y muestra

Población

Las briquetas de concreto de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ fabricados con conglomerados de la Cantera de Tacllan y con cemento portland tipo I.

Muestra

En la elaboración de esta investigación, la población de estudio fueron las muestras de diseño de concreto de acuerdo al esquema de construcción establecido

$f'c=175\text{kg/cm}^2$, por este motivo se obtuvo como materia prima al relave minero, cemento, agregado fino, agregado grueso.

Las 27 bloquetas de concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ se distribuirá de la siguiente manera de acuerdo al porcentaje de sustitución.

- 9 bloquetas de control (patrón).
- 9 bloquetas experimental (10 % relave).
- 9 bloquetas experimental (20 % relave).

Tabla 5: Diseño de bloque acabado de la investigación.

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA DEL CONCRETO DE LAS TRES MUESTRAS		
	patrón	Experimental (1)	Experimental (2)
07	■	■	■
	■	■	■
	■	■	■
14	■	■	■
	■	■	■
	■	■	■
28	■	■	■
	■	■	■
	■	■	■

Fuente Creación propia.

c.- Técnicas y instrumento de investigación.

Tabla 6: Técnica y instrumento usado.

Técnica	Instrumento
Observación	Pautas de observación.
	Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas realizadas.

Fuente: Creación propia.

Las herramientas empleadas fueron las pautas de visualización para anotar las resistencias de las muestras patrón y experimental y fichas de laboratorio para los ensayos y de la resistencia a la compresión.

Materiales y procedimiento

Materiales:

Se emplearon los siguientes materiales y equipos:

- ✓ Calculadora
- ✓ Impresora
- ✓ Mezcladora de concreto
- ✓ Equipos de laboratorio
- ✓ Computadora
- ✓ Agregado fino y grueso
- ✓ Agua potable de Huaraz
- ✓ Relave minero
- ✓ Cemento portland tipo I
- ✓ Entre otros

Procedimiento:

Se efectuaron los siguientes procedimientos:

Material experimental: relave minero

- ✓ Se recogió cuidadosamente el releve minero un aproximando de 30 kg con fin de evitar que otras sustancias puedan dañar a la resistencia del concreto.
- ✓ Después se pasó a moler en el mortero de granito con el apoyo del maso hasta logra una medida que se aproxime a la maya N° 200.
- ✓ Prosiguiendo con el tamizaje con la maya N°200 llegando a juntar entre 10 a 11kg.

Agregados

- ✓ Se recogió el agregado fino y agregado grueso de la cantera de Tacllán localizado a 840 m al sur de Huaraz.
- ✓ Se llenaron 4 sacos de agregado grueso y 3 sacos de agregado fino realizando el cuarteo en el mismo lugar, para posteriormente ser trasladados al Laboratorio de Mecánica de Suelos y realizar los ensayos correspondientes en la Universidad San Pedro filial Huaraz.
- ✓ Se continuo con los ensayos de laboratorio a los agregados, realizando los siguientes estudios: % de absorción del agregado fino y grueso, peso unitario, gravedad específica y granulometría.
- ✓ Se efectuó estudio de pH del cemento tipo I, al igual que del relave minera y las combinaciones realizadas.
- ✓ Se efectuó análisis FXRDE del relave minera en el laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional de Trujillo.
- ✓ De los resultados conseguidos se pasó a calcular la cantidad de material a usar para cada muestra.
- ✓ Se continuo a preparar las muestras de concreto con el apoyo de la maquina mezcladora de concreto, combinando el relave minero en las proporciones calculadas.
- ✓ Se efectuó el curado de las muestras en el laboratorio de suelos.
- ✓ Una vez realizado todo el procedimiento se realizaron las roturas de las muestras de acuerdo a los 7 – 14 – 28 días. Teniendo en cuenta que los procedimientos sean los adecuados en respecto a las normas correspondientes.
- ✓ Se realizó la redacción de tesis con todos los resultados adquiridos en todo el proceso de elaboración de las muestras.

III. Resultados

Tabla 7: Estructura granulométrica del agregado fino

ABERTURA Plg y #	mm	RETENIDO EN gr,		% Retenido Acumulado	% Que pasa	Limite % Que	
		Parcial	Acumulado			Pasa ASTM C33	
3/8´	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
8	2.36	444.70	444.70	22.57	77.43	80	100
16	1.18	458.30	903.00	45.82	54.18	50	85
30	0.60	377.40	1,280.40	64.98	35.02	25	60
50	0.30	320.60	1,601.00	81.24	18.76	5	30
100	0.15	189.40	1,790.40	90.86	9.14	0	10
200	0.08	97.20	1,887.60	95.79	4.21	0	5
FUENTE		83.00	1,970.60	100.00	0.00	–	–
Módulo de finura (MF): 3.10		Valor asumido este entre 2.35 a 3.15					

Fuente: Creación propia.

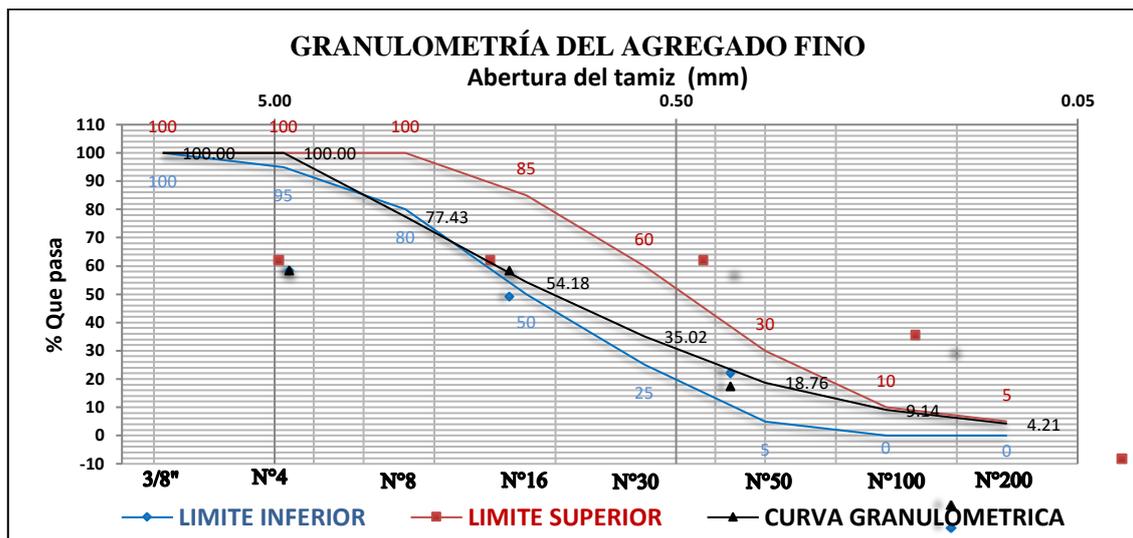


Figura N° 1°: Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: Creación propia.

Tabla 8: Estructura granulométrica del agregado grueso.

Abertura Plg y #	mm	Retenido en gr,		% Retenido Acumulado	% Que pasa	Limite % Que Pasa ASTM C33	
		Parcial	Acumulado				
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.50	824.00	824.00	41.31	58.69	60	90
N° 4	4.75	728.00	1,552.00	77.81	22.19	10	30
N° 8	2.36	442.50	1,994.50	100.00	0.00	-	-
Módulo de finura (MF):				6.16			

Fuente: Creación propia.

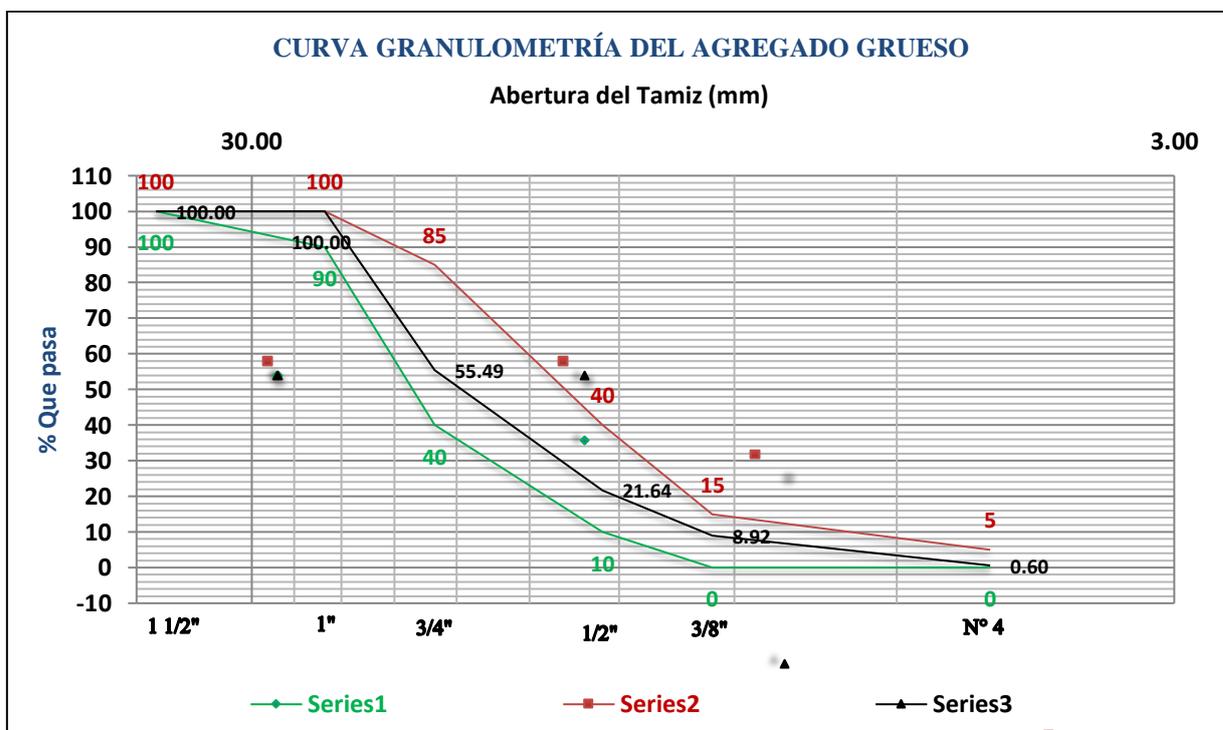


Figura N° 2: Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: Creación propia.

Tabla 9: Contenido de humedad del agregado grueso.

N° de Tazón	14	16
1 peso de recp. + suelo humed.	1,188.00	1,049.20
2 peso de recp. + suelo seco	1,154.80	1,023.90
3 peso de agua = (1) +(2)	33.20	25.30
4 peso de recipiente (gr)	169.70	162.00
5 peso de suelo seco	985.10	861.90
6 humedad (3/5) x100 (%)	3.37	2.94
humedad promedio		3.15

Fuente: Creación propia.

Tabla 10: Contenido de humedad del agregado fino.

N° de Tazón	17	15
1 peso de recp. + suelo humed.	760.40	1,243.00
2 peso de recp. + suelo seco	742.80	1,210.00
3 peso de agua = (1) +(2)	17.60	33.00
4 peso de recipiente (gr)	165.00	164.50
5 peso de suelo seco	577.80	1,045.50
6 humedad (3/5) x100 (%)	3.05	3.16
humedad promedio		3.10

Fuente: Creación propia.

Tabla 11: Peso unitario del agregado fino.

Tipo de Peso	peso unitario suelto			peso unitario compactado			
	Unitario	I	II	III	I	II	III
muestra N°							
peso de material + molde	8,030.00	8,035.00	8,040.00	8,480.00	8,485.00	8,470.00	
peso del molde	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	3,426.00	
peso del material	4,604.00	4,609.00	4,614.00	5,054.00	5,059.00	5,044.00	
volumen del molde	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	2,776.00	
peso unitario	1.66	1.66	1.66	1.82	1.82	1.82	
promedio		1.660			1.820		

Fuente: Creación propia.

Tabla 12: Peso unitario del agregado grueso.

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material + molde	7120.00	7115.00	7120.00	7500.00	7490.00	7480.00
peso del molde	3420.00	3420.00	3420.00	3420.00	3420.00	3420.00
peso del material	3700.00	3695.00	3700.00	4080.00	4070.00	4060.00
volumen del molde	2776.00	2776.00	2776.00	2776.00	2776.00	2776.00
peso unitario	1.33	1.33	1.33	1.47	1.47	1.46
promedio		1332.25			1466.14	

Fuente: Creación propia.

Tabla 13: % de absorción del agregado fino y gravedad específica.

IDENTIFICACION	N°02
A Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	300.00
B peso frasco + agua	679.00
C Peso frasco + agua + peso mat. Sup seca (aire) = (A+B)	979.00
D Peso del material. + agua en el frasco	865.10
E Vol. De masa + vol. De vacios = C-D	113.90
F Peso de mat. Seco en estufa (105°C)	296.80
G Vol. De masa = E-(A-F)	110.70
pe bulk (base seca) = F/E	2.61
pe bulk (saturada) = A/E	2.63
pe aparente (base seca) = F/G	2.68
% de absorción	1.08

Fuente: Creación propia.

Tabla 14: % de absorción del agregado grueso y gravedad específica.

IDENTIFICACION	21	1	5	PROMEDIO
A peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	856.40	830.40	796.30	827.70
B peso mat. Sat. Sup. Seca (en agua)	536.00	519.60	497.00	517.53
C vol. De masa / vol. De vacios = A-B	320.40	310.80	299.30	310.17
D peso mat. Seco en estufa (105° C)	847.90	822.30	789.20	819.80
E vol. de masa =C-(A-D)	311.90	302.70	292.20	302.27
pe bulk (base seca) =D/C	2.65	2.65	2.64	2.64
pe bulk (base saturada) = A/C	2.67	2.67	2.66	2.67
pe aparente (base seca) = D/E	2.72	2.72	2.70	2.71
% de absorcion = ((A-D)/D)x100	1.00	0.99	0.90	0.96

Fuente: Creación propia.

Tabla 15: Peso específico del cemento, relave minero y cemento sustituido en 10% y 20% por relave minero.

MATERIAL	Peso del material (gr)	Volumen desplazado (cm3)	Peso específico (gr/cm3)
Cemento Pórtland ASTM_C-150 TIPO I	500	158.80	3.15
relave minero	500	138.89	3.60
Cemento con 10 % sustitución de relave minero	500	144.93	3.45
Cemento con 20 % sustitución de relave minero	500	154.80	3.23

Fuente: Creación propia.

Tabla 16: Resultados del análisis de pH

MATERIAL	pH
Cemento Pórtland ASTM_C-150 TIPO I	12.39
Relave minero	2.82
Cemento con 10% sustitución de relave minero	11.83
Cemento con 20 % sustitución de relave minero	11.01

Fuente: Creación propia.

Tabla 17: Resultados del FRX del relave minero

Formula	Definición	Normalizado
SiO2	Oxido de Silicio	78.32
CaO	Oxido de Calcio	0.24
Al2O3	Trióxido de Aluminio	9.24
Fe2O3	Trióxido de Hierro	2.03
K2O	Oxido de Potasio	0.85
MgO	Oxido de Magnesio	0.14
P2O5	Pentóxido de fósforo	1.22
CuO	Oxido de Cobre	<0.01
SO3	Trióxido de Azufre	<0.01
ZnO	Óxido de Zinc	0.02
MnO	Óxido de Manganeseo	0.05
PERDIDA POR QUEMADO		7.87

Fuente: Creación propia.

Tabla 18: Relación Agua / Cemento

concreto	Relación a/c
patrón	0.5439
experimental al 10%	0.5435
experimental al 20%	0.5430

Fuente: Creación propia.

Cálculo de cantidad de material cantera Tacllan -Huaraz
(Patrón)

Medida de molde 40x20x15		Medida de superficie vacío	
Largo	40.00 cm	Largo	10cm
Altura:	20.00 cm	Altura:	18cm
Ancho	15.00 cm	Ancho	10 cm
V. del molde:	12000.00 cm ³	Nº Sup vacía	2
		V. del vacío:	3600 cm ³
V. del concreto del bloque:			8400cm ³
para 1 m ³ :	2288.917 kg		
para: 0.0084 m ³	19.227 kg	→	20.000 kg

Tabla 19: Proporción de materia prima por probeta de concreto patrón $f'c=175$ kg/cm²

Materiales	peso por m3	Para 1 molde	Para 3 molde	Para 6 molde	Para 9 molde
Cemento	302.667 kg/m ³	2.645 kg	7.934 kg	15.868 kg	23.802 kg
Agua - efectiva	164.63 lt/m ³	1.438 kg	4.315 kg	8.631 kg	12.946 kg
Agregado fino	1169.61 kg/m ³	10.220 kg	30.659 kg	61.319 kg	91.978 kg
Agregado grueso	652.01 kg/m ³	5.697 kg	17.091kg	34.183 kg	51.274 kg
total	2288.917 kg/m ³	20.000 kg	60.000kg	120.000 kg	180.000 kg

Fuente: Creación propia

Cálculo de importe de material cantera Tacllan -Huaraz

(Porcentaje de relave 10%)

Medida de molde 40x20x15		Medida de superficie vacío	
Largo	40.00 cm	Largo	10
Altura:	20.00 cm	Altura:	18
Ancho	15.00 cm	Ancho	10
V. del molde:	12000.00 cm ³	N° Sup vacía	2
		V. del vacío:	6000
V. del concreto del bloque:		8400.00	
para 1 m ³ :	2292.168 kg		
para: 0.00840 m ³	19.254 kg	→	20.000 kg

Tabla 20: Proporción de materiales en una muestra de concreto experimental con cemento sustituido en 10% por relave minero

Material	peso por m3	Para 1 molde	Para 3 molde	Para 6 molde	Para 9 molde
Cemento	272.4 kg/m3	2.377 kg	7.130 kg	14.261 kg	21.391 kg
Relave al 10%	30.27 kg/m3	0.264 kg	0.792 kg	1.585 kg	2.377 kg
Agua - efectiva	164.488 lt/m3	1.435 kg	4.306 kg	8.611 kg	12.917 kg
Agregado fino	1173 kg/m3	10.235 kg	30.705 kg	61.409 kg	92.114 kg
A Agregado grueso	652.01 kg/m3	5.689 kg	17.067 kg	34.134 kg	51.201 kg
total	2292.168 kg/m3	20.000 kg	60.000 kg	120.000 kg	180.000 kg

Fuente: Creación propia

Cálculo de cantidad de material cantera Tacllan -Huaraz

(Porcentaje de relave 20%)

Medida de molde 40x20x15		Medida de superficie vacío	
Largo	40.00 cm	Largo	10 cm
Altura:	20.00 cm	Altura:	18 cm
Ancho	15.00 cm	Ancho	10 cm
V. del molde:	12000.00 cm ³	N° Sup vacía	2
		V. del vacío:	3600 cm ³
V. del concreto del bloque:		8400 cm ³	
para 1 m ³ :	2295.488 kg		
para: 0.00432 m ³	19.282 kg	→	20.000 kg

Tabla 21: Proporción de materiales por probeta de concreto experimental con cemento sustituido en 20% por relave minero.

Material	peso por m3	Para 1 molde	Para 3 molde	Para 6 molde	Para 9 molde
Cemento	242.130 kg/m3	2.110 kg	6.329 kg	12.658 kg	18.987 kg
Relave al 20%	60.530 kg/m3	0.527 kg	1.582 kg	3.164 kg	4.746 kg
Agua - efectiva	164.418 lt/m3	1.433 kg	4.298 kg	8.595 kg	12.893 kg
Agregado fino	1176.400 kg/m3	10.250 kg	30.749 kg	61.498 kg	92.247 kg
Agregado grueso	652.010 kg/m3	5.681 kg	17.042 kg	34.085 kg	51.127 kg
total	2295.488 Kg/m3	20.000 kg	60.000 kg	120.000 kg	180.000 kg

Fuente: Creación propia

Resistencia a la compresión

Tabla 22: Ensayo de resistencia a la compresión del patrón de $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

AREA DE APOYO = 15X40 - 2X15X10 = 300CM2

	TESTIGO	SLUMP	AREA DE APOYO	CARGA DE PRENSA	EDAD	FC	FC/F'C
N.º	Elemento	(")	(CM2)	Kg	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	Concreto / Patrón	3-4	300.00	36,600.00	7	122.00	69.71
2	Concreto / Patrón	3-4	300.00	38,730.00	7	129.10	73.77
3	Concreto / Patrón	3-4	300.00	35,490.00	7	118.30	67.60
4	Concreto / Patrón	3-4	300.00	47,760.00	14	159.20	90.97
5	Concreto / Patrón	3-4	300.00	49,620.00	14	165.40	94.51
6	Concreto / Patrón	3-4	300.00	47,100.00	14	157.00	89.71
7	Concreto / Patrón	3-4	300.00	55,710.00	28	185.70	106.11
8	Concreto / Patrón	3-4	300.00	56,580.00	28	188.60	107.77
9	Concreto / Patrón	3-4	300.00	57,810.00	28	192.70	110.11

Fuente: Creación propia.

Tabla 23: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con sustitución al cemento por relave minero en 10% de $f'c=175\text{kg/cm}^2$

AREA DE APOYO = 15X40 - 2X15X10 = 300CM2

N.º	TESTIGO	SLUMP	AREA DE APOYO	CARGA DE PRENSA	EDAD	FC	FC/F'C
	ELEMENTO	(")	cm2	kg	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	34620.00	7	115.40	65.9
2	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	36090.00	7	120.30	68.7
3	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	33870.00	7	112.90	64.5
4	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	47280.00	14	157.60	90.1
5	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	48390.00	14	161.30	92.2
6	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	44520.00	14	148.40	84.8
7	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	53010.00	28	176.70	101.0
8	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	54540.00	28	181.80	103.89
9	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 10%	3-4	300.00	54930.00	28	183.10	104.63

Fuente: Creación propia.

Tabla 24: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto con sustitución al cemento por relave minero en 20% de $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

AREA DE APOYO = 15X40 - 2X15X10 = 300CM2

	TESTIGO	SLUMP	AREA DE APOYO	CARGA DE PRENSA	EDAD	FC	FC/F'C
N°	ELEMENTO	(")	cm2	kg	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	Concreto, con sustitución del cemento por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	32790.00	7	109.30	62.50
2	Concreto, con sustitución del cemento por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	34560.00	7	115.20	65.80
3	Concreto, con sustitución del cemento por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	31140.00	7	103.80	59.30
4	Concreto, con sustitución del cemento por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	45360.00	14	151.20	86.40
5	Concreto, con sustitución del cemento por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	46680.00	14	155.60	88.90
6	Concreto, con sustitución del cemento por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	44790.00	14	149.30	85.30
7	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	51150.00	28	170.50	97.40
8	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	53580.00	28	178.60	102.10
9	Concreto, con sustitución del cemento, por relave minero en 20 %.	3-4	300.00	51270.00	28	170.90	97.66

Fuente: Creación propia.

Cotejo de las resistencias a la compresión del concreto patrón y experimentales

Tabla 25: Sinopsis de resistencia a la compresión.

DÍAS	Patrón 0%	Experimental al 10%	Experimental al 20%
7 días	123.11 kg/cm ²	116.20 kg/cm ²	109.47 kg/cm ²
14 días	160.55 kg/cm ²	155.78 kg/cm ²	152.05 kg/cm ²
28 días	189.00 kg/cm ²	180.53 kg/cm ²	173.33 kg/cm ²

Fuente: Creación propia.

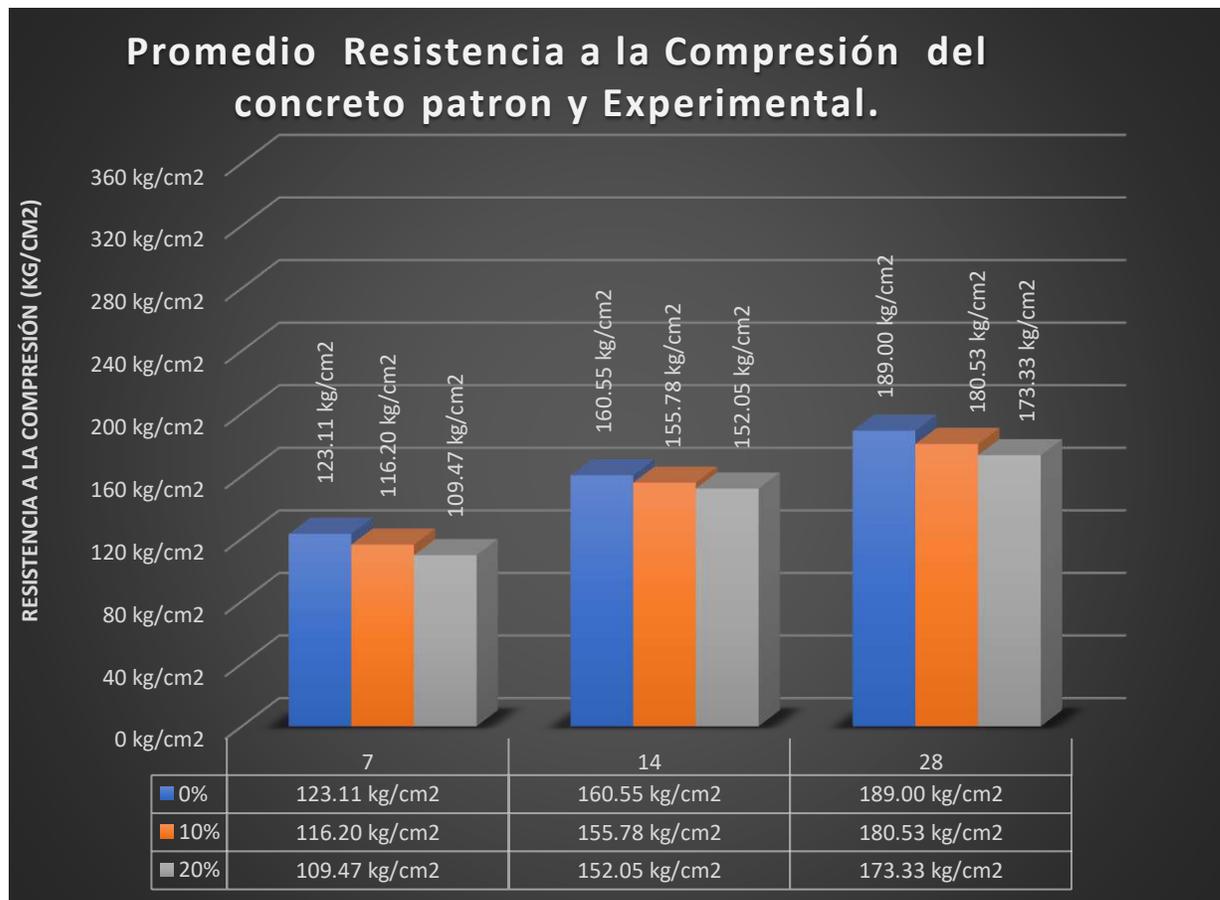


Figura N° 3: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: Creación propia



Figura N° 4: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7. 14 y 28 días patrón

Fuente: Creación propia

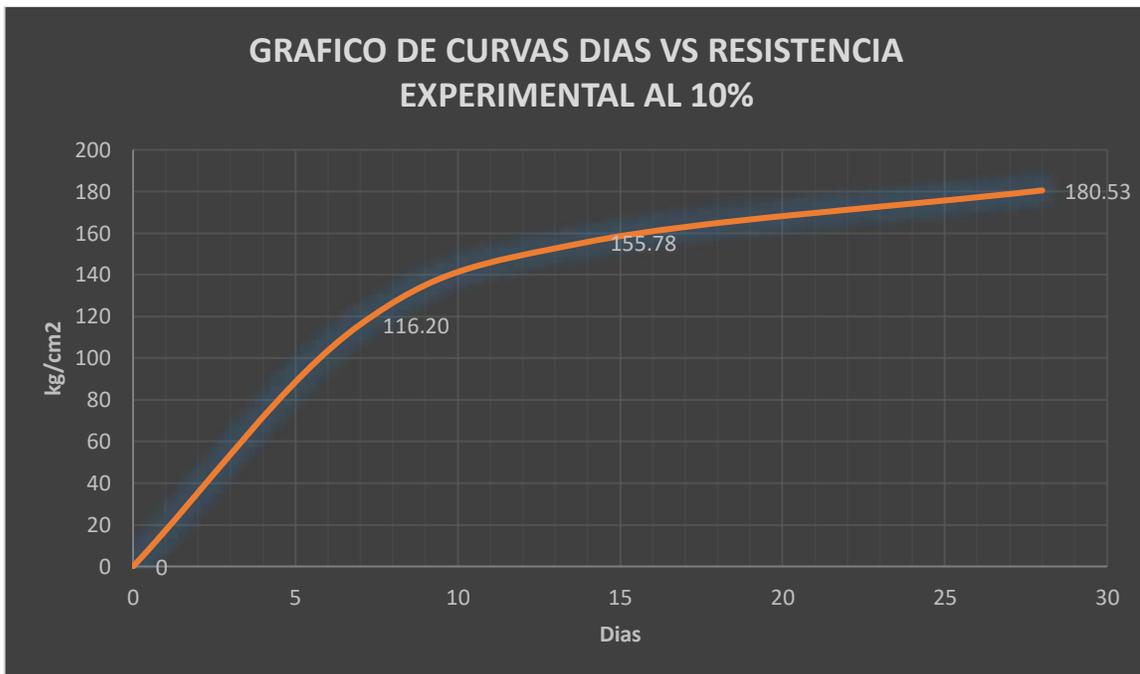


Figura N° 5: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7. 14 y 28 días experimental al 10%

Fuente: Creación propia.

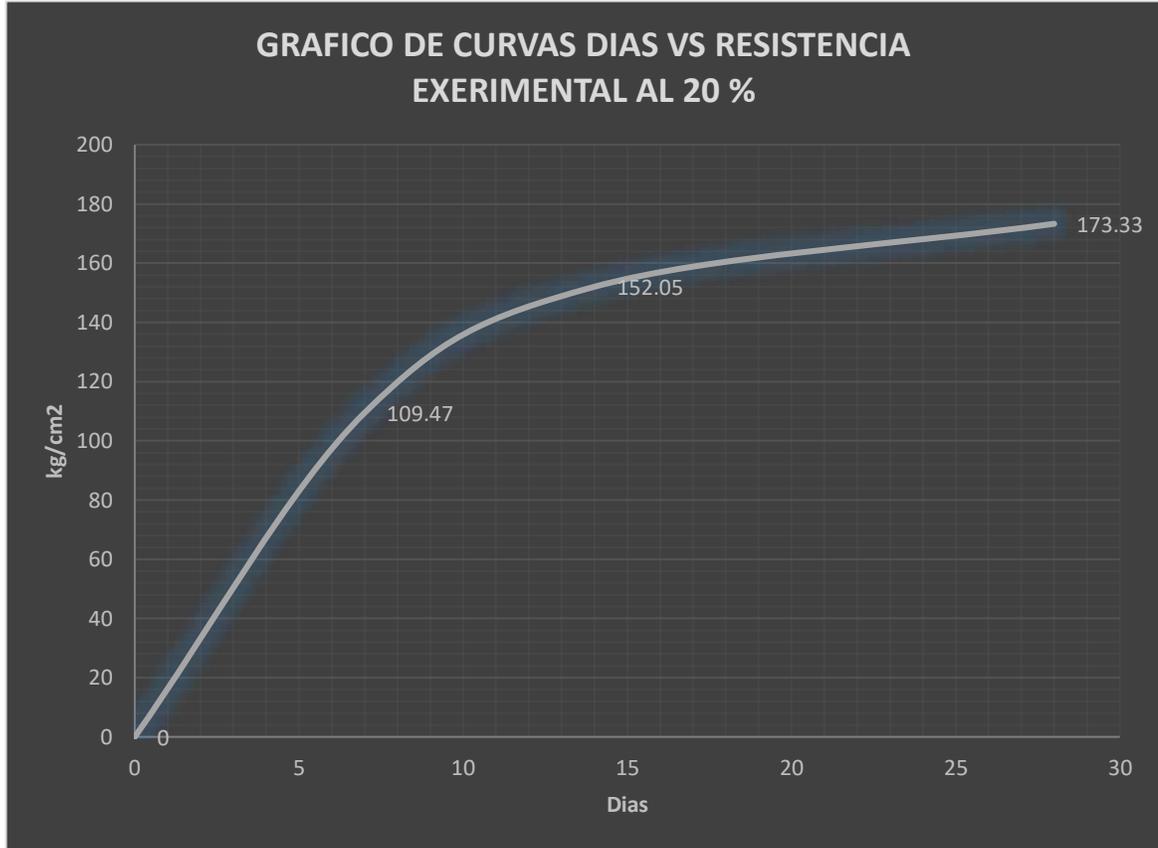


Figura N° 6: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días experimental al 20%

Fuente: Creación propia.

Tabla 26: Resumen de resistencia a la compresión de patrón, experimental 01 y experimental 02.

DÍAS	Patron 0%	Experimental al 10%	Experimental al 20%
7.00	123.11	116.20	109.47
14.00	160.55	155.78	152.05
28.00	189.00	180.53	173.33

Fuente: Creación propia

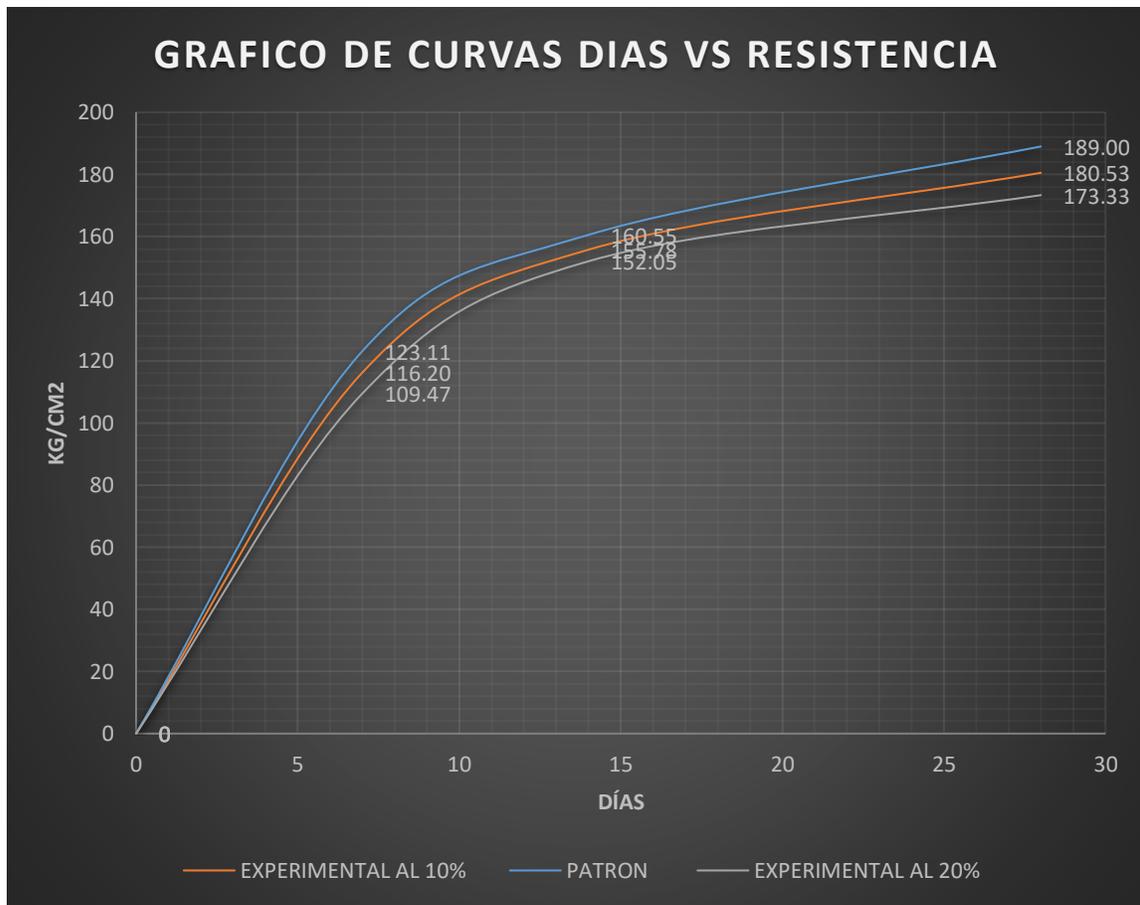


Figura N° 7: Cotejo de las resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días del patrón, experimental 01 y experimental 02

Fuente: Creación propia.

Composición química del relave minero según frx

Tabla 27: Composición elemental de la muestra de relave minero según frx.

Óxido	Normalizado
	al 100%
DIOXIDO DE SILICIO (SiO ₂)	78.32
OXIDO DE CALCIO (CaO)	0.24
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	9.24
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	2.03
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	0.85
OXIDO DE MAGNESIO (MgO)	0.14
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	1.22
OXIDO DE COBRE (CuO)	<0.01
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	<0.01
OXIDO DE ZINC (ZnO)	0.02
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.05
PERDIDA POR QUEMADO	7.87

Fuente: Creación propia.

IV. Análisis y discusión

- De acuerdo a los componentes químicos del relave minero según el análisis de fluorescencia de rayos X se obtuvo que 78.32% es de (SiO₂) , 0.24% es de (CaO),9.24% es de (Al₂O₃) y 2.03% es de (Fe₂O₃) .Obteniéndose una sumatoria de concentración 89.83%, lo que significa que el relave minero es puzolánico cementante.

Según Milla (2017), en su tesis señala que el relave minero de ticapampa es puzolánico cementante al tener una concentración: al₂o₃(12.928), sio₂(87.083), cao (0.302) y fe₂o₃(2.187). un total de 102.5% que el relave minero es puzolánico cementante.

- La medición del pH del cemento, del relave minero y de las dos combinaciones de cemento-relave minero es de mucho valor. en la tabla n°16 se puede observar los resultados de las muestras ensayadas y se visualiza que el relave minero posee una alcalinidad de 2.82 por debajo del cemento que posee 12.39 y de las combinaciones respectivas de 10% y 20% que posee un pH de 11.83 y 11.01 que se encuentra por encima. Los cuales no se han diferido mucho, lo que nos ha permitido tener una dosificación correcta.
- Según la relación a/c (agua-cemento) para el concreto patrón es 0.5439, concretos experimentales al 10% =0.5435 y al 20% =0.5430, según nuestros diseños el cual nos permite una dosificación correcta.
- En los resultados del peso específico se determinaron: que los pesos específicos de las mezclas son mayores que el cemento, por lo tanto, el cemento llega hacer más denso y las partículas se acomodan mejor, obteniéndose mayor resistencia.

- Temiendo en consideración los resultados de las muestras a los 7 – 14 - 28 días de curado se comprobó que las resistencias del concreto patrón son mayores que los experimentales, con respecto al experimental del 10% de relave su resultado es mayores que la resistencia del diseño de mezcla.

V. Conclusiones.

- ✓ De acuerdo al análisis de fluorescencia de rayos x, se ha comprobado la presencia de:

Óxido	Normalizado al 100%
DIOXIDO DE SILICIO (SiO ₂)	78.32
OXIDO DE CALCIO (CaO)	0.24
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	9.24
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	2.03
Total	89.83

los componentes mencionados hacen un total 89.83 % lo que se puede considera que el relave minero es un cemento puzolánico.

- ✓ Los ensayos de pH fueron realizados al relave minero y combinación con el cemento al 10 Y 20 % los cuales son favorables para ser alcalinos, eso quiere decir que es un componente aglomerante perfecto y activa como puzolánico, con respecto al pH del cemento es 12.39, el pH del relave minero es 2.82, el pH de la sustitución al 10% es 11.83 y el pH de la sustitución al 20% es 11.01, se logra indicar que su alcalinidad es semejante al del cemento.
- ✓ La relación A/C (Agua-Cemento) para el concreto patrón es 0.5439 y concretos experimentales al 10% =0.5435 y al 20% =0.5430, según nuestros diseños el cual nos permite una dosificación correcta.
- ✓ Respecto al peso específico del relave minero es mayor que la del cemento por lo tanto el concreto es más denso y las partículas se acomodan mejor obteniéndose mayores resistencias.

- ✓ Desacuerdo a los resultados de la resistencia a la compresión obtenido del laboratorio de mecánica de suelos, se ha podido determinar lo siguiente:

DÍAS	Patron 0%	Experimental al 10%	Experimental al 20%
7	123.11	116.20	109.47
14	160.55	155.78	152.05
28	189.00	180.53	173.33

En consideración de acuerdo a los resultados el patrón es mayor que el experimental al 10% y 20% de igual manera el experimental al 10% sus resultados en comparación al concreto convencional 175 kg/cm² a los 7,14 y 28 días son mayores.

VI. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda el uso de relave minero al 10 % sustituyendo al cemento con la cual se obtuvieron resultados, respecto a la resistencia a la compresión, a los 7 días 116.20kg/cm², a los 14 días 155.68kg/cm² y a los 28 días 180.53kg/cm² la que supera a la resistencia dada que corresponde a los 175 kg/cm².
- ✓ Se puede utilizar en edificaciones de estructuras con baja resistencia, por el hecho que su componente administra porcentajes semejantes al cemento y a su vez cuenta con un pH alcalino, que posteriormente se mezclaran más aglomerantes.
- ✓ Se recomienda la utilización de otros componentes que contenga mayor cantidad de calcio como es la cascara de huevo o la concha de abanico

VII. Referencias bibliográficas

- Flores, S. (2008). Estudio de los metales pesados en el relave minero abandonado de Ticapampa. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- Milla, D. (2017). Resistencia a la compresión de una unidad de adobe empleando una prensa manual y sustituyendo el 10%, 20% y 30%, por relave minero de Ticapampa, en la provincia de Huaraz – 2017. (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro Huaraz, Perú.
- Lourdes y María. (2017). Diseño e implementación de un proceso alternativo para la fabricación de ladrillos a partir de la utilización de relaves mineros del proceso de cianuración en una planta minera artesanal en la región Arequipa. (Tesis de pregrado). Universidad Católica San Pablo. Arequipa – Perú.
- Céspedes. (2012). en su proyecto investigaron el uso del reciclaje de relave minero, de acuerdo a los estudios mineralógicos y químicos.
- Anicama, G. (2010). en su proyecto investigo que la incorporación del relave minero propone usar concretos con relave incorporado para construir losas con poco tránsito y veredas. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica. Lima - Perú.
- Sabino. (1995). Bloques de concreto con Dolomita. (Tesis de pregrado). Universidad Agraria de la selva – Tingo María - Perú
- Romero & Flores. (2011). Rehusó de los relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillo y baldosas tomando como referencia también el relave de Ticapampa ubicada en Huaraz. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Marcos. Lima – Perú, Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v13_n2/pdf/a10v13n2.pdf

Gerardo, M. (2019). EVALUACIÓN DEL RELAVE MINERO Y SU TRATAMIENTO EN LA PLANTA BENEFICIO MVC-2011-II. SAYÁN – (Tesis de pregrado). Universidad Jose Fausto Sanchez Carrion. LIMA – Perú
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3395/Gerardo%20Lu%C3%ADs%20Mora%20Palomino%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Almerco, D. (2014). Construcción de Dique con tratamiento del relave, en mina Catalina Huanca-Región Ayacucho. (Tesis de pregrado). Universidad San Martin de Porres. Lima – Perú Recuperado de:
http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1045/1/almerco_d_o.pdf

VIII. Apéndices y anexos

Diseño de mezcla – patrón

Especificaciones

- La resistencia en compresión de diseño desarrollada es de 175kg/cm², a los 28 días.
- La elección de las proporciones se hará utilizando el procedimiento del ACI.

Materiales

1.- Cemento:

- Pórtland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso específico3.15gr/cm³

2.- Agua:

- Potable, de la zona.

3.- Agregado - grueso: Cantera : Tacllan -Huaraz-Huaraz

- Piedra, perfil angular.
- Tamaño Máximo Nominal. 3/8”
- Absorción. 1.00%
- Contenido de humedad. 3.15 %
- Peso unitario compactado. 1330 kg/m³
- Peso unitario suelto. 1470 kg/m³
- Peso específico de masa. 2.71 gr/cm³

4.- Agregado Fino: Cantera : Tacllan -Huaraz-Huaraz

- Absorción . 1.10 %
- Peso unitario compactado. 1820 kg/m³
- Peso unitario suelto. 1660 kg/m³
- Contenido de humedad. 5.50 %
- Módulo de fineza. 3.10
- Peso específico de masa. 2.68

Selección del asentamiento

Conforme, a las especificaciones, los requisitos que la combinación tengan una consistencia plástica y firme, a la que retribuye un asentamiento de 3" a 4".

Volumen unitario de agua

En relación con la combinación, de concreto, con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene una dimensión máxima nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es: 227lt/m³.

Relación de agua - cemento

Se consiguió, una relación de agua - cemento igual a 0.750

Relación de agua - cemento efectivo

Se consiguió, una relación de agua - cemento efectivo igual a 0.5439

Factor de cemento

$$\text{F.C.:} \quad 227 / 0.750 = 302.67 \text{kg/m}^3 = 7.12 \text{bolsas/m}^3$$

Valores de diseño secos:

Cemento.	302.670	Kg/m ³
Agua - efectiva.	227.000	lts/m ³
Agregado – fino.	1108.630	Kg/m ³
Agregado – grueso.	632.100	Kg/m ³

Valores de diseño corregidos

Cemento.	302.667	kg/m ³
Agua - efectiva.....	164.630	lts/m ³
Agregado - fino.....	1169.610	kg/m ³
Agregado - grueso.....	652.010	kg/m ³

Proporciones en peso

$$\frac{302.67}{302.67} : \frac{1108.63}{302.67} : \frac{632.10}{298.25}$$
$$1 : 3.66 : 2.09 : 31.88 \text{ lts/bolsa}$$

Proporciones en peso corregidos

$$1 : 3.86 : 2.15 : 23.12 \text{ lts/bolsa}$$

Diseño de mezcla – 10% sustitución al cemento

Especificaciones

- La resistencia en compresión de diseño desarrollada es de 175kg/cm², a los 28 días.
- La elección de las proporciones se hará utilizando el procedimiento del ACI.

Materiales

1.- Cemento:

- Pórtland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso específico3.15gr/cm³

2.- Agua:

- Potable, de la zona.

3.- Agregado - grueso: Cantera : Tacllan -Huaraz-Huaraz

- Piedra, perfil angular.
- Tamaño Máximo Nominal. 3/8”
- Absorción. 1.00%
- Contenido de humedad. 3.15 %
- Peso unitario compactado. 1330 kg/m³
- Peso unitario suelto. 1470 kg/m³
- Peso específico de masa. 2.71 gr/cm³

4.- Agregado Fino: Cantera : Tacllan -Huaraz-Huaraz

- Absorción . 1.10 %
- Peso unitario compactado. 1820 kg/m³
- Peso unitario suelto. 1660 kg/m³
- Contenido de humedad. 5.50 %
- Módulo de fineza. 3.10
- Peso específico de masa. 2.68

Selección del asentamiento

Conforme, a las especificaciones, los requisitos que la combinación tengan una consistencia plástica y firme, a la que retribuye un asentamiento de 3" a 4".

Volumen unitario de agua

En relación con la combinación, de concreto, con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene una dimensión máxima nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es: 227lt/m³.

Relación agua - cemento

Se obtiene, una relación de agua - cemento de 0.750.

La relación, de agua - cemento + relave minero 0.5435

Volúmenes absolutos

Cemento.	0.086 (m ³)
Relave al 10%.	0.008 (m ³)
Agua - efectiva.....	0.227 (m ³)
Agregado - fino.....	0.415(m ³)
Agregado - grueso.....	0.233 (m ³)
Aire.	<u>0.030 (m³)</u>
	1.000(m ³)

Pesos secos

Cemento.	272.400 kg/m ³
Relave al 10%.	30.270 kg/m ³
Agua - efectiva.....	227.000 lts/m ³
Agregado - fino.....	1111.850 kg/m ³
Agregado - grueso.....	632.100 k g/m ³

Pesos corregidos por humedad

Cemento.	272.400 kg/m ³
Relave al 10%.	30.270 kg/m ³
Agua - efectiva.....	164.488 lts/m ³
Agregado - fino.....	1173.000 kg/m ³
Agregado - grueso.....	652.010 kg/m ³

Proporciones en peso, corregido

$$\frac{272.40}{272.40} : \frac{30.270}{272.40} : \frac{1173.00}{272.40} : \frac{652.01}{272.40}$$

$$1 : 0.11 : 4.31 : 2.39 \quad 23.10 \text{ lts/bolsa}$$

Diseño de mezcla – 20% sustitución al cemento

Especificaciones

- La resistencia en compresión de diseño desarrollada es de 175kg/cm², a los 28 días.
- La elección de las proporciones se hará utilizando el procedimiento del ACI.

Materiales

1.- Cemento:

- Pórtland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso específico3.15gr/cm³

2.- Agua:

- Potable, de la zona.

3.- Agregado - grueso: Cantera : Tacllan -Huaraz-Huaraz

- Piedra, perfil angular.
- Tamaño Máximo Nominal. 3/8”
- Absorción. 1.00%
- Contenido de humedad. 3.15 %
- Peso unitario compactado. 1330 kg/m³
- Peso unitario suelto. 1470 kg/m³
- Peso específico de masa. 2.71 gr/cm³

4.- Agregado Fino: Cantera : Tacllan -Huaraz-Huaraz

- Absorción . 1.10 %
- Peso unitario compactado. 1820 kg/m³
- Peso unitario suelto. 1660 kg/m³
- Contenido de humedad. 5.50 %
- Módulo de fineza. 3.10
- Peso específico de masa. 2.68

Selección del asentamiento

Conforme, a las especificaciones, los requisitos que la combinación tengan una consistencia plástica y firme, a la que retribuye un asentamiento de 3" a 4".

Volumen unitario de agua

En relación con la combinación, de concreto, con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene una dimensión máxima nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es: 227lt/m³.

Relación agua - cemento

Se obtiene, una relación agua - cemento de. 0.750
 La relación, agua - cemento + relave minero. 0.5430

Volúmenes absolutos

Cemento.	0.077 (m ³)
Relave al 20%.	0.017 (m ³)
Agua - efectiva.....	0.227 (m ³)
Agregado - fino.....	0.416(m ³)
Agregado - grueso.....	0.233 (m ³)
Aire.	<u>0.030 (m³)</u>
	1.000(m ³)

Pesos secos

Cemento.	242.130 kg/m ³
Relave al 20%.	60.530 kg/m ³
Agua - efectiva.....	227.00 lts/m ³
Agregado - fino.....	1115.070 kg/m ³
Agregado - grueso.....	632.100 k g/m ³

Pesos corregidos por humedad

Cemento.	242.130 kg/m ³
Relave al 20%	60.530 kg/m ³
Agua - efectiva.....	164.418 lts/m ³
Agregado - fino.....	1176.400 kg/m ³
Agregado - grueso.....	652.010 kg/m ³

Proporciones en peso corregido

$$\frac{242.13}{242.13} : \frac{60.530}{242.13} : \frac{1176.40}{242.13} : \frac{652.01}{242.13}$$

$$1 : 0.25 : 4.86 : 2.69 \quad 23.077 \text{ lts/bolsa}$$

Panel fotográfico (recolección de la muestra de minera)



Figura N° 01: lugar de extracción del mineral



Figura N° 02: Ubicación del relave minero.



Figura N° 03: Extracción de relave minero (muestreo).



Figura N° 04: El tamizado del relave minero (malla 200).



Figura N° 05: Tamizado culminado.

Estudio de agregados



Figura N° 06: Secado del agregado y selección del material.



Figura N°07: Lavado del agregado para remover las materias orgánicas y secado en el horno para calcular su peso húmedo y seco



Figura N° 08: Proceso de para calcular el peso unitario del agregado fino mediante el método volumétrico.



Figura N° 08: Proceso de para calcular el peso unitario del agregado fino mediante el método volumétrico.



Figura N° 10: Proceso de saturación del agregado para posteriormente calculara la absorción del agregado



Figura N° 11: Proceso de toma de muestra y el pesado para proceder al cálculo peso específico



Figura N° 12: Proceso para calcular el peso específico para realizar el diseño



Figura N° 13: Proceso para calcular el peso específico del relave minero.



Figura N° 13: Saturación por 1 hora.



Figura N° 14: Colocación del bloque de concreto en la prensa.



Figura N° 15: Inspección de rotura de los bloques.

Ubicación del relave minero

Departamento: Ancash

Provincia: Recuay

Distrito: Ticapampa

Latitud sur: 9° 47' 14.22" S

Longitud oeste: 77° 26' 08.88" O

Elevación: 3515 msnm



Figura N° 14: Para el relave minero es necesario el estudio de las propiedades de sus componentes mineralógico, las cuales influyen sobre la resistencia de bloques de concreto:

RESULTADOS



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS		: "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2 al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"			
SOLICITA		: BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy			
DISTRITO		: HUARAZ		HECHO EN : USP -HUARAZ	
PROVINCIA		: HUARAZ		FECHA 3/05/2021	
PROG. (KM.)		:		ASESOR	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA		:			
MUESTRA		: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO			
PROF. (m)		:			
AGREGADO FINO					
Nº TARRO		5	35		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1390.4	1329.4		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1357.98	1301.0		
PESO DE AGUA	(g)	32.42	28.42		
PESO DEL TARRO	(g)	167.20	165.0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1190.78	1136.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.72	2.50		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			2.6	
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		5	24		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1372.1	1423.1		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1307.2	1350.7		
PESO DE AGUA	(g)	64.92	72.37		
PESO DEL TARRO	(g)	166.40	169.8		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1140.76	1180.9		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.69	6.1		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			5.91	



 UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70761
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

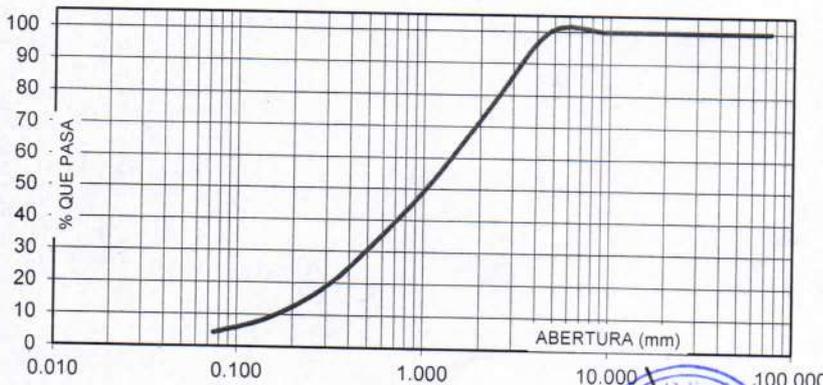
SOLICITA : BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy
TESIS : "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2 al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 3/05/2021 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1970.6
PESO SECO LAVADO	1887.60
PESO PERDIDO POR LAVADO	83.00

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	444.70	22.57	22.57	77.43
N° 16	1.180	458.30	23.26	45.82	54.18
N° 30	0.600	377.40	19.15	64.98	35.02
N° 50	0.300	320.60	16.27	81.24	18.76
N° 100	0.150	189.40	9.61	90.86	9.14
N° 200	0.075	97.20	4.93	95.79	4.21
PLATO		83.00	4.21	100.00	0.00
TOTAL		1970.60	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 8
 MODULO DE FINEZA : 3.1
 HUMEDAD : 2.60%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENLAZO DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : **BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2
 al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 3/05/2021 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

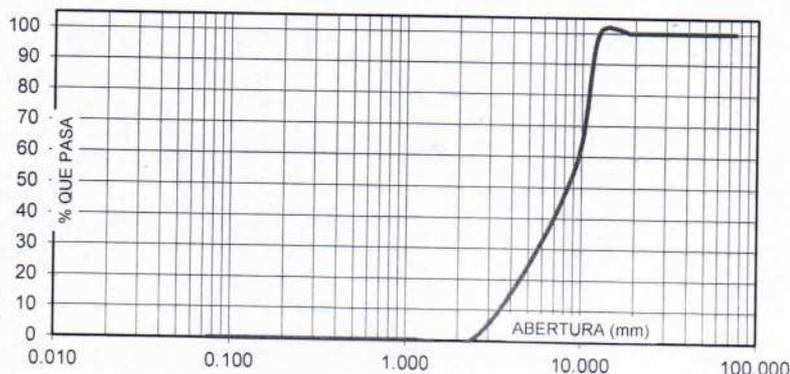
PESO SECO INICIAL	1994.5
PESO SECO LAVADO	1994.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	824.00	41.31	41.31	58.69
N° 4	4.750	728.00	36.50	77.81	22.19
N° 8	2.360	442.50	22.19	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		1994.50	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 5.91%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
 C.P.: 70751
 JEFE



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2 al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 3/05/2021

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de frasco+ agua
 C = A + B : Peso frasco + agua +material
 D : Peso de material+agua en el frasco
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
 F : Peso Material seco en horno
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F/F) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

300.0		
679.0		
979.0		
865.1		
113.9		
296.8		
110.70		
1.08		
1.08		

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

PROMEDIO

2.61		
2.63		
2.68		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.61
2.63
2.68



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2 al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 3/05/2021

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-D)/D) \times 100$
 ABS. PROM. (%) :

856.4	830.4	796.3
536.0	519.6	497.0
320.4	310.8	299.3
847.9	822.3	789.2
311.9	302.7	292.2
1.00	0.99	0.90
0.96		

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2.65	2.65	2.64
2.67	2.67	2.66
2.72	2.72	2.70

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.64
2.67
2.71



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy
TESIS : "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2
al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 3/05/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8020	8015	8020
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4600	4595	4600
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1657	1655	1657
Peso unitario prom.	1656 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8475	8475	8470
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	5055	5055	5050
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1821	1821	1819
Peso unitario prom.	1820 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70751
JEFE



PESOS UNITARIOS

SOLICITA : BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy

TESIS : "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2
al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"

LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 3/05/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7120	7115	7120
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3700	3695	3700
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1333	1331	1333
Peso unitario prom.	1332 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7500	7490	7480
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4080	4070	4060
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1470	1466	1463
Peso unitario prom.	1466 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
CIP 70761
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO

(SUSTITUCION 10%)

SOLICITA: BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy
TESIS: "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2
al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"
LUGAR : HUARAZ
CANtera : -----
MATERIAL : CEMENTO CON SUSTITUCION DE 10% DE RELAVE MINERO
FECHA: 3/05/2021

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	144.93	gramos ml.

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/144.93$
-----------------	------------------------

PESO ESPECIFICO	3.45
-----------------	-------------



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70751
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO

(SUSTITUCION 20%)

SOLICITA: BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy
TESIS: "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2 al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : -----
MATERIAL : CEMENTO CON SUSTITUCION DE 20% DE RELAVE MINERO
FECHA: 3/05/2021

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	154.8	gramos ml.

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/154.8$
-----------------	-----------------------

PESO ESPECIFICO	3.23
-----------------	------



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE ESTRUCTURAS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70751
JEFE

PESO ESPECIFICO

(RELAVE MINERO)

SOLICITA: BACH. ALVA MORALES, Antony Fredy
TESIS: "Resistencia a la Compresion de Bloquetas de Concreto F'C= 175Kg/Cm2 al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10% y 20% - Ancash"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : -----
MATERIAL : RELAVE MINERO
FECHA: 3/05/2021

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	138.89	gramos ml.

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/138.89$
-----------------	------------------------

PESO ESPECIFICO	3.60
-----------------	------



UNIVERSIDAD SAN PEDRO -FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENFAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Esteban Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia a la Compresión de Bloquetas de Concreto F’C 175 kg/cm², al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10 y 20 % - Ancash”

TESISTA : Alva Morales Antony Fredy - Tesista
MUESTRA : Cemento Portland ASTM C- 150 TIPO I
LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash
FECHA DE RECEPCIÓN: 04-06-21
FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07- 06 -21
FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 07-06 - 21

Muestra	pH
Cemento Portland ASTM C- 150 Tipo I	12.39

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 de junio del 2021.



[Signature]
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión de Bloquetas de Concreto F'C 175 kg/cm², al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10 y 20 % - Ancash"

TESISTA : Alva Morales Antony Fredy - Tesista

MUESTRA : Relave Minera

LUGAR DE MUESTREO: Ticapampa - Recuay - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 04-06-21

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07-06-21

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 07-06-21

Muestra	pH
Relave Minera	2.82

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente acida

Huaraz, 07 de junio del 2021.



M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia a la Compresión de Bloquetas de Concreto F'C 175 kg/cm², al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10 y 20 % - Ancash"

TESISTA : Alva Morales Antony Fredy - Tesista

MUESTRA : Cemento + 10 % sustitución de relave minero

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 04-06-21

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07-06-21

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 07-06-21

Muestra	pH
Cemento +10 % sustitución de relave minero	11.83

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 de junio del 2021.



Ing. Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia a la Compresión de Bloquetas de Concreto F’C 175 kg/cm², al Sustituir el Cemento con Relave Minero en 10 y 20 % - Ancash”

TESISTA : Alva Morales Antony Fredy - Tesista
MUESTRA : Cemento + 20 % sustitución de relave minero
LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash
FECHA DE RECEPCIÓN: 04-06-21
FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 07-06-21
FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 07-06-21

Muestra	pH
Cemento +20 % sustitución de relave minero	11.01

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 07 de junio del 2021.



[Signature]
M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO Ensayo de las Unidades de Albañilería de Concreto NTP 339.604

INFORME N° 307-2021-3R-LG.

SOLICITA : Alva Morales Antony Fredy

OBRA : Resistencia A La Compresión De Bloquetas De Concreto F'c 175kg/Cm2,
Al Sustituir El Cemento Con Relave Minero En 10 Y 20 % - Ancash.

Muestra N°	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad	Diseño	Area Total (cm ²)	CARGA (Kg.)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN F _b (Kg/cm ²)	Fc/F'c
M - 01- Concreto patrón	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	36600.00	122.00	69.71%
M - 02 - Concreto Patrón	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	38730.00	129.10	73.77%
M - 03 - Concreto Patrón	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	35490.00	118.30	67.60%
M - 04 - Concreto Patrón	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.00	47760.00	159.20	90.97%
M - 05 - Concreto Patrón	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.00	49620.00	165.40	94.51%
M - 06 - Concreto Patrón	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.000	47100.00	157.00	89.71%
M - 07 - Concreto Patrón	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.000	55710.00	185.70	106.11%
M - 08 - Concreto Patrón	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.000	56580.00	188.60	107.77%
M - 09 - Concreto Patrón	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.00	57810.00	192.70	110.11%
Resistencia Promedio							157.56	90.03%

OBSERVACIONES:

- Los especímenes de bloquetas fueron proporcionadas e identificadas por el Solicitante, para los respectivos ensayos solicitados.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de 3R Geoingeniería S.A.C



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2167
Maestría en Ingeniería Geotécnica





3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO Ensayo de las Unidades de Albañilería de Concreto NTP 339.604

INFORME N° 307-2021-3R-LG.

SOLICITA : Alva Morales Antony Fredy

OBRA : Resistencia A La Compresión De Bloquetas De Concreto F'c 175kg/Cm2,
Al Sustituir El Cemento Con Relave Minero En 10 Y 20 % - Ancash.

Muestra N°	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad	Diseño	Area Total (cm ²)	CARGA (Kg.)	RESISTENCIA COMPRESIÓN f _b (Kg/cm ²)	Fc/F'c
M-01 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	34620.00	115.40	65.9%
M-02 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	36090.00	120.30	68.7%
M-03 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	33870.00	112.90	64.5%
M-04 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.00	47280.00	157.60	90.1%
M-05 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.00	48390.00	161.30	92.2%
M-06 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.000	44520.00	148.40	84.8%
M-07 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.000	53010.00	176.70	101.0%
M-08 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.000	54540.00	181.80	103.89%
M-09 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 10%	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.00	54930.00	183.10	104.63%
Resistencia Promedio							150.83	86.19%

OBSERVACIONES:

- Los especímenes de bloquetas fueron proporcionadas e identificadas por el Solicitante, para los respectivos ensayos solicitados.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de 3R Geoingeniería S.A.C



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C216:
Maestría en Ingeniería Geotécnica





3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

PRUEBA A LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO Ensayo de las Unidades de Albañilería de concreto NTP 339.604

INFORME N° 307-2021-3R-LG.

SOLICITA : Alva Morales Antony Fredy

OBRA : Resistencia A La Compresión De Bloquetas De Concreto F'c 175kg/Cm2,
Al Sustituir El Cemento Con Relave Minero En 10 Y 20 % - Ancash.

Muestra N°	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad	Diseño	Area Total (cm ²)	CARGA (Kg.)	RESISTENCIA COMPRESIÓN f _b (Kg/cm ²)	Fe/F'c
M-01 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	32790.00	109.30	62.5%
M-02 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	34560.00	115.20	65.8%
M-03 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	12/05/2021	7	175.000	300.00	31140.00	103.80	59.3%
M-04 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.00	45360.00	151.20	86.4%
M-05 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.00	46680.00	155.60	88.9%
M-06 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	19/05/2021	14	175.000	300.000	44790.00	149.30	85.3%
M-07 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.000	51150.00	170.50	97.4%
M-08 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.000	53580.00	178.60	102.06%
M-09 Concreto con sustitución del Cemento por Relave Minero en 20%	05/05/2021	02/06/2021	28	175.000	300.00	51270.00	170.90	97.66%
Resistencia Promedio							144.93	82.82%

OBSERVACIONES:

- Los especímenes de bloquetas fueron proporcionadas e identificadas por el Solicitante, para los respectivos ensayos solicitados.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de 3R Geoingeniería S.A.C



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C216:
Membria de Ingeniería Geotécnica





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	ANTONY FREDY ALVA MORALES
TESIS	"Resistencia a la compresión de bloquetas de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, al sustituir el cemento con el relave minero en 10 y 20 % . Ancash"
MUESTRA	Relave Minero -Ticapampa
FECHA	28 DE JUNIO DEL 2021.

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de Relave minero, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

✉ lasaciunt@gmail.com ☎ 949959632



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O2)	78.32	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	0.24	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al2 O3)	9.24	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	2.03	
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	0.85	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	0.14	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	1.22	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	<0.01	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	<0.01	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.02	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.05	
PÉRDIDA POR QUEMADO	7.87	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente silice (Si), Aluminio (Al) y hierro (Fe) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Calcio (Ca), Potasio (K), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).



Trujillo, 05 de Julio del 2021

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

lasaciunt@gmail.com 949959632