



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Adición de relave triturado no tóxico en la mezcla para la
producción de adoquines de concreto, Ollachea, Puno ,2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Br. Jove Alvarez, Filiberto (ORCID: 0000-0003-2087-6803)

Br. Mamani Apaza, Marco Aurelio (ORCID: 0000-0002-3924-4243)

ASESOR:

Ms. Ing. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (ORCID: 0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

Dedicat3ria

De: Filiberto Jove Alvarez.

A mis queridos padres: Filiberto Jove y Pilar Alvarez, quien con sus sabios consejos han sabido guiarme para concluir mi carrera profesional.

A mi esposa Lorens quien con su apoyo, consejo y ensefianza me ayudo a seguir adelante, y demostrarme que la familia es lo m3s importante que uno pueda tener.

Tambi3n a mi hijo Gabriel quien han sido mi mayor motivaci3n para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para 3l.

De: Marco Aurelio Mamani Apaza.

A mis queridos padres: Mariano Concepci3n Mamani y Flavia Apaza, quienes me han apoyado para poder llegar a estas instancias de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme moral y psicol3gicamente.

A mi esposa Flor de Mar3a, quien con su apoyo, consejo y ensefianza me ayudo a seguir adelante, y demostrarme que la familia es lo m3s importante que uno pueda tener.

Agradecimiento

De: Filiberto Jove Alvarez.

Agradecer a Dios y a mi familia que gracias a ellos llegue hasta donde estoy, por todos sus consejos y sabiduría. Así mismo agradecer a mi asesor de tesis que por su conocimiento amplio pudimos realizar una tesis óptima para nuestra exposición.

De: Marco Aurelio Mamani Apaza.

Agradezco a Dios por haberme permitido tener una familia maravillosa quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación humildad y sacrificio. Así mismo agradecer a mi asesor de tesis que con su ayuda pudimos realizar una tesis óptima para nuestra exposición.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatória	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	11
III.METODOLOGÍA.....	47
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	47
3.2. Variables y operacionalizacion.....	48
3.3. Población, muestra y muestreo.....	48
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
3.5. Método de análisis de datos.....	51
3.6. Procedimientos.....	52
3.7. Aspecto ético.....	65
IV. RESULTADOS.....	66
V. DISCUSIÓN.....	93
VI. CONCLUSIONES.....	96
VII. RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS.....	98
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1.	Clasificación de la minería peruana (Anuario Minero, 2017).	2
Tabla 2.	Espesor nominal y resistencia a la compresión.	29
Tabla 3.	Tolerancia dimensional	29
Tabla 4.	Etapas de la investigación con sus técnicas	50
Tabla 5.	Materiales de recogida de muestras para ser utilizados	52
Tabla 6.	Materiales y Equipos para Montaje Experimental	54
Tabla 7.	Resultados del ensayo de peso unitario varillado	68
Tabla 8.	Resultados del ensayo de peso unitario suelto	68
Tabla 9.	Resultados de contenido de humedad.....	68
Tabla 10.	Granulometría Del Agregado Fino	69
Tabla 11.	Resultados del ensayo.....	70
Tabla 12.	Peso específico y absorción del relave	71
Tabla 13.	Resultados del ensayo de peso unitario varillado del relave	72
Tabla 14.	Resultados del ensayo de peso unitario suelto del relave.	72
Tabla 15.	Resultados de contenido de humedad del relave	72
Tabla 16.	Granulometría del relave	73
Tabla 17.	Módulo de fineza del relave	74
Tabla 18.	Dosificación de concreto para 180 unidades de adoquines.....	75
Tabla 19.	Dosificación $f'c=380\text{Kg/cm}^2$ por m^3	76
Tabla 20.	Dosificación de mezcla para un adoquín patrón	77
Tabla 21.	Dosificación por kilogramo de cemento	77
Tabla 22.	Dosificación con adición al 10% de relave.....	78
Tabla 23.	Dosificación con adición del 30% de relave.....	79

Tabla 24.	Dosificación con adición al 50% de relave.....	80
Tabla 25.	Dosificación con adición del 75% de relave.....	81
Tabla 26.	Resultados de variación dimensional.....	83
Tabla 27.	Desagregados de la densidad seca.....	84
Tabla 28.	Resultados de resistencia a la compresión.....	85
Tabla 29.	Comparación de costo por metro cuadrado de adoquines	87

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Se observa el muro de contención.....	3
<i>Figura 2.</i>	Se observa el reducido espacio para los almacenajes.	3
<i>Figura 3.</i>	Mapa De la Región De puno.....	8
<i>Figura 4.</i>	Comunidad Minera de Ollachea.....	9
<i>Figura 5.</i>	Se observa el adoquín de piedra XXV.	23
<i>Figura 6.</i>	Se observa partes de un adoquín de concreto	24
<i>Figura 7.</i>	Partes que componen un adoquín de concreto	25
<i>Figura 8.</i>	Estructura típica de un pavimento de adoquin	27
<i>Figura 9.</i>	De pavimento de adoquín para uso peatonal tipo I.....	27
<i>Figura 10.</i>	De pavimento de adoquín para uso de vehículos livianos tipo .	28
<i>Figura 11.</i>	De pavimento de adoquín para uso industrial, vehículos	28
<i>Figura 12.</i>	Mezclado manual del concreto	30
<i>Figura 13.</i>	Mezclado mecánico del concreto.....	31
<i>Figura 14.</i>	Moldeado mecánico del adoquín de concreto	31
<i>Figura 15.</i>	Fraguado del adoquín de concreto	32
<i>Figura 16.</i>	Se observa el curado de adoquines de concreto.....	32
<i>Figura 17.</i>	Tipos de patrones de instalación de adoquines.....	33
<i>Figura 18.</i>	Patrones de Colocado de Adoquines de Concreto	34
<i>Figura 19.</i>	Patrón de hiladas de adoquín	34
<i>Figura 20.</i>	Patrón en hiladas de adoquines no rectangulares para	35
<i>Figura 21.</i>	Patrón espina de pescado	35
<i>Figura 22.</i>	Se observa los trabajos realizados para subrasante	36
<i>Figura 23.</i>	Se observa el confinamiento de adoquín de concreto	37
<i>Figura 24.</i>	Se observa el confinamiento externo.....	37

<i>Figura 25.</i>	Nivelación de cama de arena de asiento	38
<i>Figura 26.</i>	Uniformidad de la superficie a colocar adoquín.	39
<i>Figura 27.</i>	Uniformidad de la superficie de la cama de arena de asiento ..	39
<i>Figura 28.</i>	colocación de los tramos del pavimento con adoquín.....	41
<i>Figura 29.</i>	Ajuste de la instalación de adoquines.....	42
<i>Figura 30.</i>	Ajuste de adoquines	42
<i>Figura 31.</i>	Compactación de los adoquines.....	43
<i>Figura 32.</i>	Colocación de arena de sello.....	44
<i>Figura 33.</i>	Sellado de juntas	44
<i>Figura 34.</i>	Compactación final	45
<i>Figura 35.</i>	Herramientas utilizado para la instalación de adoquines	45
<i>Figura 36.</i>	ubicación de la ciudad de Ollachea y la zona minera	53
<i>Figura 37.</i>	Ubicación de la zona de investigación	54
<i>Figura 38.</i>	Se utilizaron los residuos mineros (relave).	55
<i>Figura 39.</i>	Poza 1 de relave minero.	56
<i>Figura 40.</i>	Poza 2 de relave minero.	56
<i>Figura 41.</i>	Se observa las tres muestras de relave de diferentes zonas....	57
<i>Figura 42.</i>	Toma de muestra del agregado fino cantera Macusani.....	57
<i>Figura 43.</i>	Reconocimiento del lugar	58
<i>Figura 44.</i>	Se muestra la extracción del relave minero	59
<i>Figura 45.</i>	Colocado de muestras de relave para envió al laboratorio.	59
<i>Figura 46.</i>	Extracción de relave minero.....	60
<i>Figura 47.</i>	Muestras de relave en envases de polietileno	61
<i>Figura 48.</i>	muestra de cemento. relave y arena.....	61
<i>Figura 49.</i>	Se observa realizando la mezcla de relave con cemento	62

<i>Figura 50.</i>	Se observa el llenado en el molde para adoquín con mezcla ...	62
<i>Figura 51.</i>	Se observa el moldeado del adoquín de concreto	63
<i>Figura 52.</i>	Rotura de de adoquines de concreto en el laboratorio	63
<i>Figura 53.</i>	Prueba de variación dimensional	64
<i>Figura 54.</i>	Prueba de absorción	65
<i>Figura 55.</i>	Curva Granulometría del relave	74
<i>Figura 56.</i>	Dosificación de COMOL SAC	75
<i>Figura 57.</i>	Dosificación $f'c=380\text{Kg}/\text{cm}^2$ por m^3	76
<i>Figura 58.</i>	Dosificación para un adoquín patrón	77
<i>Figura 59.</i>	Dosificación en peso por kilogramo de cemento.....	78

Resumen

La presente investigación se realizó teniendo el propósito de emplear el relave, procedente de la extracción de mineral que se lleva a cabo en las periferias de la ciudad de Ollachea, de la Región de Puno, el objetivo es resolver la problemática ambiental utilizándolo el relave como materia prima utilizándolo como adición en la mezcla para la producción de adoquines de concreto.

Esta investigación tiene la metodología de tipo científico y experimental, nivel comparativo y descriptivo, se realizó ensayos en laboratorio para poder definir las propiedades mecánicas y físicas del concreto al adicionar relave minero y estimar la viabilidad de su uso.

Se llevó a cabo la dosificación de mezcla con una finalidad de obtener un adoquín de concreto con adición de relave en distintas proporciones al (10%,30%,50% y 75%); Así mismo se realizó dosificaciones sin adicionar relave tomándolo como patrón principal, se examinó 45 adoquines de a los que se realizó ensayos de la resistencia a la compresión en 7,14 y 28 días; Obteniendo un diseño promedio favorable a los 28 días de $f'c=380.28\text{kg/cm}^2$ al 10% de adición de relave llegando a lo establecido por la norma NTP.399.611 que para adoquines de tipo II la $f'c=380\text{ kg/cm}^2$,posteriormente se elaboró 15 adoquines de concreto con adición óptimo de relave y sin adición el cual se realizó los ensayos de absorción de agua , variación dimensional, densidad y posteriormente se realizó un estudio de precios unitarios de adoquín normal y con adición de relave, teniendo como conclusión que la producción de adoquines de concreto con adición de relave al 10% es confiable estructuralmente y viable económicamente.

Palabras clave: Dosificación, relave, resistencia a la compresión, precios unitarios, adoquín de concreto.

Abstract

The present investigation was carried out with the purpose of using the tailings, from the mineral extraction that takes place in the outskirts of the city of Ollachea, in the Puno Region, the objective is to solve the environmental problem using the tailings as raw material using it as an addition in the mix for the production of concrete pavers.

This research has a scientific and experimental methodology, a comparative and descriptive level, laboratory tests were carried out in order to define the mechanical and physical properties of the concrete by adding mining tailings and estimating the viability of its use.

The mixture dosage was carried out in order to obtain a concrete paver with the addition of tailings in different proportions (10%, 30%, 50% and 75%); Likewise, dosages were carried out without adding tailings, taking it as the main pattern, 45 pavers were examined, on which compressive strength tests were carried out in 7, 14 and 28 days; Obtaining a favorable average design at 28 days of $f'c=380.28\text{kg/cm}^2$ at 10% addition of tailings, reaching what is established by the NTP.399.611 standard, which for type II pavers, $f'c=380\text{ kg/cm}^2$ Subsequently, 15 concrete pavers were made with optimal addition of tailings and without addition, which carried out the tests of water absorption, dimensional variation, density and later a study of unit prices of normal pavers and with the addition of tailings was carried out, having In conclusion, the production of concrete pavers with the addition of 10% tailings is structurally reliable and economically viable.

Keywords: Dosage, tailings, compressive strength, unit prices, concrete paver.

I. INTRODUCCIÓN

La industria minera genera grandes cantidades de desechos durante el procesamiento del mineral. Una parte importante de estos son los relaves, un derivado del proceso de concentración que es habitualmente un material fino que se transporta y deposita en forma hidráulica por lo que se requiere el adecuado almacenamiento para su confinamiento seguro.

En la actualidad en el mundo se hace frente una progresión de problemas ecológicos, como es la contaminación ambiental uno del causante de mayor impacto en diferentes organismos son las actividades mineras, el cual depositan sus relaves con contenido de metales pesados en las superficies del ámbito minero ocasionando la contaminación del suelo y el agua (Callupe y Lara,2018).

En Chile, se produce 1400 toneladas por día de relave derivadas de la producción. Esto sumado a la sostenida tendencia a la baja de la llamada “ley de mineral” del cobre y de otros minerales y a la creciente demanda, implica que la cantidad de relave producido en Chile y el resto del mundo seguirá en aumento (Sernageomin ,2015)

En el Perú la gran minería, mediana y la artesanal. Hasta diciembre del año 2017 el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) registró un total de 7,661 titulares mineros, de los cuales referencialmente 5,259 pertenecen a la minería artesanal; 1,474 pertenecen a la pequeña minería y 928 a la gran y mediana minería. (Anuario Minero, 2017), ver tabla 1

Tabla 1. : Clasificación de la minería peruana por estratos (Anuario Minero, 2017).

Estratos	Tamaño de concesión	Capacidad productiva
Gran minería	Más de 2,000 ha	Más de 5,000 TM/día
Mediana minería	Más de 2,000 ha	Hasta de 5,000 TM/día
Pequeña minería	Hasta 2,000 ha	Hasta 350 TM/día Hasta 3000 m3/día (no metálicos)
Minería artesanal	Hasta 1,000 ha	Hasta 25 TM/día Hasta 200 m3/día (no metálicos)

Fuente: Anuario Minero, 2017

En la periferia de la ciudad de Ollachea (Puno), se observó problemas como la amenaza del derrame y la contaminación por relaves causadas por actividades mineras extractivas de oro y otros metales, que se ejecutan a través de perforaciones acumulando ingentes cantidades de volumetría de rocas la cual es triturada para la búsqueda del tan ansiado oro; dejando acumulados relaves mineros no tóxicos, estos no tendrían ningún otro uso que el depositarse de forma irresponsable. Por lo cual se producen un gran impacto negativo ambiental ya que estos relaves de baja ley son vertidos hacia los ríos; por ejemplo, el daño causado en Ollachea, es el derrame de relaves en diferentes superficies.

La propuesta radica en la utilización de estos relaves como elemento primario adicionante en la mezcla de concreto para la producción de adoquines de concreto con fines peatonales y vehiculares en la zona de influencia de dichos asentamientos mineros; generando así el uso intensivo de estos relaves limpios, contribuyendo de manera sostenida al medio ambiente al utilizarlos como productos de construcción.

Esta investigación tiene como objetivo formular y proponer una opción de solución al problema medio ambiental de Ollachea, tomando como materia prima adicionante al relave, en porcentajes de 10%,30%,50% y 75% en la mezcla para la elaboración de concreto, para llegar $f'c=380 \text{ kg/cm}^2$ con una dosificación optima realizando ensayos físicos y mecánicos. Se observa en figura 1 el apilamiento de muros con relleno de relave el cual son embolsadas en saquillos, esto se realiza para poder almacenar grandes cantidades de relaves ya que en dicho lugar no se

tiene mucho espacio para el almacenaje ver figura 2. el cual por el exceso de relave almacenado y por las inclemencias climatológicas son desbordadas hacia el río causando daños medio ambientales.



Figura 1. Se observa el muro de contención realizados con relleno de relave embolsados en sacos esto para poder almacenar grandes cantidades de relave en su superficie.



Figura 2. Se observa el reducido espacio para los almacenajes de relave minero, lugar Comunidad Minera Ollachea.

1.1. Realidad problemática

Según, Jakubick, et Al., (2016) Menciona que en los años setenta la producción mundial de relaves era del orden de miles de toneladas por día, esto se incrementó para el año 2000 hasta los cientos de miles de toneladas al día. (pp 28).

El cuidado de nuestro medio ambiente es muy importante en el mundo entero, como distintos países desarrollados como en desarrollo, ya que se relaciona con el aumento de la población, el esparcimiento de la planificación urbana, el

mantenimiento y la restauración de viviendas existentes, etc. Estos incluyen la contaminación, la degradación de los ecosistemas y las condiciones climáticas cambiantes, que conducen a la pobreza y la desigualdad. (Michelle, 2016)

Afirma, en particular, durante la extracción de materias primas que causan daños al ecosistema, como la deforestación, la generación de polvo y ceniza, y la contaminación del agua por la extracción de gravas de hormigón, además de otros impactos ambientales (Rocha, 2011).

En América Latina, los aumentos de población relacionados con el aprovechamiento de residuos de construcción, minería, industriales y siderúrgicos, como los propuestos por (Van der Vorst, 2003), como en la provincia colombiana de Boyacá, donde la industria de los residuos relacionados con la construcción materiales genera residuos aprovechables, sin embargo, no hay información suficiente sobre cómo y qué materiales se utilizan.

En Perú, la disposición inadecuada de relaves y limpieza, así como la disposición inadecuada de aguas residuales peligrosas y materias contaminantes de las intervenciones mineras, ha resultado en graves derrames, descargas ácidas y contaminación de las aguas subterráneas, entre otros impactos negativos. Impacto en los ecosistemas y la biodiversidad. Por ejemplo, algunas actividades mineras y metalúrgicas a lo largo del río Rímac, unido con distintas fuentes, incluidas las de carácter agrícola, son contaminados las fuentes de agua potable que abastecen a la Capital de Lima, donde viven más de siete millones de habitantes. Otros afectados por PAM contaminación Las cuencas de los ríos incluyen Pisco, Mantaro, Madre de Dios, Santa y LLaucano. (Mundo, 2005).

Actualmente la región de Puno está en el ojo de la minería informal, por lo que las actividades mineras se realizan en distintos lugares de la región, algunas de manera informal y otras de manera formal. Hay pequeñas empresas trabajando en la extracción de estos minerales preciosos, y inmensas empresas nacionales y extranjeras que tienen como meta hacerlo en nuestra región y algunos ya están involucrados.

Por lo cual, en el ambiente ecológico de la minería avanzada, nuestra zona de Puno es vista como un símbolo de la minería legal o ilegal, así como el

tratamiento de los principales problemas que enfrenta esta industria y el adecuado almacenamiento de los relaves de los procesos de minería, generalmente calificado como desperdicio. El tratamiento y uso de los desechos de la mina no está claro, estos desechos a menudo se acumulan y se dejan afuera sin ninguna forma de procedimiento para evitar la contaminación ambiental, el consumo del área y la transformación, el cambio de los ecosistemas de animales, plantas y personas.

Por eso, investigué para utilizar los relaves de procesos mineros para la obtención de concreto, dicho que el concreto involucra toda la ingeniería civil. Por otro lado, mejorar mediante la construcción la calidad de vida realizando obras viales con adoquines de concreto, al tiempo que se aprovechan los residuos de los procesos mineros en sustitución del agregado fino.

El estudio también tiene como objetivo disminuir el impacto de residuos mineros al utilizarlos en la producción de concreto, lo que ayudará a estandarizar y posiblemente optimizar la calidad de la producción de concreto. Se aguarda que el concepto de reducir la contaminación ambiental tenga un impacto en las operaciones mineras. en la región Puno Importancia. (Condory, 2018)

Un claro ejemplo es la Comunidad Minera, situado en el distrito de Ollachea Región de Puno. Donde se genera inmensas cantidades de relaves de minería informal acumulados en la intemperie en sacos, pozas desbordadas, arrojados en los suelos y vertidos en los ríos, En consecuencia, no existe protección ni gestión adecuada de ningún tipo, por lo que no se toman precauciones para prevenir las posibles consecuencias de estos residuos para los agricultores y ganaderos que circulan por el lugar. El almacenamiento inadecuado de los relaves ha resultado en la erosión del suelo, la pérdida de biodiversidad en el área, la contaminación del agua y también se puede observar la acumulación de desechos de relaves secos en un área de aproximadamente 3000 m² y aproximadamente 200 toneladas.

Las causas de la contaminación medio ambiental son los residuos mineros (relaves) este es el más generado, son conseguidos por la actividad minera metálica o polimetálica que tiene la característica de ser un sólido fino, bajos en concentrados de mineral.

Inicialmente, los residuos de minería (relave) no deberían ser tóxicos, ya que son solo una fusión de roca molida y agua. Las preocupaciones ambientales vienen después, ya que estos desechos de "relaves" disuelven metales y sulfuros cuando entran en contacto con materiales externos, lo que lleva a la producción y formación de agua ácida, contaminación de materias de agua y distintos impactos directos e indirectos en la biodiversidad y el sistema ecológico. (García, 2012)

Debido al tratamiento insuficiente y la mala gestión de los relaves que portan contaminantes ambientales, existe la opción de reutilizar los relaves mediante el método de producción de adoquines de hormigón con relaves añadidos.

1.2. Formulación del problema

Problema principal

¿Cómo influye la adición de relave no tóxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto Ollachea, Puno?

Problemas específicos

- a. ¿Qué proporción de adición de relave es perfecta en la dosificación de mezcla para la producción de adoquines estructuralmente viables?
- b. ¿Cómo influye la adición de relave en las propiedades físico-mecánicas en la producción de un adoquín de concreto?
- c. ¿Cómo influye en el análisis del costo unitario entre adoquín de concreto normal y con adición de relave?

1.3. Justificación de la investigación

Justificación del estudio

La contaminación de los relaves y la responsabilidad ambiental de la minería tienen un impacto perjudicial en el medio ambiente. Este es el caso de los concentrados de metales pesados expuestos en los relaves producidos por la Comunidad Minera de Ollachea. Esto trae como consecuencia la producción de agua ácida, degradación de los suelos naturales, afectación de la fauna y la flora del río Chilli Chaca y de los 5526 habitantes de Ollachea (INEI, 2015)

La problemática necesita proponer alternativas de solución, centrándose en su disposición, reutilización, aprovechamiento, manejo, etc. Se necesitan propuestas para detener y/o mitigar este problema. Utiliza la adición de relaves a la mezcla para producir un adoquín de hormigón de buena calidad y económicamente viable porque materiales como agregados finos y gruesos no están disponibles en el área. Para ello, los áridos deben extraerse de la provincia de Carabaya, a una hora en coche, donde alcanzan un elevado precio de 210 el m³ en Ollachea.

Justificación social

A través de nuestro trabajo de investigación actual, buscamos reutilizar los productos de relaves de las actividades mineras que se acumulan diariamente en lugares inadecuados. Por otro lado, este estudio pretende abordar los problemas que agobian a todos los habitantes en las inmediaciones de los proyectos mineros, mitigando así parcialmente el daño ocasionado al medio ambiente.

Justificación metodológica

En esta investigación, se implementaron y propusieron su propio método de recolección de datos para el manejo del enfoque del módulo de granularidad en diseños mixtos, la prueba de ANOVA para contratación de la hipótesis, por lo tanto, se validan los resultados obtenidos.

Justificación ambiental

Ayudará a reducir los problemas de contaminación ambiental que enfrenta Ollachea al usar los relaves como aditivo en la mezcla para producir adoquines de concreto y usarlos en la construcción de carreteras.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia de la adición de relave triturado no tóxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto.

Objetivos específicos

- a. Alcanzar la proporción perfecta de adición de relave en la dosificación de mezcla para la producción de adoquines estructuralmente viables
- b. Determinar la influencia de las propiedades físicos-mecánicas de un adoquín, producido con adición perfecta de relave.
- c. Determinar la influencia en el análisis del costo unitario entre adoquín de concreto normal y con adición de relave

1.5. Delimitaciones

Delimitación espacial

El distrito de Ollachea, está ubicada en la ceja de selva al norte del distrito de Macusani, provincia de Carabaya, Región de Puno.

La ubicación de la Comunidad minera Ollachea se encuentra al norte del distrito de Ollachea a 5km de distancia. Se observa en la figura 3 mapa de la Región de Puno y Provincia de Carabaya, en la figura 4 se observa la comunidad minera Ollachea.

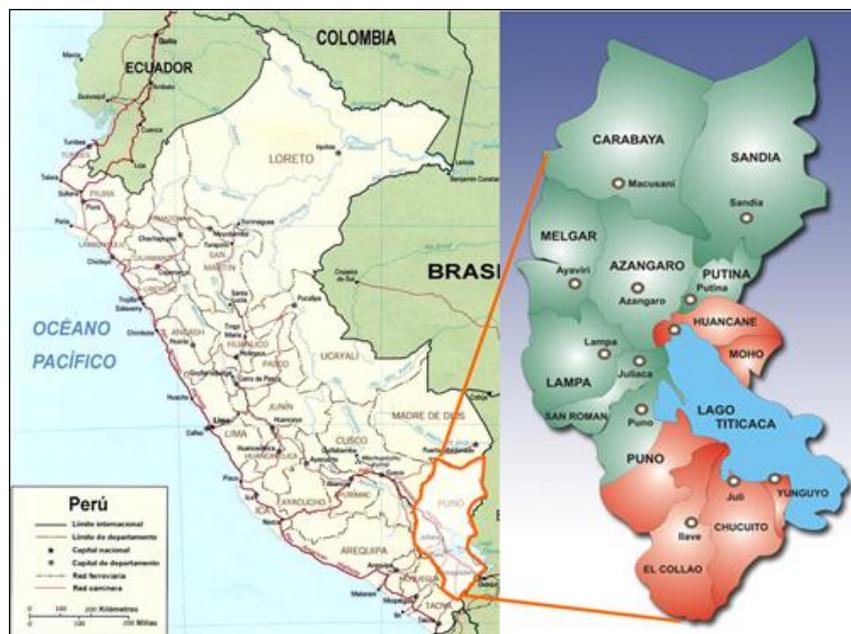


Figura 3. Mapa De la Región De puno

Fuente: Mapas de Puno (2019)



Figura 4. Comunidad Minera de Ollachea

Fuente: Google Earth (2021)

Delimitación temporal

Según Alfaro (2012), la división del tiempo básicamente se refiere al tiempo tomado en cuenta, en relación a los hechos, fenómenos y sujetos de la realidad, debe ser uno, dos u otro año.

1.6. Limitaciones

Limitación económica

Debido a limitaciones económicas, no se realizó experimentos a mayor profundidad en el muestreo de relaves.

Limitación de Información

Esta investigación actual es limitada a la poca información sobre la adición de relaves mineros en el concreto.

Limitación tecnológica

En la región aún no existe un laboratorio que pueda realizar pruebas reológicas de relaves mineros utilizando SGS, por lo que solo se ha realizado la caracterización de materiales.

Alcances

Los costos económicos y sociales, así como el impacto en los habitantes de la zona afectando en su salud, son tan importantes que cualquier opción que admita reutilizar o reciclar los relaves sin impactar el medio ambiente reducirá la contaminación y los problemas del lugar. El impacto del proyecto no solo incluirá beneficiar al distrito de Ollachea, sino que también permitirá el uso y reusó de estos residuos en la producción de adoquines de concreto con relaves

1.7. Hipótesis

Hipótesis general

- a. La adición de relave no toxico en la mezcla, permite la producción de adoquines de concreto.

Hipótesis específicas

- b. Uno de las proporciones de adición de relave influye óptimamente en la mezcla para la producción de adoquines estructuralmente viables.
- c. La adición de relave en la mezcla influye adecuadamente en las propiedades físicos-mecánicas en un adoquín de concreto.
- d. La adición de relave en la mezcla influye favorablemente en el costo unitario de producción de adoquines de concreto.

II. MARCO TEÓRICO

En esta sección, es necesario hacer referencia a muchos estudios diferentes, para comprender y tener una base científica para el comportamiento de la resistencia eléctrica y la durabilidad del hormigón, dependiendo del tipo de uso en la infraestructura. Los resultados de estas encuestas son útiles para conocer de antemano el comportamiento del hormigón con diferentes aditivos, ya que se basa en diferentes encuestas nacionales e internacionales.

2.1. Antecedentes

En el contexto de esta investigación se consideran diferentes trabajos, estos son los renglones que se mencionan a continuación, estos investigadores han optado por reutilizar los relaves mineros para producir diferentes materiales como tejas, bloques, ladrillos y otros para material de construcción.

Antecedentes internacionales

Investigación que se realizó en la Universidad Nacional Autónoma de México; El aprovechamiento de los residuos mineros de las minas en la industria de la construcción. Los objetivos generales son: Establecer la capacidad de los relaves mineros de (Peña Colorada), en México, como elemento primario para la fabricación de concreto. Métodos de investigación: Tipos de investigación aplicada, capas de interpretación, incluyendo propiedades químicas y físicas de los relaves, caracterización química en el caso de acopios. Y concluyó que el relleno sanitario no es peligroso según la prueba de capacidad de concepción de drenaje ácido, y su concentración de EPT soluble se encuentra mucho menor del límite especificado en la NOM-157-SEMARNAT-2009. (Nadia, García y Luna, 2010)

Según la investigación sobre la reutilización de residuos mineros para insumo en la construcción de agregados para la elaboración de tejas y ladrillos, se ha desarrollado el programa para obtener agregados para la construcción a través de los relaves, el método experimental para el procedimiento de producción de los relaves polimetálicos. de la construcción de agregados. Esta investigación concluyó que, en lo que respecta a la calidad de los agregados para la construcción, mediante diversas pruebas toxicológicas y aplicando los métodos 3113-EPA, 3114-

EPA y 3111-EPA, se determinó que el diseño producido final fue material óseo para la construcción obtenido a partir de materiales polimetálicos. Residuos mineros, sin contaminación. (Romero y Flores, 2011).

Se realizó “Estudio de factibilidad de tecnología de diseño de bloquetas de concreto con agregado fino en lugar de agente activo”. Su objetivo era encontrar un material eficiente con un menor impacto ambiental, es decir, como una alternativa a los áridos finos utilizados para producir bloques de hormigón. Concluyeron que al 100% de relave los bloques producidos satisfacen con los principales parámetros especificados por la norma, como resistencia a la compresión y máxima absorción. La producción de bloques ha utilizado la compactación vibratoria, ya que es un proceso que asegura que los bloques tengan una alta resistencia eléctrica. Según. (Luna y Pinedo, 2011).

También se realizó el siguiente artículo científico “Evaluación de relaves de mineral de hierro como sustituto de finos en concreto”, el objetivo principal del estudio fue evaluar IOT (relaves de mineral de hierro) como sustituto de finos en concreto 25%, 50%, También se ensayaron 75 % y 100 %, con una relación agua-cemento de 0.5, lo que permitió concluir que el concreto que contenía 25 % de IOT mostró consistentemente una mayor resistencia a la compresión que el concreto de referencia, a los 7 días, 14 días y 28 días para todos los casos. siglos. IoT se puede usar como sustituto de la arena en el concreto, lo que minimizará las preocupaciones ambientales, los costos y el consumo de recursos naturales. (Umara, Warid, Ahmad y Mirza, 2016),

En el artículo científico “Estudio de viabilidad de la agregación de bloques de hormigón con residuos plásticos ABS”. Su objetivo era medir la resistencia, el peso y la absorbencia para crear bloques de hormigón de 6 pulgadas utilizando un volumen de agregado del 10,25 % y el 40 % en lugar de plástico ABS triturado. Se extraen las siguientes conclusiones: se reemplaza el 10% y 25%, y la resistencia a la compresión a los 7 días, 15 días y 28 días es superior a la de los bloques convencionales, y es una mampostería estructural ideal. (García y Martínez, 2013)

En el artículo científico “Estudio experimental de bovedillas de hormigón con árido de ladrillo triturado”. Entre ellos, el principal objetivo de este trabajo es revelar

la posibilidad de sustituir el 50% a más de los áridos naturales por áridos reciclados a partir de tejas y ladrillos de arcilla triturada para fabricar bloques prefabricados de hormigón.

En la primera etapa del estudio se determinaron las propiedades mecánicas y físicas del concreto con agregados reciclados y después se investigaron los concretos prefabricados sus propiedades, se determinaron sus propiedades, térmicas, mecánica, geométricas y acústicas. Este informe muestra que hay posibilidad de reemplazar el agregado natural con un 50 % de arena fina y un 75 % de arena gruesa con ladrillos y tejas rotas, lo que da como resultado las siguientes propiedades: El agregado produce una reducción del 26 % en la resistencia a la compresión. La resistencia de una mezcla de 50% de agregados naturales de grano fino y 45% de agregados gruesos en lugar de agregados de ladrillos y tejas rotas fue un 18% menor que la del concreto regular. agregado natural. (Milicévic, Bjegovic y Siddique, 2015),

Antecedentes nacionales

Se realizó el estudio “Estudio experimental de la aplicación de materiales de desechos de procesos mineros en utilidades prácticas con productos cementicios”, este estudio incorpora los relaves mineros a las mezclas de concreto con el objetivo de reciclar los relaves y hallar un aprovechamiento sustentable entre las poblaciones cercanas. de usar relaves mineros como adiciones puzolánicas incluyen preparar mezclas de concreto con porcentajes variables de relaves en sustitución del cemento (10%, 15% y en algunos casos 20% y 25% relaves), en 3, 7, 28 días para definir la resistencia, así como ensayos de compresión radial y tracción a la abrasión a los 28 días, de hecho según sus experimentos afirma que la adición de relaves en proporciones bajas al 5% no afecta las principales propiedades físicas del concreto convencional. (Anikama, 2010),

Cabe agregar que el desarrollo del siguiente trabajo “Bloquetas de Concreto de Material de Caucho Reciclable para Ingeniería de la Construcción”, el propósito de esta investigación es reducir el impacto de las llantas en el medio ambiente después del final de su vida útil, que se ha convertido en el objetivo básico de esta investigación. El presente trabajo de investigación, a través de pruebas no

destruictivos y destructivos, analizó el efecto de adición de caucho granular (como porción del agregado fino) en la producción de bloquetas con agujeros de concreto a partir de llantas de desecho. Los estudios de resistencia a la compresión de bloques a los 7, 14 y 28 años de edad, con reemplazo evolutivo (5, 10, 15, 20 y 25%) de agregado fino con caucho granular en volumen días, mostraron un comparable En contraste, adiciones de hasta un 20% de caucho no muestran cambios significativos. (Suárez y Mujica, 2016)

El cuarto trabajo se titula: “Reutilización de Relaves de Cía. Minera San Ignacio de Morococha S.A. Diseño en Industria y Agroindustria para el Mejoramiento Social de la Población Aledaña a Chanchamayo”. El objetivo principal es identificar aplicaciones prácticas para la reutilización de relaves que podrían ayudar a mejorar la calidad de vida en centros densamente poblados alrededor de la CIA. Minera San Ignacio de. (Morococha. Heiddy Pizarro Andrade y Sylvia Aquino Camargo, 2012)

Realizando las investigaciones se encontró un quinto trabajo de investigación: “Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios”, Esta investigación da como resultado tres modelos que han sido probados para la tecnología de compresión. Se utilizaron relaves del campamento MWH Cajamarca (Minera Cerro Corona). Andaychagua de Junín (Compañía Minera Volcán); Pallancata por Ayacucho Hochschild Mining). El proceso utilizado en investigación y desarrollo consiste en mezclar concreto con diferentes tasas de reemplazo de cemento con residuos, y luego comparar los resultados con la estructura de concreto. (Anicama, 2010).

Antecedentes locales

A nivel local, se realizó la investigación “Diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$,adicionado relave minero de la relavera N°09,Acchilla-Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes -Huancavelica” dio como resultado la siguiente decisión: El resultado la resistencia a la compresión de la estructura mixta es de 1.00 M3 En el hormigonado se utilizaron 7.306 sacos de cemento de 179,69 kg/cm², equivalente

al 102,68%, el día 28, y se utilizaron 6.131 sacos de cemento para 1,00 m³ de piedras, a los 28 días mientras se incorporaban los residuos al diseño mixto. Se obtuvo una resistencia a la compresión de 173.95kg/cm² que corresponde al 99,40% (Curo y Rashuamán, 2015).

2.2. Bases teóricas

2.3. Relaves

Pasivos ambientales

Se puede definir como una condición ambiental que fue creada por los humanos en el pasado, se ha ido deteriorando gradualmente con el tiempo y ahora está poniendo en peligro las personas en su calidad de vida y al medio ambiente. La responsabilidad ambiental puede dañar la calidad del ecosistema.

En Chile, por ejemplo, la “minería ambientalmente responsable” representa una grave para la salud y el medio ambiente, en virtud de la Ley de Reforma de la Responsabilidad Ambiental Minera (que se presentó al Parlamento durante más de cinco años sin ser promulgada). masculino. En Perú, PAM “las instalaciones, aguas residuales, emisiones, residuos o depósitos de desechos generados por operaciones mineras que actualmente se encuentran abandonadas o inactivas y que constituyen un peligro potencial y continuo para la salud de las personas, el ecosistema circundante y la propiedad”, Ley N° 28271.

Según el último inventario de PAM (agosto de 2020), de un total de 7.956 PAM, las regiones con más compromisos (Castillo, Satalaya, Paredes, Encalada, Zamora y Cuadros ,2021)

Definición de relave

El relave minero es un sólido finamente triturados que al ser eliminados durante las actividades mineras. De los yacimientos explotados se extrae una gran cantidad de material (roca). Sólo una pequeña parte (casi el 1%) corresponde a algunos de los beneficios económicos utilizados. Cuando este material (roca) es finamente triturado y concentrado por el método de flotación, se obtiene un material concentrado con una alta concentración de cobre (20 a 30%), que puede ser

vendido como concentrado o procesado puro. Cobre metalizado. El material restante (muy bajo en cobre) se denomina "relave" y debe eliminarse de manera segura y respetuosa con el medio ambiente.

Los relaves son en su mayoría arenosos a limosos. Este residuo se presenta en forma de solución acuosa, normalmente con 50% de agua, que puede ser llevada a través de tuberías y depositada en forma de lodo. (Tchernitchin y Herrera,2006)

Romero y Flores, (2010) definen los relaves como "residuos sin valor de la minería y procesamiento de minerales. Dado que el material es en su mayoría fino y húmedo, debe almacenarse en pilas de desechos industriales.

Preguntas que surgen acerca del relave de minería

- **¿El relave es un residuo tóxico?**

Los relaves en la industria minera, en principio, no se consideran tóxicos porque son esencialmente piedra triturada y agua. La toxicidad puede ocurrir después de que ciertos residuos mineros reactiva con el agua y liberan elementos tóxicos que pueden disolverse y transportarse en el agua. Para los Relaves que contienen elementos que pueden ser considerados tóxicos para el cuerpo humano, como arsénico, cianuro, cobre, zinc, cromo y plomo, las empresas mineras han decidido evitar que ocurran estas reacciones de disolución tóxicas por mandato de ley. Protege el medio ambiente y la salud.

- **¿Es el residuo minero (relave) es un sólido peligroso?**

Los relaves en la industria minera no están clasificados como Residuos Sólidos Peligrosos (RSP). el relave es material sólido que resultan de procesos mineros o de servicios (como la salud), y el mineral de cola es un residuo de roca natural que ha sido separado de la roca por algún proceso, pero todos estos sólidos son artificiales, no generados (actividad humana).

Depósito de Relaves

Este es un trabajo de ingeniería diseñado para cumplir con los requisitos legales estatales para aislar totalmente los relaves depositados en el ecosistema.

2.2.4 Tipos de depósitos de relaves

Actualmente, Los depósitos de residuos mineros (relaves) tienen una diversidad de formas y tamaños, esto depende de la cantidad de agua asociada a los relaves (es decir, la densidad de los relaves) y la forma en que se contienen los depósitos. Por lo tanto, existen los siguientes tipos:

a) Tranque de Relave: Sedimentos que forman paredes a partir de las partes más gruesas de los relaves derivados de ciclones líquidos (el proceso por el cual la fuerza del flujo de agua separa los sólidos gruesos de los sólidos más finos). Una pieza delgada llamada llama se coloca en el balde de almacenamiento. (Sernageomin ,2017)

b) Embalse de relave: Es este embalse cuyo muro de contención está formado por materiales prestados (rocas circundantes y la tierra) y es estanco en la cumbre y en sus taludes interiores. Las presas de relaves también se conocen como sedimentos en depresiones de terreno que no requieren la construcción de muros de contención. (Sernageomin ,2017)

c) Relave Espesado: Un dispositivo llamado agua concentrada, un depósito cuya superficie ha sufrido previamente un proceso de precipitación. Promueve la precipitación de sólidos con el objetivo de eliminar parte del agua que contiene (similar a purificar el agua de un río para convertirla en agua potable). El consumo de agua de fuentes limpias se reduce. Los depósitos de Relaves espesados están contruidos para evitar que los Relaves fluyan hacia áreas distintas a las permitidas y están equipados con un sistema de estanques para recuperar el agua remanente que pueda salir de los sedimentos. (Sernageomin ,2017)

Espesado



Figura 5. Relave espesado

d) Relave Filtrado: Similar al engrosamiento. El tanque contiene menor agua debido a la acción de filtración que mantiene la humedad por debajo del 20%. Esta filtración también es similar al agua potable. (Sernageomin ,2017)



Figura 6. Relave filtrado

e) Relave en pasta (mezclado): Son mezclas de agua y sólidos, rica en finos y con menor contenido de agua, En consecuencia, la mezcla tiene una consistencia gruesa que es parecido a la pulpa de alta densidad. (Sernageomin ,2017)



Figura 7. Relave en pasta

f) Otros tipos de depósitos: Otros depósitos de relaves, como depósitos mineros subterráneos, depósitos mineros abandonados, especialmente. (Sernageomin ,2017)

Características de los relaves

a) Producción y origen de Relaves de Concentradoras

El proceso de beneficio primero rompe el mineral a una dimensión de partícula constantemente en el rango de cm o mm. Luego el mineral triturado se muele a un tamaño de menos de 1 mm en inmensos tambores giratorios a estos se le llama molino con billas de metal, de barras y seminaturales . Se adiciona agua al mineral triturado y continua como una lechada (pulpa) durante la acción de extracción. El siguiente paso generalmente se llama flotar

La flotación funciona uniendo partículas individuales que contienen los minerales que se extraerán a estas partículas y atrapando selectivamente pequeñas burbujas de aire, elevándolas a la superficie de un tanque invertido.

La espuma que contiene estas valiosas partículas se elimina de la cara de la superficie, se procesa y se seca en un concentrado, que se transfiere del condensador a la fundición para su purificación. Al mismo tiempo, las partículas de desecho restantes forman residuos. Después de recolectar una porción del agua de proceso en un tanque adecuado (llamado espesador), el residuo se bombea al lugar de almacenamiento deseado. (Sernageomin ,2017)

2.2.5.1. Características químicas

a) Simplemente a la vista directa, los desechos mineros (relave) son claramente un material de construcción y la acción básica del proceso permite cierta generalización racional del tema. Este no es el caso de la química, que varía mucho de un tanque a otro. En este sentido, durante la vida de una mina se pueden utilizar varios yacimientos de diferentes propiedades, cada uno con propiedades geoquímicas diferentes, lo que conduce a cambios en la química de los relaves producidos. Es importante notar su presencia. (Sernageomin ,2017)

b) Relaves Sólidos

Las diferencias en la gravedad específica de las partículas minerales individuales afectan a la distribución de varios minerales, incluida la pirita, según la proporción de relajantes de diversos tamaños en varios depósitos poliméricos con alto contenido de sulfuros en Perú. (Velchica y Barra,1980) informaron que las partículas pesadas de azufre se separaban preferentemente de las partículas. (Sernageomin ,2017)

c) Efluentes Líquidos de Flotación

La primera consideración con respecto a las aguas residuales y su calidad es el nivel de sólidos en suspensión muy finos, generalmente medidos en sólidos suspendidos totales (TSS) o, más comúnmente, unidades de turbidez. El alto contenido de sólidos disueltos en las aguas residuales de varias minas en Perú se debe al tiempo de retención limitado y la deposición en pequeños sedimentos.

Estos niveles pueden reducirse más fácilmente si el tiempo de retención en los

tanques anteriores aumenta y el agua del proceso de vuelta al concentrador se recircula, eliminando eficazmente la descarga del tanque. Los coagulantes (polímeros sintéticos), los coagulantes (Fe, Al y sales) y los productos químicos de ajustamiento del pH (cal) pueden ayudar a reducir las partículas suspendidas. También se han propuesto filtros que utilicen arena de resina cicládica como medio de filtración para reducir las partículas suspendidas ultrafinas. (Sernageomin ,2017)

d) Efluentes Cianurados

Como uno de los pocos ingredientes que se sabe que disuelven el oro y la plata, el cianuro de sodio se usa como agente de lixiviación en la mayoría de las operaciones de producción de oro y plata y, a menudo, como reactivo en los procesos de flotación. La química del cianuro es compleja pero bien conocida, y aunque está más allá del alcance de esta guía, la presentaremos brevemente aquí. El cianuro en aguas residuales de relaves incluye cianuro libre (CN y HCN), así como formas complejas unidas a diferentes metales con diferente solubilidad y toxicidad. El cianuro libre es químicamente inestable. Por lo tanto, a diferencia de muchos otros contaminantes, no persiste en el medio ambiente ni se bio acumula en la cadena alimentaria.

De hecho, el cianuro se encuentra en una variedad de alimentos, como los almendras y los granos, y es metabolizado por una variedad de organismos a niveles similares a los que se encuentran en las aguas residuales del embalse. (Howe, 1998).

e) Drenaje Acido (ARD) de Relaves

Una controversia total de los problemas de drenaje ácido (o ARD) se encuentra lejano al alcance de esta guía. Cuando esto sucede, estos problemas dañan a todos los desechos del proceso minero, incluidas las aguas de la mina y los rellenos sanitarios, así como las estrategias de control de desechos y ARD para cualquier desecho en este número no se puede considerar por separado. Sin embargo, se requiere algún conocimiento del tema de ARD para comprender completamente la gestión de residuos.

De hecho, la planificación de la gestión de residuos no puede comenzar hasta que haya al menos algún indicio de que pueden surgir o no problemas de ARD. ARD se refiere a los procesos por los cuales el pH del agua en contacto con los desechos puede bajar significativamente, lo que lleva al transporte y disolución de metales tóxicos disueltos como cadmio, plomo, arsénico y otros, además de aumentar fuertemente el sulfato. contenido.

Es inalcanzable detener por completo el proceso cuando empieza, y las consecuencias de la acidificación pueden seguir durante siglos, como es el caso del distrito de Rio Tinto en España, explotado por los romanos, y en las minas suecas que pronto siguieron de la época de los vikingos, hace 1000 años. ARD es posiblemente el problema ambiental más potencialmente dañino y difícil de resolver asociado con la gestión de desechos, y puede no ser cierto incluso años posteriormente del período de desmantelamiento. Más que cualquier otro tema, el potencial de DRA es específico de cada mineral y sus condiciones climáticas y físicas ; No existe una regla general para predecirlo, en cualquier depósito sin la ayuda de una prueba geoquímica. Sin embargo, hay algunos requisitos para que este proceso suceda. (Howe, 1998).

2.5.2.2. Características físicas del relave:

El comportamiento de los sedimentos está definido por las propiedades y la condición de los sedimentos. La deposición de lodos puede resultar en dos tipos básicos de materiales la arena se deposita por mecanismos hidráulicos y el limo se deposita por procesos de sedimentación. Las propiedades del limo son generalmente similares a las de los suelos arenosos naturales, puesto que los limos exhiben un comportamiento más complejo. (Romero, 2006)

Las características físicas de los relaves mineros se enumeran a continuación:

a) Peso específico

En general, la suspensión está saturada, en efecto, toda la masa de los vacíos entre las moléculas sólidas está ocupado por el medio húmedo, por lo que de esta apariencia se puede hablar de la proporción de sólidos en la mezcla total y

llamarse solidificación. El peso específico del residuo es muy cambiante dependiendo de la concentración de minerales, tamaño de partícula, presencia de elementos secundarios, etc. En el caso de los relaves secos, su gravedad específica depende de sus limitaciones de consolidación en la cuenca y de la evolución del índice de porosidad desde el depósito inicial hasta el estado final en descargas consecutivas. (Romero, 2006)

b) Plasticidad

Esta es una propiedad que acepta que el material se deforme sin una restauración elástica apreciable y sin agrietarse ni romperse. También se puede determinar como la capacidad de un material particular para cambiar de forma bajo estrés constante sin cambiar significativamente su peso. La plasticidad de los Relaves de la planta de procesamiento está determinada por el tipo de Relave y la proporción de polvo fino recuperado. Esta plasticidad viene determinada por lo que se conoce como límite de Atterberg (límite líquido y límite de plasticidad). Esto ayuda a determinar el contenido de agua del suelo a medida que pasa del estado líquido al estado plástico y luego del estado plástico. De ahora en adelante a sólido. (Romero, 2006)

c) Dureza y forma

El residuo minero (relaves), al ser de naturaleza polimetálica, tienen distintos minerales de diferentes tamaños, formas y durezas.

Según Rodríguez, (2016), el mineral que componen los residuos tienen formas de fondo anguloso, anguloso y redondeado, por lo que predomina el fondo redondeado; Asimismo, la dureza expresada por los residuos se encuentra entre 3,5 y 6,5 según la escala de dureza de Mohs.

2.4. Adoquines de concreto

Historia

Sus orígenes se remontan al siglo XXV. Los Romanos y los Cartagineses las utilizaron en sus principales vías para proporcionarles rapidez y tiempo. Se reconoció la necesidad de una superficie de contacto más continua para un

transporte más conveniente, lo que no era posible con las cubiertas anteriores hechas de piedra natural gruesa. Los adoquines se utilizaron hasta finales del siglo XIX. Durante la era napoleónica, se construyeron bulevares especialmente en las ciudades para permitir el paso de los cañones por la calle. (Corsi, 2012),

Tradicionalmente, el objetivo era crear una superficie de rodadura más suave. Sería posible viajar con comodidad como resultado de esto. Para lograr esto, las piedras naturales se cortaban en bloques, lo que permitía un mejor encaje entre ellas. Se puede decir que este es el primer pavimento de hormigón.



Figura 8. Se observa el adoquín de piedra XXV.

Fuente: <https://bit.ly/3IKKVvI>

Definición

El adoquín prefabricado son simples piezas de hormigón que han sufrido compactación, lo que garantiza un tránsito más rápido, cómodo y seguro, además, es más económico y puede soportar el tránsito lluvioso. El pavimento de hormigón es un recurso práctico para la construcción de vías, aceras, terrazas, jardines, etc. por su belleza estética, diferentes colores, resistencia a la abrasión, facilidad de instalación y mantenimiento.

Según (Chambi, Molero y Paucara, 2017), la demanda de mineros cada año se duplica en el sector público en los últimos 5 años y en los 3 últimos años en el sector privado se triplica. Este auge se debe a varias ventajas del adoquín. Con

esto se soluciona el principal problema de veredas en la ciudad de Arequipa, que se caracteriza por fuertes lluvias en época de lluvias.

Por lo tanto, el uso de mineral de desecho minero en pavimentación es una aplicación para reducir la contaminación causada por los desechos mineros. Arena como capa de soporte, Este material debe ser de origen aluvial, no triturado y no mezclado con impurezas.

Adoquín biselado

Superficie de desgaste por biseles.



Figura 9. Se observa partes de un adoquín de concreto

Fuente: <https://bit.ly/3LiGzGP>

Adoquín de concreto

Elemento de hormigón prefabricado con bases poligonales que puede utilizarse para construir superficies completas como parte de un sistema de pavimentos articulados. Estos pueden ser bicapa y monocapa.

Partes que componen los adoquines de concreto

Cara superior: En la que circula el tráfico y se define la forma de adoquín.

Cara inferior: El adoquín se sostiene en la capa de arena.

Caras laterales o paredes: El volumen y el grosor se determinan por curvas o líneas rectas que son verticales y no cerradas.

Aristas o bordes: donde se combinan dos caras o las esquinas de la cara lateral

Bisel: es un plano inclinado en los laterales o bordes de la cara superior que puede o no fabricarse durante el proceso de fabricación. Debe ser no más de 1 cm de ancho y no es necesario, pero mejora el aspecto de los tejados, facilita la manipulación y ayuda a rellenar la unión.

Espesor: Los pavimentos son de 6 cm de grosor para el tráfico peatonal y el vehicular ligero, de 8 cm para las carreteras medianas y pesadas (incluidos los aeropuertos), y de 10 cm para el tráfico extremadamente pesado (patios de carga, puertos, etc.)

No se consideran adoquines si tienen menos de 6 cm de grosor y se colocan en mortero como baldosas.

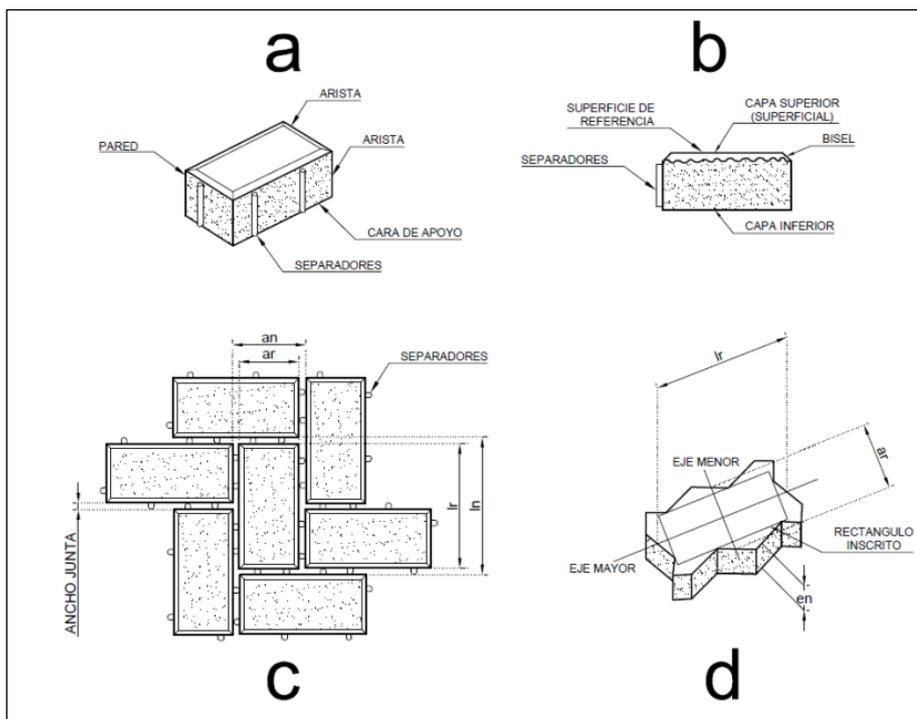


Figura 10. Partes que componen un adoquín de concreto

Fuente: Características geométricas y dimensiones de adoquines Guía de instalación de adoquines (2019).

Pavimentos articulados

Pavimento articulado es una estructura constituida por una capa de adoquín, estas capas se colocan, sellan e instalan sobre la capa de arena, sobre la superficie que tiene la capacidad portante y los requisitos necesarios.

Arena de sellos

La utilización de la arena fina para el sellado de juntas en medio de adoquines de pavimento será de origen aluvial, no triturada, liberado de resinas finas, materia orgánica u otras impurezas.

Calidad de los adoquines

El adoquín debe venir con un certificado del fabricante que indica la calidad, la cual indica que el material se rige según los requisitos según norma.

Adoquines en la pavimentación

Los adoquines de hormigón se usan en la pavimentación y ayuda a cumplir una rápida velocidad de construcción. Debido al procedimiento de la construcción simple, se construye todo el pavimento y probar en el día, por lo que la detención del tráfico es menudo y los costos financieros y sociales en tiempo, equipo, materiales, etc.

Materiales para la producción de adoquines de concreto

Para la fabricación de adoquines de concreto se debe cumplir con las normas:

- Cementos - NTP 334.009, 334.082, 334.090
- Agregados - NTP 400.037
- Agua de mezcla – NTP 339.088

Apreciación de la estructura y de sus materiales del pavimento

Los acueductos, como casi todos los acueductos, están formados por varias capas de diversos materiales y se construyen sobre terreno natural. Los materiales de cada capa se eligen generalmente en función de su disponibilidad y costes.

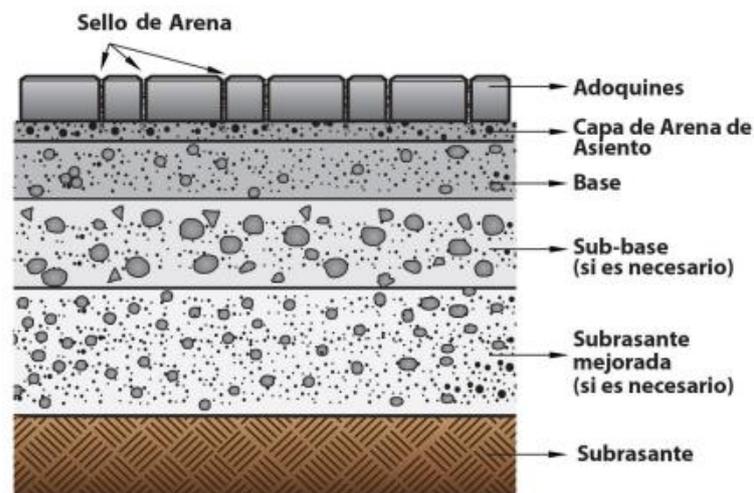


Figura 11. Estructura típica de un pavimento de adoquín

Fuente:Manual de instalacion de adoquines .

Normas en adoquines de concreto

Clasificación de Adoquines

Tipo I: Es para uso exclusivo de peatonal, lugares públicos y, en su caso, motocicletas bicicletas, paseo con coches de bebe. Abarca desde un tráfico peatonal muy ligero hasta un tráfico peatonal muy alto, como el que se encuentra en los distritos centrales de la ciudad, que se caracterizan por tener una alta concentración de peatones; centros de negocios, centros comerciales, centros educativos, áreas recreativas, áreas de mercado; y áreas cercanas a carreteras.



Figura 12. Pavimento de adoquín para uso peatonal tipo I

Tipo II: es para un uso de tránsito liviano, calles con tránsito vehicular liviano, los cuales se dan en garajes, parqueos, ciclo vías y otros de lugares donde transitan autos livianos.

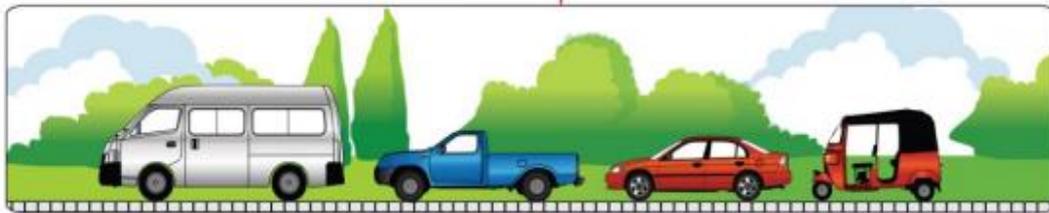


Figura 13. Pavimento de adoquín para uso de vehículos livianos tipo II

Tipo III: Es de uso industrial y tránsito pesado Para uso en zonas sometidas a cargas de tránsito pesado como puertos, aeropuertos, patios de maniobras en zonas industriales, terminales de autobuses, calles o avenidas principales.

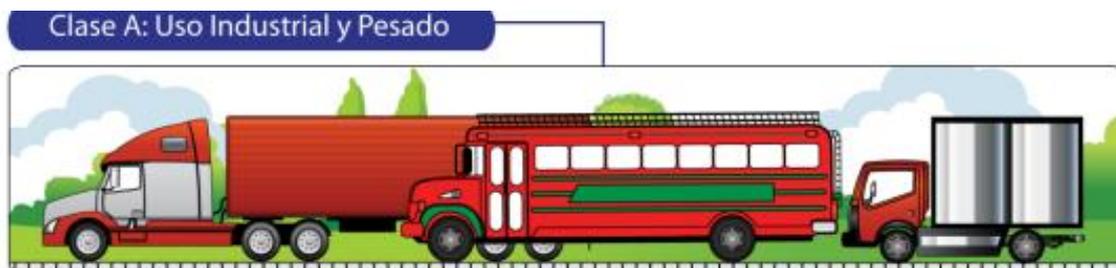


Figura 14. Pavimento de adoquín para uso industrial, vehículos pesados tipo III

Condiciones físicas de un adoquín según norma NTP

Estos adoquines serán elaborados de acuerdo a las normas, NTP 399.604 y NTP 399.611. Las dimensiones del adoquín serán de 20 cm de largo por 10 cm de ancho y 8 cm de altura, destinado a zonas de tráfico liviano, es decir, de peatones y vehículos. La resistencia se ara según la NTP 399.611 para adoquines de concreto, fijándose la resistencia mínima a utilizar de los adoquines en 380 Kg. /cm² para tráfico ligero y peatones (Tipo II). (Romero y Salina,2020)

Tabla 2. Resistencia a la compresión y espesor nominal.

TIPO	ESPESOR NOMINAL EN (mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMA EN Mpa (KG/CM2)	
		RESISTENCIA PROMEDIO	UNIDAD INDIVIDUAL
TIPO I	40	31(320)	28(290)
	60	31(320)	28(290)
TIPO II	60	41(420)	37(380)
	80	37(380)	33(340)
TIPO III	100	35(360)	32(325)
	80	55(561)	50(510)

Fuente: NTP 399.611

Tabla 3. Tolerancia dimensional

TOLERANCIA DIMENSIONAL MAX (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
1.6	1.6	3.2

Fuente: NTP 399.611

Requisitos Complementarios

Esta Norma Técnica Peruana 399.611 establece los requisitos que deben cumplir los adoquines de concreto fabricado para construcción de pavimentos y se aplica a todos los adoquines de concreto destinados para su uso en pavimentos peatonales, vehiculares, patios industriales o de contenedores Tabla 4.

Tabla 4. Absorción

TIPO DE ADOQUIN	ABSORCION MAX. (%)	
	PROMEDIO DE 3 UNIDADES	UNIDAD INDIVIDUAL
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: NTP 399.611

Pasos para la producción de un adoquín de concreto

Dosificación para la producción de un adoquín de concreto

Corresponde a la proporción especificada agregado, cemento y agua el cual componen la mezcla para la producción de los adoquines. En este punto se procede a determinar la dosificación de los ingredientes que conformarán el hormigón del pavimento. Este debe ser de bajo costo y obedecer las propiedades mecánicas pedidos por la Norma Técnica Peruana 399.611.

Mezclado para la producción de adoquín de concreto

Mezclado manual

Determinación de la dosis mixta, los materiales movidos en el área con una mezcla se realizarán porque la primera etapa organizará la arena, luego se agregará la síntesis gruesa seguida de cemento y otros materiales agregados y otros materiales y se agregará la mezcla y Se realizará la mezcla. Para secar, use una herramienta de mano para que Lampa, conveniente para hacer una mezcla dos veces, después de una mezcla de artesanía, el agua se incorporará en el centro de la mezcla, después el agua se cubrirá con objetos en ambos lados, incluso Mezcle todas las mezclas, este proceso debe hacerse al menos 3 veces.



Figura 15. Mezclado manual del concreto

Mezclado con equipo mecánico

Se realiza con mezcladora de revoluciones altas, antes de lo cual se amasa en seco con árido y cemento dentro del tambor hasta obtener una mezcla homogénea, se añade agua y se continúa amasando durante 3 a 6 minutos Si el agregado utilizado es altamente absorbente, agregue 2/3 de la cantidad de agua requerida a la mezcla antes de agregar el cemento, luego deje reposar la mezcla de dos a tres minutos.



Figura 16. Mezclado mecánico del concreto

Moldeado

La mezcla formada se pondrá en un molde colocado sobre una superficie plana vibratoria, el llenado se debe hacer capa por capa y con una varilla para homogeneizar la mezcla, se continua la vibración hasta que salga una película de agua en la cara superior, luego retirar el molde de adoquin de la mesa y llévelo al área de colocación, usando el pie y verticalmente el bloque no está estampado.



Figura 17. Moldeado mecánico del adoquín de concreto

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=QixceOMzRxk>

Fraguado

El tiempo de instalación varía de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar el pavimento 24 horas de un día para otro. No recomendamos exponer los adoquines al sol o al viento. Esto es para agilizar la pérdida de agua de la mezcla (secado temprano) y aumentar la resistencia final de los adoquines.



Figura 18. Fraguado del adoquín de concreto

Curado

Se trata de mantener húmeda la superficie del pavimento para permitir que la reacción química del cemento continúe alcanzando la calidad y durabilidad requerida, por lo que el curado superficial y cualquier otro producto de concreto es fundamental. Se recomienda apilar los adoquines en pilas de hasta cuatro unidades y dejar un pequeño espacio de al menos dos centímetros entre ellas para que se humedezcan por los lados y permitan la circulación del aire. Para endurecer el sustrato, deberás regarlas diariamente durante los primeros siete días de endurecimiento y humedecerlas al menos tres veces.



Figura 19. Se observa el curado de adoquines de concreto

Secado, almacenamiento

Se debe tener un área para almacenar las losas de pavimento lo suficiente como para continuar la elaboración durante 2 semanas y dejar que los bloques se sequen pausadamente después del curado. El área preparada debe estar

completamente tapada para que el contrapiso no se moje con la lluvia durante 28 días, que es el tiempo de curado.

Proceso de instalaciones

El adoquín de concreto se instala siguiendo un patrón de modelo de alineamiento y colocación que está determinado previamente. Esto se menciona a la forma de colocación de los adoquines uno al lado del otro, siendo la dirección la posición del modelo de patrón con relación al eje de la calle. Se debe definir antes de iniciar la construcción.

Patrones de instalación para superficies de tránsito peatonal

En la actualidad existe variedad de formas de colocación de adoquines.

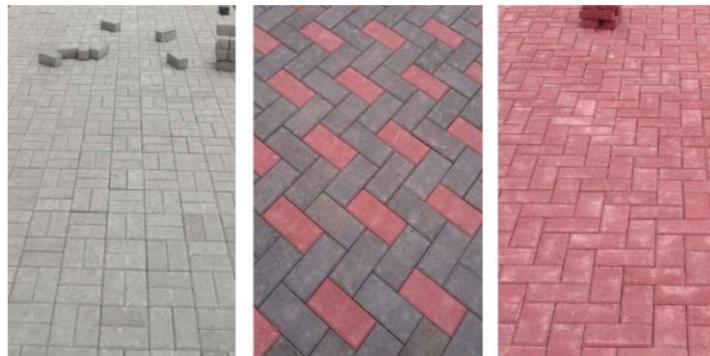
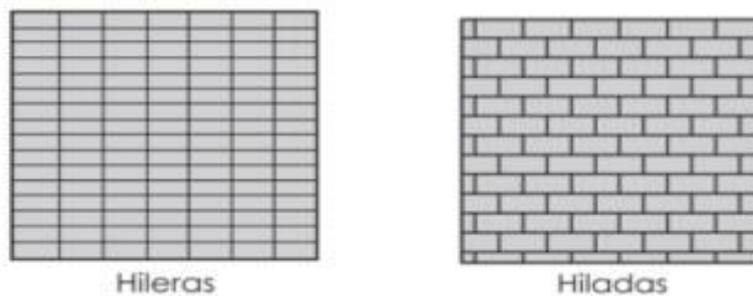


Figura 20. Tipos de patrones de instalación de adoquines



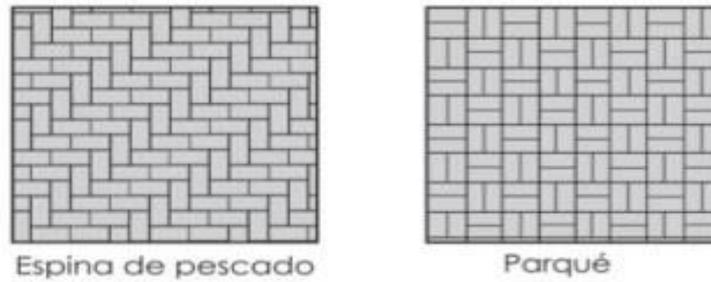


Figura 21. Patrones de Colocado de Adoquines de Concreto

Fuente: Guía de Instalaciones de adoquines

Patrón tipo hiladas

Si se utilizan adoquines rectangulares entre hiladas (entre ellas), deben estar orientados transversalmente a la calzada. Al acercarse a curvas o esquinas, los adoquines deben reubicarse mediante ajustes bien colocados. Las hiladas no deben colocarse en el sentido longitudinal de la calzada. Este modelo de patrón de posicionamiento se aconseja para uso en áreas con tráfico vivo que no están sujetas a movimientos bruscos

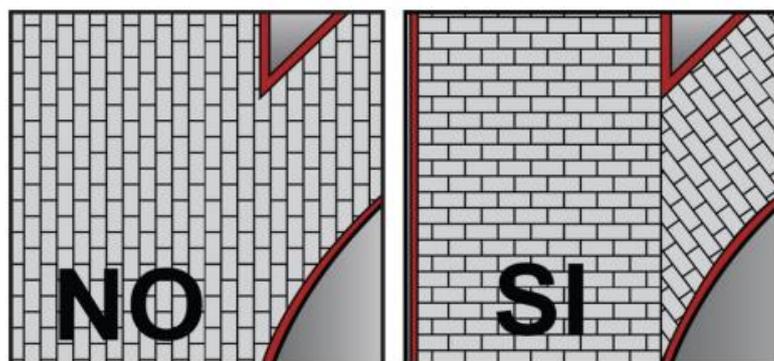


Figura 22. Patrón de hiladas de adoquín

Fuente: Guía de Instalaciones de adoquines

Patrón de hiladas para adoquines no rectangulares

Idealmente debe ser perpendicular al eje de la carretera, sin cambios en curvas o esquinas.

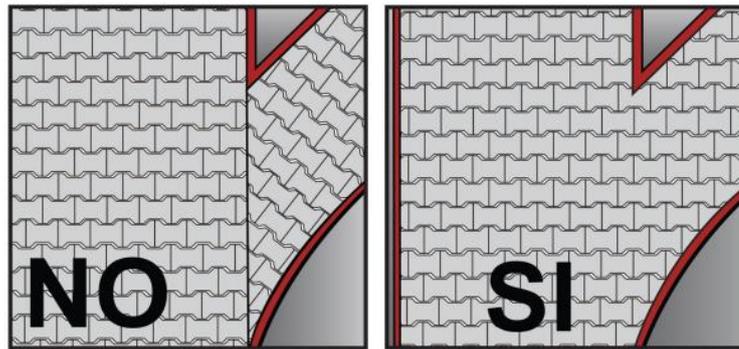
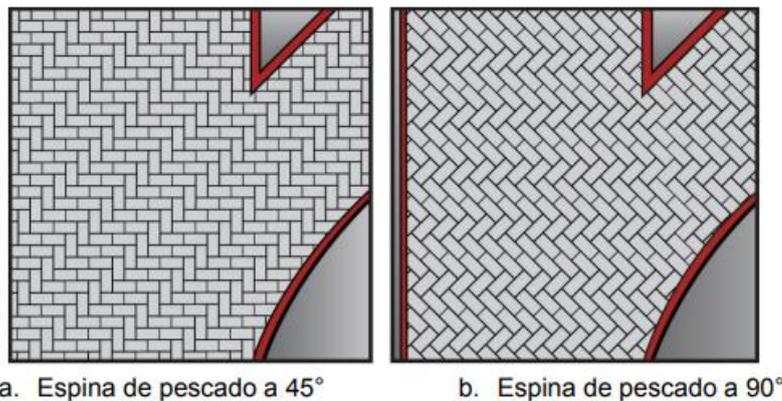


Figura 23. Patrón en hiladas de adoquines no rectangulares

Fuente: Guía de Instalaciones de adoquines

Patrón Espina de pescado

El patrón de la aleta de pescado se utiliza con rampas rectangulares de 45° o 90° para el tráfico vehículo.



a. Espina de pescado a 45°

b. Espina de pescado a 90°

Figura 24. Patrón espina de pescado

Fuente: Guía de Instalaciones de adoquines

Instalación de Adoquines de concreto

Construcción de base y sub base

Siempre debe existir una capa de base, ya que aporta mayor capacidad soporte al pavimento.

Para sub rasante natural, nivelar el sub rasante con los colgantes definidos por el diseño geométrico del camino para el drenaje, de manera que se coloque

encima la capa de base con un espesor constante. Es necesario retirar el material acumulado en los cortes o rellenar las zonas bajas o vacías con una sustancia similar o mejor que la utilizada en la sub rasante.



Figura 25. Se observa los trabajos realizados para subrasante

La base está formada por capas de grosor uniforme que recorren toda la longitud del suelo. Antes de pasar a la siguiente capa, la anterior debe estar completamente compactada. El grosor de cada una de estas capas se determina por la capacidad del equipo de compactación disponible. Dado que la compactación de una cantidad definida de material base reduce su grosor, es necesario colocar un grosor mayor de material suelto para que cuando se compacte, se cumpla el grosor requerido por el diseño. Para que la cama de arena del asiento no entre entre ellos, la superficie debe ser lo más uniforme posible, sin huecos. Para ajustarse a las zonas más duras, se puede utilizar un poco de arena o cemento de suelo, pero estos rellenos deben compactarse antes de aplicar la arena del asiento.

Confinamiento

Debido a la naturaleza compactada de todo el sistema, el confinamiento es un aspecto importante del pavimento de adoquín. Evita que el tránsito dañe la capa de rodadura conectada.



Figura 26. Se observa el confinamiento de adoquín de concreto

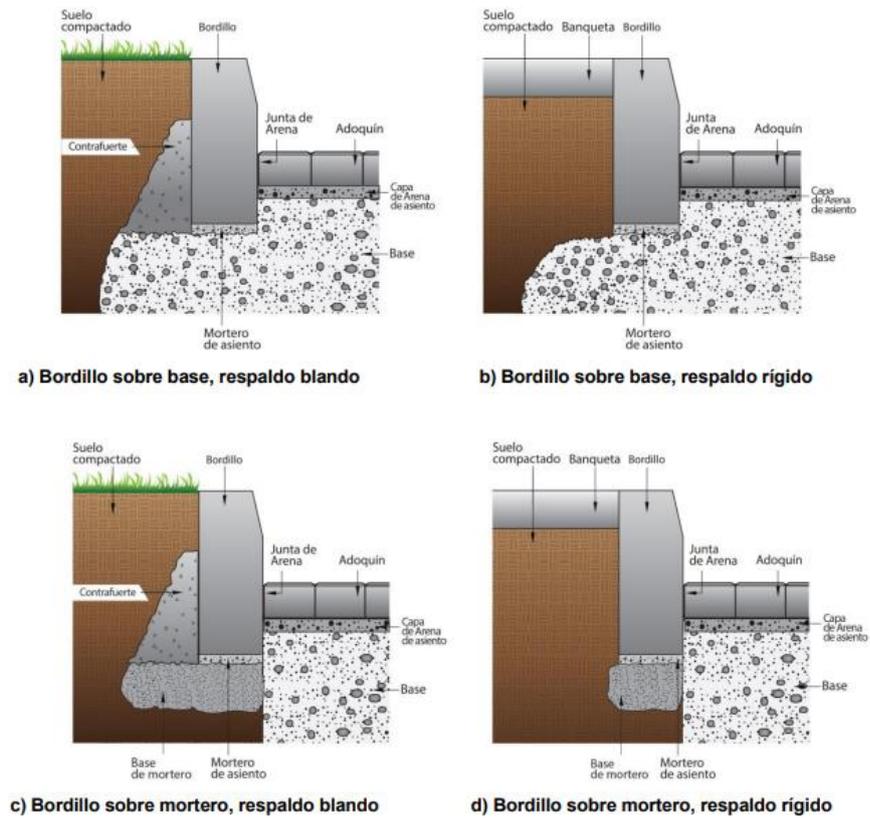


Figura 27. Se observa el confinamiento externo

Construcción de la cama de arena de asiento

Con un contenido de humedad de alrededor del 5%, la arena se coloca de forma lose y lo más uniforme posible. Se utilizan tres reglas de madera o aluminio

para la colocación, dos como guías y una como elemento de nivelación. Para cubrir toda la anchura de la carretera, los guías se colocan paralelamente al centro y al lado de la carretera. Estas guías se colocan en la superficie nivelada y compactada de la base, con suficiente arena suelta vertido entre ellas para permitir que se arraigue. Dos personas de fuera de los guías manejarán la regla de nivelación pasándola una o dos veces sin hacer un movimiento en zigzag.

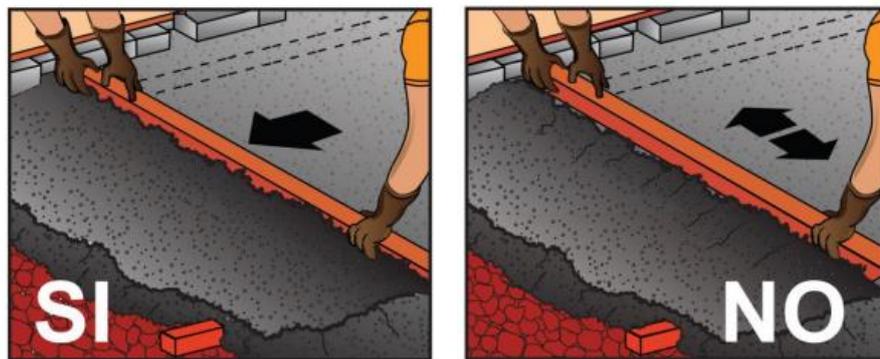


Figura 28. Nivelación de cama de arena de asiento

Uniformidad de la superficie

La superficie de la arena machacada debe ser lisa y libre de agujeros o manchas. Si la superficie ha sido perturbada o compactada por personas, animales, vehículos u otros factores antes de la instalación de los tejados, la zona perturbada debe ser removida con un cepillo de jardín u otra herramienta de nuevo con una pequeña regla o esponja. También deben rellenarse con arena suelta y voltearse con una esponja o un pequeño rulo, para que los rastros que dejan las vigas cuando se eliminan no dañen la superficie ya terminada.



Figura 29. Uniformidad de la superficie a colocar adoquín.



Figura 30. Uniformidad de la superficie de la cama de arena de asiento

Durante la instalación del adoquín se debe compactar la cama de arena de asiento. Las características inherentes al espesor de la arena no compactada, así como el contenido de humedad de la misma, determinarán su destino. Para definir este asentamiento, se requiere un área de prueba.

Saturación de la arena:

La arena no debe colocarse en condiciones lluviosas, y si se satura, debe ser eliminada, transportada a un lugar de almacenamiento y homogeneizada con arena seca antes de ser colocada de nuevo. Si la arena se satura después de ser colocada, debe ser eliminada y sustituida por material que tenga el mismo contenido de humedad que la arena utilizada en la prueba de asentamiento. La

cama de arena del asiento también puede permanecer en su lugar hasta que se seque con la consistencia deseada.

Tramo de prueba

Para mantener la alineación y el patrón de colocación, se recomienda una sección de prueba de 2 o 3 metros. Esto permite al constructor corregir la alineación y comprobar de nuevo la secuencia de colocación del patrón.

Verificar el confinamiento lateral

Para empezar a instalar los tejidos, compruebe que los confines laterales cumplen los requisitos expuestos en el 6.3; en la mayoría de los casos, los confines laterales no se alinearán a 90 grados con el patrón de colocación, por lo que los hilos deben utilizarse como guía. Las líneas que se utilizarán para comprobar de nuevo la alineación. Coloque una primera línea a poca distancia de la esquina de confinamiento y utilice como referencia para linear la primera fila de escaleras. Coloque un segundo hilo a un ángulo de 90° al primero para garantizar que no se pierda el patrón de colocación. Si es necesario, se pueden utilizar inclinaciones y corte para rellenar el espacio entre la primera línea de hilo y el confinamiento de la borde.

Secuencia de colocación

Para avanzar más allá de los rayos guía y los materiales de transporte, los instaladores deben formar trayectorias sobre los rayos ya colocados sin compactarlos. Estos caminos pueden crearse colocando tablas de madera sobre



los tejidos para permitir que las carreteras de transporte de materiales pasen a través, al tiempo que se evita que los tejidos se hundan antes de la compactación.

Figura 31. colocación de los tramos del pavimento con adoquín

Juntas

Para que el suelo funcione correctamente, las uniones entre cada elemento deben ser lo más ajustadas posibles. Cada alfombra debe tomarse a mano y colocarse exactamente donde se quiere, sin ponerla de pie; después de ajustarla



contra las alfombras vecinas, se desliza y se desliza cuando se ha sentado en la cama de arena; este método se conoce comúnmente como (herramienta y liberación), lo que significa colocarlas en la parte superior, sin dejar las uniones abiertas con propósito porque las alfombras generan uniones entre (2 mm y 3,5 mm) en promedio.

Ajustes de instalación de un adoquín

La posición del patrón en concordancia con los límites más largos de la zona pareja da determina cuántos cortes se necesitarán para terminar el pavimento, por lo que también es importante; la elección del patrón de colocación; la orientación y la posición del mismo pueden reducir el número de corte y conseguir un mejor rendimiento en el proceso de colocación.

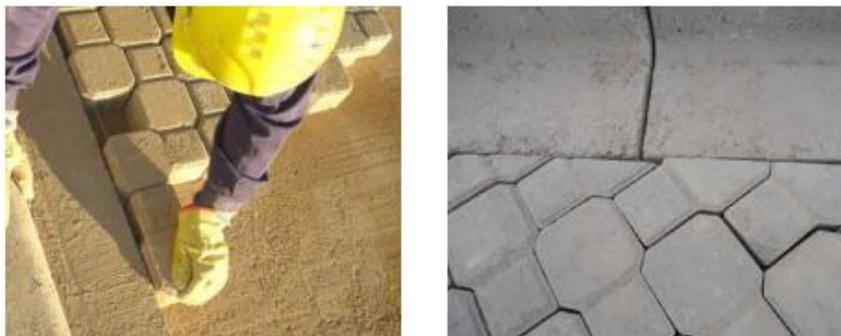


Figura 32. Ajuste de la instalación de adoquines.

Corte con diamantado

Estas piezas al ser cortadas tienen que ser menos 2mm de la medida faltante, para que tenga un encaje perfecto y un juego de 2mm.

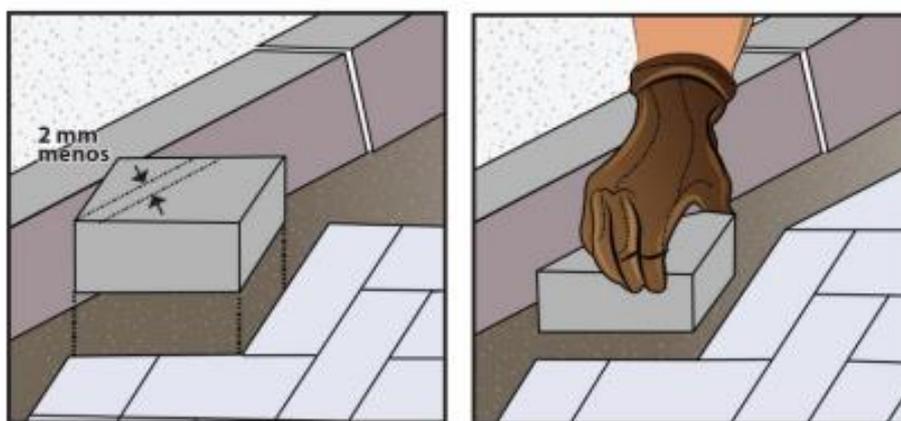


Figura 33. Ajuste de adoquines

Compactación inicial

Se tiene que realizar al menos dos pasadas con el equipo de compactación en diferentes direcciones, cubrir toda la zona del pavimento en una dirección antes de pasar por ella en la dirección opuesta, siempre teniendo en cuenta el movimiento de cada ruta con la anterior para evitar posibles inclinaciones, se entenderá como compactación inicial.

Las funciones

- a. Corta la capa de adoquin para corregir cualquier irregularidad de grosor que pueda haber ocurrido durante la instalación.
- b. Iniciar la compactación de la cama de arena de asiento de los adoquines
- c. Empezar a rellenar parcialmente las uniones desde el suelo de arena del asiento hacia arriba, anclando las inclinaciones en el proceso.



Figura 34. Compactación de los adoquines

Colocación de arena de sello (juntas)

La arena se distribuye sobre las bases en una fina capa que no las cubre completamente, y se lava tantas veces como sea necesario con cepillos o cepillos con dientes largos y duros para ingresar en la articulación; este lavado se realiza antes, o juntamente, con cada paso del compactador vibrante, y al final de la operación para garantizar que las articulaciones estén completamente llenas.



Figura 35. Colocación de arena de sello



Figura 36. Sellado de juntas

Compactación final y limpieza

Dado que la compactación final da a la calzada de hormigón su fuerza, hay que tener en cuenta que el tráfico posterior en la calzada seguirá compactando y acomodando la calzada de hormigón, así como el sello de arena en las uniones.



Figura 37. Compactación final

Herramientas

Requiere simples herramientas: palas, carretillas, Amoladora, Reglas, marcadores, estacas, cordel, flexo, nivel, cuchara de albañil, llanas, martillo de caucho, escobas, compactadora manual.

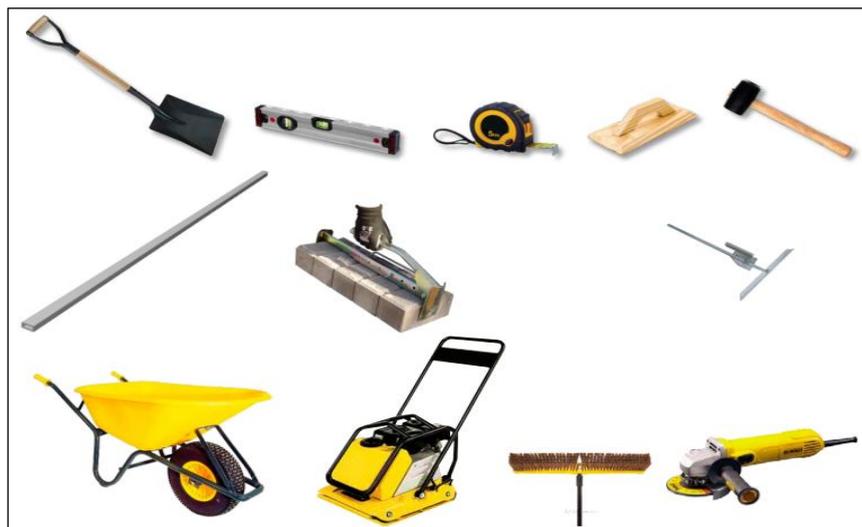


Figura 38. Herramientas utilizado para la instalación de adoquines de concreto

Muestreo y Métodos de ensayo

- Con la excepción de las pruebas de resistencia a la abrasión y de la resistencia a la congelación y al hielo, todas las unidades se evalúan de acuerdo con la NTP 399. 604.
- Todas las juntas deben someterse a una prueba de compresión, con la carga perpendicular aplicada a la sección con la mayor superficie. Si la máquina de prueba no puede romper toda la unidad, debe

cortarse por la mitad a lo largo del eje más corto y probarse por separado. Los extremos de las unidades con puntas deben cortarse, y las piezas restantes de dimensiones mayores deben ser probadas. Alrededor de los dos ejes, esta especie debe ser simétrica.

Inspección Visual

Todo el equipo debe estar en perfecto funcionamiento y sin defectos que puedan afectar a su posición adecuada o a la resistencia o el rendimiento del pavimento. Las micro fisuras causadas por los procesos de fabricación estándar o las pequeñas tinciones causadas por los tratamientos de envío estándar no serán motivo de rechazo.

Conformidad

Si la muestra de prueba del lote no cumple con los requisitos especificados, el fabricante deberá estar autorizado para separar las unidades de muestra y el comprador deberá seleccionar una nueva muestra del lote de acuerdo con la NTP 399.60 y hacerse la prueba por el costo del envío. Si la muestra 2 cumple con los requisitos de la norma técnica peruana entonces, el resto del lote representado por esta muestra también debe cumplir los requisitos y si no cumple la segunda muestra con lo requisitos todo el lote se rechazará.

El agregado fino

Definición

El agregado fino que pasa por el escurridor de 9,51 mm. (3/8") y se mantiene en el escurridor de 74 mm (N°200) que cumple con los límites establecidos en NTP 400.037 se define como agregado fino que proviene de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa por el escurridor de 9,51 mm. (3/8") y cumple con los límites establecidos en NTP 400.037.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según (Vargas, 2011), Es aplicable porque la investigación busca aplicar los conocimientos teóricos de una situación dada para ponerla en práctica y/o en la práctica. Mejorar en algunos aspectos las fuentes originalmente encontradas o establecidas.

Por último, las variables se clasifican en función de la Continuidad cuantitativa. Porque los resultados obtenidos se representaron por valores numéricos enteros y/o fraccionarios.

Nivel

Es predictivo o empírico, por que estudia las relaciones de causa y efecto y revela causa, efecto y circunstancias.

Método de investigación

El método que elegimos nos proporcionará un flujo lógico y nos llevará por la investigación desde el principio hasta el final. El método científico se utilizará como una matriz o método de generalización en este estudio, con las características siendo la capacidad de repetir un experimento específico; y que la afirmación científica es sesgada, porque los resultados conseguidos en el experimento pueden diferir de los resultados esperados en la hipótesis, denegando la última.

El método experimental se utilizará porque los conocimientos adquiridos se verificarán en un experimento. Creación de modelos, reproducción de condiciones y abstracción de las principales características del objeto de estudio o del problema manipulando las condiciones naturales de forma controlada.

Diseño de Investigación

El plan de investigación, según Jiménez Fernández (2000), organizará las condiciones experimentales y estructurará racionalmente las variables experimentales, manteniéndolas constantes, permitiendo controlar la influencia de las variables independientes en las variables dependientes.

3.2. Variables y operacionalización

Primer Variable

- Relave triturado

Segundo Variable

- Producción de Adoquines

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es un grupo infinito o finito de componentes de estudio que muestra los modelos que se estudiarán determinados en el espacio, tiempo y objeto de estudio, también llamado universo, esto mismo se representa por el problema y los objetivos. (Hernández, Fernández y Baptista ,2014).

En la investigación se tuvo en cuenta como población unas 200 Ton de residuos mineros, en un área de unos 800 m² generados a partir de la minería manual por parte de la comunidad de Ollachea. De los cuales se elaboraron 75 adoquines de concreto. El lugar se encuentra ubicado en:

- Región : Puno.
- Provincia : Carabaya.
- Distrito : Ollachea.
- Localidad : Comunidad Minera Ollachea.

Muestra

Según Arias (2016), la muestra es el subconjunto finito y representativo que se extrae de la población. Para la presente investigación se toma en cuenta los criterios para la recolección de residuos sólidos de 30 kg de residuo minero (relave) de 3 pozas, extraídas de distintas zonas.

Muestreo

No probabilístico, por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Utilizamos la técnica de observación en la que mostraremos tarjetas técnicas, gráficas, gráficas de las pruebas físicas y mecánicas desarrolladas en el laboratorio para visualizar y comprender un hecho o un conjunto, situaciones, fenómenos o contexto de la naturaleza o la comunidad, con el fin de obtener información evidente, por lo que utilizaremos la técnica de observación en la que mostraremos tarjetas técnicas, gráficas, gráficas de las pruebas físicas y mecánicas desarrolladas en el laboratorio para obtener información evidente. (Hernández, Fernández y Baptista ,2014).

Para el objetivo específico 1, la técnica que se realizó es alcanzar la proporción perfecta de adición de relave en la dosificación de mezcla para la producción de adoquines estructuralmente viables.

Para el objetivo específico 2, la técnica que se realizó es determinar la influencia de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín, producido con adición perfecta de relave.

Para el objetivo específico 3, se realizó la determinación de la influencia en el análisis del costo unitario entre adoquín de concreto normal y con adición de relave

Visualización y observación directa e indirecta:

Los resultados de las pruebas, como la absorción, la variación dimensional y la compresión, se aplicarán a las muestras.

La investigación utilizó la observación y el experimento como técnica de recogida de datos, lo que es apropiado dada la naturaleza del problema experimental.

Tabla 5. *Etapas de la investigación con sus técnicas*

Fases	Origen	Técnica	Instrumento
Evaluación de la zona	Directa	Observación	Guía de entrevistas
Extracción de residuos mineros (relave)	Directa	Observación	Llenado de ficha de recolección
Análisis de los residuos mineros (relaves)	Directa	Observación	Certificados de Resultados
Preparación de la mezcla	Directa	Observación	NTP 334.003
Secado del adoquín con adición de relave	Directa	Observación	NTP 334.051
Pruebas de resistencia, absorción y variación dimensional	Directa	Observación	Certificados de resultados

Fuente: Elaboración propia

Instrumentos

Primero como investigación experimental, los instrumentos utilizados corresponden para la toma de muestra del relave. estos para el análisis en laboratorio.

- Envases transparentes con tapa
- Balanza de 1 kg.
- Malla para el tamizado
- Pala, picó y otras herramientas manuales
- Material de escritorio
- Transporte(vehículo)

Segundo como investigación experimental, los instrumentos utilizados corresponden para la toma de muestra del agregado fino procedente de la cantera Macusani, estos para el análisis en laboratorio.

- Sacos de 20 kg
- Pala
- Material de escritorio
- Transporte(vehículo)

Se mencionan los siguientes para el tercer análisis, que consiste en comprobar el espécimen de adoquín:

- Recolección de relave (fichas)
- Guía sobre origen del relave.
- D.S. N° 057-2004. PCM Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.
- Fichas que exijan los datos conseguidos en laboratorios se registrarán en los informes finales del laboratorio de ensayo acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA, GEO CONTROL TOTAL E.I.R.L.

Validez y Confiabilidad

La validación de las herramientas de recolección de datos es realizada por consultores especialistas en temas ambientales y manejo de residuos sólidos mineros. Asimismo, la autenticidad. La confiabilidad del testimonio obtenido sobre las muestras en el laboratorio Geo Control Total E.I.R.L. autorizado por INACAL, certificado por los resultados obtenidos.

3.5. Método de análisis de datos

Engloba el procesamiento de datos (distribuidos, no ordenados e individuales) obtenidos de muestras de residuos mineros recogidas durante el trabajo en campo para producir resultados (datos agrupados y ordenados), a partir de los cuales se realiza el análisis de acuerdo con las hipótesis de investigación.

Se investigó la fuente y el momento de la acumulación de los tanques utilizando un manual de mantenimiento.

En consecuencia, necesitamos los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas primero sobre los residuos mineros, y luego sobre la fuerza de los prototipos de pavimentos. Se identificaron datos comparativos aditivos basados en estos hallazgos para determinar la mejor muestra.

Se utilizó las técnicas de las Normas Técnicas Peruanas.

- Unidades de Albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos Requisitos NTP-399.611.
- Peso unitario del agregado (suelto y compactado): NTP 400.017
- Análisis granulométrico para Agregado fino: NTP 400.012
- Peso específico y absorción de Agregados: / NTP 400.022
- Contenido de humedad para Agregados: NTP 339.185
- Métodos de Muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto: /NTP 399.604

3.6. Procedimientos

Procedimiento de la recolección de datos

El proceso del trabajo de investigación se ejecuto en el distrito de Ollachea de la provincia de Carabaya de la Región de Puno; tuvo como inicio la revisión de la literatura relacionado al tema, teniendo en cuenta los objetivos planteados en la investigación, se realizó una exploración exhaustiva de datos encontrados en las tesis, revistas científicas, publicaciones y otros, considerando investigaciones de los últimos años.

Plan de trabajo:

- Selección de relave minero de la comunidad Minera Ollachea.
- pruebas en laboratorio tales como físicos del relave minero.
- Selección del agregado fino de la Cantera Macusani.
- pruebas en laboratorio físicos del agregado fino proveniente de la cantera de Macusani.

- Resultados de la dosificación por parte del laboratorio
- Realizar dosificaciones con adición de 0%,10%, 30%, 50% y 75%, de relave.
- Producción de 75 adoquines de tipo II con diferentes porcentajes de adición de relave.
- pruebas en laboratorio de, absorción, variación dimensional y densidad para los 75 adoquines de concreto.
- pruebas de compresión a los (7,14 y 28) días, para dosificaciones con adición de 0%,10%, 30%, 50% y 75% de relave.

Localización del lugar de investigación

Se realizó en la zona de la comunidad minera Ollachea ubicada a 10 km del distrito de Ollachea.

Región : Puno

Provincia : Carabaya

Distrito : Ollachea

Comunidad : Comunidad Minera Ollachea



Figura 39. ubicación de la ciudad de Ollachea y la zona minera



Figura 40. Ubicación de la zona de investigación

3.10.2. Materiales y Equipos para el procedimiento de toma de muestra

Tabla 6. *Materiales y Equipos para Montaje Experimental*

Material	9 Sacos 10 Envases transparentes con tapa 1 baldes de 1gln Tamiz 02 Baldes 5 galones
Equipo	Cámara G.P.S Balanza de 5 kilos
Herramienta	Pala tipo cuchara Badilejo Pico
Formato	Ficha de campo
EPP	Zapatos punta acero Chalecos reflectados Guantes de palma de goma Casco
Material de escritorio	Lápices, plumones, lapiceros, cuaderno, libros fichas y tableros
transporte	Auto

Procedimiento para toma de muestra del relave

Relave

Se ha aplicado una técnica de muestreo en un área clasificado de la zona de relaves, se toman muestras (10 kg) al azar, la muestra resultante luego se subdivide, homogeneiza y separa de acuerdo con el propósito utilizado para la prueba.



Figura 41. Se observa el relave de diferentes pozas

La muestra se recolecta en sacos, utilizando palas para el llenado.



Figura 42. Muestra seleccionado en sacos.



Figura 43. Poza 1 de relave minero.



Figura 44. Poza 2 de relave minero.



Figura 45. Se observa las tres muestras de relave de diferentes zonas

Procedimiento para la toma del agregado fino

Agregado Fino

Se ha aplicado una técnica de muestreo aleatorio en un área determinada de la cantera de agregados, se toman muestras (100 kg) al azar, la muestra resultante luego se subdivide, homogeneiza y separa de acuerdo con el propósito utilizado para la prueba.



Figura 46. Toma de muestra del agregado fino cantera Macusani

2.6.4. Procedimiento para la etapa experimental

Se comenzó a recolectar muestras de 3 kg de relaves mineros en envases transparentes con tapa fácil, recogiendo los con cuidado. Además, se tomaron 3 muestras de 500 g para los estudios en laboratorio.



Figura 47. Toma de muestra de los insumos principales

Etapas Previas

Reconocimiento del lugar

se realizó un reconocimiento del sitio, entorno de investigación, realizó estudios de campo.



Figura 48. Reconocimiento del lugar

Extracción de relave como muestra

Las muestras se tomaron de diversas localizaciones para llevarlas al laboratorio y analizarlas por sus características físicas.



Figura 49. Se muestra la extracción del relave minero

Embolsado de la muestra. Las muestras se colocaron en bolsas y rotulares y se transportaron a un laboratorio certificado para su análisis.



Figura 50. Colocado de muestras de relave para envío al laboratorio.

Etapa Experimentales

a. Reconocimiento del lugar: Se identificaron la ubicación y el entorno del estudio, y se rellenaron las tarjetas de campo; a continuación, se muestra una vista del área del estudio.



Figura 50. Reconocimiento de la zona

b. Extracción de relave como muestra

Los residuos mineros se extraen en sacos utilizando una pala y luego se mueven a un punto de trabajo para ser preparados para el siguiente paso



Figura 51. Extracción de relave minero

c. Muestra para laboratorio: Se utilizaron envases de polietileno de rápido cierre para transportar las muestras. Para recoger muestras para su análisis en laboratorio con el fin de determinar si o no los residuos mineros se originaron en la comunidad de Ollachea.



Figura 52. Muestras de relave en envases de polietileno

e. Preparación de mezcla

se utilizó los siguientes materiales:

- Relave
- Cemento
- Agregado fino
- Agua



Figura 53. muestra de cemento, relave y arena

f. Mezclado de los materiales:

este proceso se mezclaron todos los ingredientes utilizados. Las figuras muestran muestras de cemento yura, mineral (relave) y arena de la cantera Macusani. Se realizaron diferentes mediciones para cada muestra.



Figura 54. Se observa realizando la mezcla de relave con cemento y arena.

g. mezcla final: La pasta se colocó en el molde y se trabajó con una cuchara y otra cuchara. En esta imagen, se puede ver una mezcla de materiales con las mismas proporciones para todas las muestras, pero con diferentes concentraciones de relajante.



Figura 55. Se observa el llenado en el molde para adoquín con mezcla con adición de relave.

h. Secado: Después, se dejó en el exterior para secarse durante aproximadamente 28 días.



Figura 56. Se observa el moldeado del adoquín de concreto

Prueba de resistencia

Para probar la resistencia de los adoquines fabricados. En el laboratorio Geo Control Total E.I.R.L se realizaron total 45 pruebas de resistencia con adición de relave al 0%,10%,30%,50% y 75%, los cuales 3 muestras por porcentaje de adición, a los 7,14 y 28 días de curado.



Figura 57. Rotura de adoquines de concreto en el laboratorio GEO CONTROL TOTAL E.I.R.L

Prueba de variación dimensional:

Para probar la variación dimensional de los adoquines elaborados. En el laboratorio Geo Control Total E.I.R.L se realizaron 5 pruebas de variación dimensional con adición de relave al 0%,10%,30%,50% y 75%, los cuales 3 muestras por porcentaje de adición, a los 7,14 y 28 días de curado.



Figura 58. Prueba de variación dimensional

Prueba de absorción

Para probar la absorción de los adoquines elaborados. En el laboratorio Geo Control Total E.I.R.L se realizaron 3 pruebas de absorción con adición de relave al 0%,10%,30%,50% y 75%, los cuales 3 muestras por porcentaje de adición, a los 7,14 y 28 días de curado.



Figura 59. Prueba de absorción

3.7. Aspecto ético

Los investigadores declaran y se comprometen con la autenticidad de sus resultados, trabajan diligente y persistentemente para desarrollar adecuadamente la investigación que han realizado, teniendo en cuenta el medio ambiente para el resto de sus vidas en cada proceso. Para el crecimiento de este estudio se tomó como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la Norma Técnica Peruana (NTP) y la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), las cuales se necesitaban, es necesario contar con los recursos necesarios para no se manipula la encuesta y por tanto los resultados obtenidos. Como profesionales, somos conscientes de nuestro código ético en todos los aspectos de nuestra vida.

Cumplimiento estrictamente del código de ética de investigación de la Universidad Cesar Vallejo, aprobado mediante Resolución de Consejo universitario RCU N°0340-2021-UCV.

Nos sometemos en cualquier momento al análisis de anti plagio y grado de similitud con el Software TURNITIN.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del agregado fino

Especificaciones del agregado fino.

Definición

Correspondiente al agregado normalmente compuesto por arena o piedra triturada, las partículas atraviesan por el tamiz de 3/8" (9,5 mm) y queda retenida en el tamiz n°200 y también sujetas a los límites de medición de partículas establecidos en la norma. NTP 400 037.

Propiedades.

Según las normas técnicas peruanas, se determinaron las propiedades físicas del agregado fino.

Peso específico

Cálculos

- Peso Específico masa:

$$P_{em} = \frac{p_s}{P_a + P_{SSS} - P_p}$$

- Peso Específico Saturado Superficialmente Seco:

$$P_{ess} = \frac{500}{P_a + P_{SSS} - P_p}$$

- Peso Específico Aparente:

$$P_{ea} = \frac{p_s}{(P_a + P_{SSS} - P_p) - (500 - P_s)}$$

- P_s = P. de la muestra seca.
- P_p = P. de la fiola + agua + arena.

- Pa =P.de la fiola + agua.
- Psss =P.de la muestra saturado superficialmente seco

Resultados

Tabla 7. *Peso específico, absorción del agregado fino*

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
Nombre	Agregado fino	
Descripción	Unidad	Ensayo 1
Método de remoción de aire		Ebullición
Peso de muestra secada al horno	g	1990.00
Peso de la muestra saturada *SSS	g	2022.00
Peso del picnómetro con agua	g	0.00
Peso del pic.+muestra agua	g	1214.00
Peso específico	g/cm³	2.55
Peso específico *SSS	g/cm ³	2.59
Peso específico aparente	g/cm ³	2.66
Absorción	%	1.61

Fuente: Elaboración propia

Pesos unitario varillado y suelto.

Cálculos

- Peso de muestra (Pm):

$$Pm = P(m + mld) - Pml)$$

- Peso Unitario Varillado y suelto (PUS):

$$PUS = \frac{Pm}{Vmld}$$

Donde:

- $Vmld$ = Volumen del molde.
- $Pmld$ = Peso del molde.
- $P(m+mld)$ =Peso de la muestra más peso del molde.

Tabla 8. Resultados del ensayo de peso unitario.

Peso unitario varillado del agregado fino				
Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
P. Unitario varillado del agregado fino				
P. del molde+muestra	g	14000	13997	14001
P. de la muestra	g	3558	3615	3798
P. Unitario	g/cm ³	1.723	1.722	1.723
PROMEDIO PESO UNITARIO VARILLADO	g/cm³		1.723	

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Resultados del ensayo de peso unitario suelto.

Peso unitario suelto del agregado fino				
Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
P. Unitario varillado del agregado fino				
P. Del molde+muestra	g	13450	13437	13435
P. De la muestra	g	3174	3197	3192
P. Unitario	g/cm ³	1.553	1.549	1.548
PROMEDIO PESO UNITARIO VARILLADO	g/cm³		1.550	

Fuente: elaboración propia

Contenido de humedad

Cálculos

$$\%CH = \left[\frac{P_0 - P_s}{P_s} \right] \times 100$$

Dónde:

Ps =Peso Seco de la Muestra (gr)

%CH = Contenido de Humedad (%)

Po = Peso Natural de la Muestra (gr)

Resultados

Tabla 10. Resultados de contenido de humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO						
Ítem	Material	Cantera	Peso de tarro(g)	Peso masa húmeda+tarro(g)	Peso más +tara(g)	Contenido de humedad
T-526	agregado fino	Macusani	115.0	1258.5	1251.1	0.65%

Fuente: Elaboración propia

Granulometría del agregado fino.

Resultados

NTP 400.012-2013 de agregados

Tabla 11. *Granulometría Del Agregado Fino*

1.-granulometria por tamizados						
Nombre :		Agregados fino				
Tamiz	ABERTURA (mm)	Material retenido			Pesos acumulados %	Material pasante
		Peso +tarro g	Peso retenidos %			
PULGADAS	mm					
3	76.20			0	0	
2	63.50			0	0	
2 1/2	50.60			0	0	
1 1/2	38.10			0	0	
1	25.40			0	0	
3/4.	19.05			0	0	
1/2.	12.70			0	0	
3/8.	9.52			0	0	100
N°4	6.35	199.5	65.7	4.8	4.8	95.2
N°8	4.76	308.8	175	12.9	17.7	82.3
N°10	2.38	244.3	110.5	8.1	25.8	74.2
N°16	1.19	264.2	130.4	9.6	35.4	64.6
N°30	0.62	354.9	221.1	16.3	51.7	48.3
N°40	0.45	221.6	87.8	6.5	58.1	41.9
N°50	0.35	343.8	210	15.4	73.6	26.4
N°80	0.18	243.8	110	8.1	81.7	18.3
N°100	0.150	240.4	106.6	7.8	89.6	10.5
N°200	0.074	216.2	82.4	6.1	95.6	4.4
FONDO		194.3	60.5	4.4	100	0

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza

Tabla 12. Resultados del ensayo.

Nombre de la muestra Tamiz		Agregado fino Material retenido		
ABERTURA		Retenidos %	Acumulados %	Material pasantes
PULGADA	mm			
3/4.	19.5	0	0	
1/2.	12.7	0	0	
3/8.	9.525	0	0	100
N°4	4.75	4.8	4.8	95.2
N°8	2.36	12.9	17.7	82.3
N°10	2	8.1	25.8	74.2
N°16	1.19	9.6	35.4	64.6
N°30	0.6	16.3	51.7	48.3
N°40	0.42	6.5	58.2	41.9
N°50	0.3	15.4	73.6	26.4
N°80	0.18	8.1	81.7	18.3
N°100	0.15	7.8	89.5	10.5
N°200	0.074	6.1	95.6	4.4
FONDO		4.4	100	0

$$MF = \frac{[\sum(\%Retenido Acumulado) + 500]}{100}$$

Modulo de fineza:3.47

4.2. Relave minero

Cálculos

- Peso Específico de masa:

$$P_{em} = \frac{p_s}{P_a + P_{SSS} - P_p}$$

- Peso Específico Saturado Superficialmente Seco:

$$P_{ess} = \frac{500}{P_a + P_{SSS} - P_p}$$

- Peso Específico Aparente:

$$Pea = \frac{p_s}{(P_a + P_{SSS} - P_P) - (500 - P_S)}$$

Resultados

Tabla 13. *Peso específico y absorción del relave*

Peso específico y absorción del relave		
Nombre	RELAVE	
Descripción	Unidad	Ensayo 1
Método de remoción de aire		Ebullición
Peso de muestra secada al horno	g	1494.0
Peso de la muestra saturada *SSS	g	1545.0
Peso del picnómetro con agua	g	0.00
Peso del pic.+muestra+agua	g	900.0
Peso específico	g/cm³	2.40
Peso específico *SSS	g/cm ³	2.59
Peso específico aparente	g/cm ³	2.66
Absorción	%	3.41

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario suelto y varillado

Cálculos

- Peso de muestra $Pm = P(m + mld) - Pml$

$$PUS = \frac{Pm}{Vmld}$$

- Peso Unitario Suelto Varillado

Donde:

- P(m+mld): Peso de la muestra más peso del molde.
- Pmld: Peso del molde.
- Vmld: Volumen del molde.

Tabla 14. Resultados del ensayo de peso unitario varillado del relave

Peso unitario varillado del relave				
Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
P. Unitario varillado del agregado fino				
P.del molde+muestra	g	12800	12796	12798
P. De la muestra	g	2243	2254	2264
P. Unitario	g/cm ³	3.921	3.919	3.920
Promedio peso unitario varillado	g/cm ³		3.920	

Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Resultados del ensayo de peso unitario suelto del relave.

Peso unitario suelto del relave				
Descripción	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	ENSAYO 3
P. Unitario varillado del agregado fino				
P. Del molde+muestra	G	11900	11895	11890
P. De la muestra	G	2784	2784	2779
P.unitario	g/cm ³	1.113	3.641	3.639
Promedio peso unitario varillado	g/cm ³		2.464	

Fuente: elaboración propia

Contenido de humedad

Cálculos

$$\%CH = \left[\frac{P_0 - P_s}{P_s} \right] \times 100$$

Dónde: %CH: Contenido de Humedad [%]

Po: Peso Natural de la Muestra [gr]

Ps: Peso Seco de la Muestra [gr]

Resultados

Tabla 16. Resultados de contenido de humedad del relave

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL RELAVE						
ítem	Material	Cantera	peso de tarro(g)	peso muestra húmeda +tarro(g)	peso muestra seca +tarro(g)	contenido de humedad
		MINA				
T-15	RELAVE	OLACHEA	115.0	1058.2	987.5	8.1%

Fuente: Elaboración propia

Granulometría

NTP 400.012-2013 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado, fino grueso y general

Tabla 17. *Granulometría del relave*

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO						
NOMBRE DE LA MUESTRA		RELAVE				
TAMIZ	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO				
		PESO +TARRO G	PESO RETENIDOS %	PESO ACUMULADOS %	MATERIAL PASANTES	
PULGADAS	mm					
3	76.2			0	0	100
2	63.5			0	0	100
2 1/2	50.6			0	0	100
1 1/2	38.1			0	0	100
1	25.4			0	0	100
3/4.	19.05			0	0	100
1/2.	12.7			0	0	100
3/8.	9.25			0	0	100
N°4	4.75			0	0	100
N°8	2.36	134.2	0.4	0	0	100
N°10	2	133.9	0.1	0	0	100
N°16	1.19	134.6	0.8	0.1	0.1	99.9
N°30	0.6	138	4.2	0.3	0.4	99.6
N°40	0.42	149.8	16	1.3	1.7	98.3
N°50	0.3	172	38.2	3.1	4.8	95.2
N°80	0.18	245.5	11.7	8.9	13.7	86.3
N°100	0.15	233.8	100	8	21.7	78.3
N°200	0.74		171.9	13.7	35.4	64.6
BASE		741.2	723.4	64.3	100	0.00

Fuente: Elaboración propia

Curva granulométrica

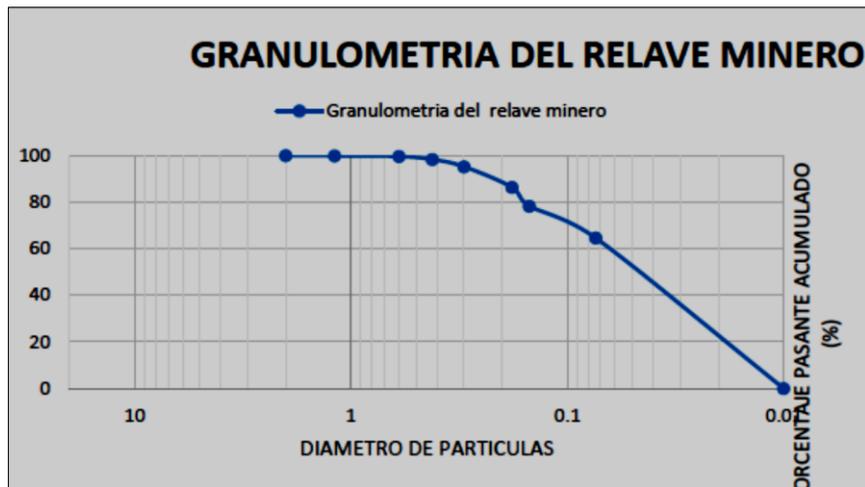


Figura 60. Curva Granulométría del relave

Módulo de fineza

NTP 400.012-2013 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado, fino grueso y general

Tabla 18. Módulo de fineza del relave

GRANULOMETRIA POR TAMIZADOS						
NOMBRE DE LA MUESTRA		RELAVE				
TAMIZ	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO			MATERIAL PASANTES	
		PESO +TARRO G	PESO RETENIDOS %	PESO ACUMULADOS %		
PULGADAS	mm					
N°4	4.75		0	0	100	
N°8	2.36	134.2	0.4	0	100	
N°16	1.19	134.6	0.8	0.1	99.9	
N°30	0.6	138	4.2	0.3	99.6	
N°50	0.3	172	38.2	3.1	95.2	
N°100	0.15	233.8	100	8	78.3	
FONDO		941.3	807.2	64.7	100	

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza:0.31

4.3. Dosificación Para Concreto de Adoquines

En la producción de adoquines se han utilizado dosificaciones a lo largo de la historia, tomadas empíricamente, estas dosificaciones están sujetas a ciertas características requeridas en la NTP 399.611. se señala que esta relación debe ser

ahorrada para reducir costos. Sin embargo, también es común referirse a tablas que dan diferentes proporciones de cemento, agregado grueso fino y agua.

Para efectos de nuestro estudio, fue conveniente utilizar una dosificación comúnmente utilizada por una empresa especializada en la producción de adoquines de concreto de la ciudad de Juliaca, de modo que los resultados obtenidos tuvieran aplicaciones más prácticas.

Granulometría de los agregados finos

Del mismo modo, la granulometría tiene un impacto tanto en la resistencia como en el aspecto final del hormigón. El agregado fino se calibrará mejor, lo que permitirá una mejor reorganización de las partículas bajo la influencia de las vibraciones. Dado que las moléculas mayores o iguales a 3/8 pulgada tienen más porosidad y un acabado más irregular, es fundamental utilizar una granulometría muy fina y pequeña a la hora de administrar.

Tabla 19. *Dosificación de concreto para 180 unidades de adoquines*

DOSIFICACION DE 180 ADOQUINES DE CONCRETO			
componentes	Pesos en (kg)	% del agregado	
Cemento yura	127.5	22%	
agregado fino (arena)	450	78%	
total	577.5	100%	

Fuente: Dosificación de concreto Geo Control Total E.I.R.L.



Figura 61. Dosificación de Geo Control Total E.I.R.L.

Fuente: elaboración propia

La cantidad de agua utilizada cambia según el nivel de humedad durante la producción. En conclusión, Geo Control Total E.I.R.L. ha desarrollado categorías según el peso de agua. Estos pueden variar entre 44 y 46 litros para 180 adoquines tipo II de altura 8cm, cuya resistencia es resistencia a la compresión $f'c=380 \text{ kg/cm}^2$. Por lo tanto, nos basaremos al adoquín normal para una resistencia de $f'c=380 \text{ kg/cm}^2$ es:

Dosificación para $f'c=380 \text{ Kg/cm}^2$ por m^3

Tabla 20. *Dosificación $f'c=380 \text{ Kg/cm}^2$ por m^3*

DOSIFICACION DE 180 ADOQUINES DE CONCRETO		
ELEMENTO	DOSIFICACION EN PESO TIPO II (kg)	KG/M3
AGUA	45 LITROS	156.25
CEMENTO	3 BOLSAS	442.71
AGREGADO FINO -ARENA	450	1562.5

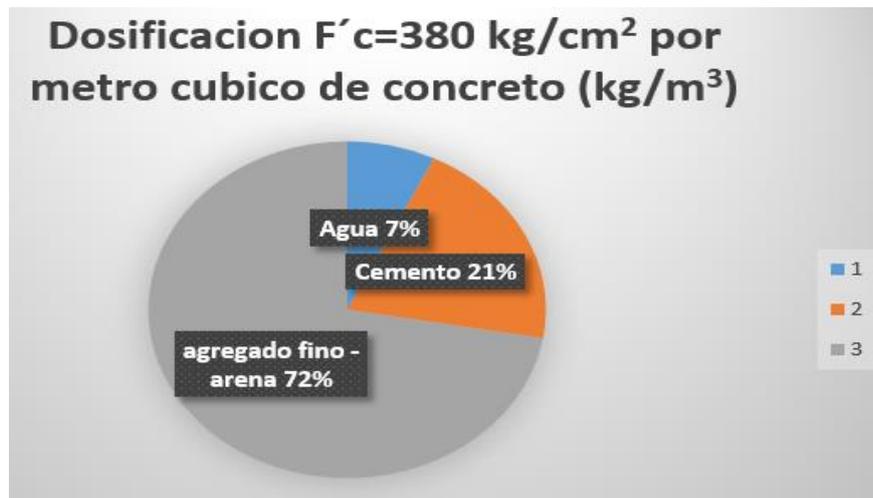


Figura 62. *Dosificación $f'c=380 \text{ Kg/cm}^2$ por m^3*

Fuente: Elaboración propia

Dosificación de mezcla para un adoquín normal

Tabla 21. *Dosificación de mezcla para un adoquín normal*

DOSIFICACION DE MEZCLA PARA UN ADOQUIN PATRON		
CEMENTO (Kg)	AGREGADOS FINO - ARENA (Kg)	AGUA
0.708	2.5	0.25

Fuente: Elaboración propia

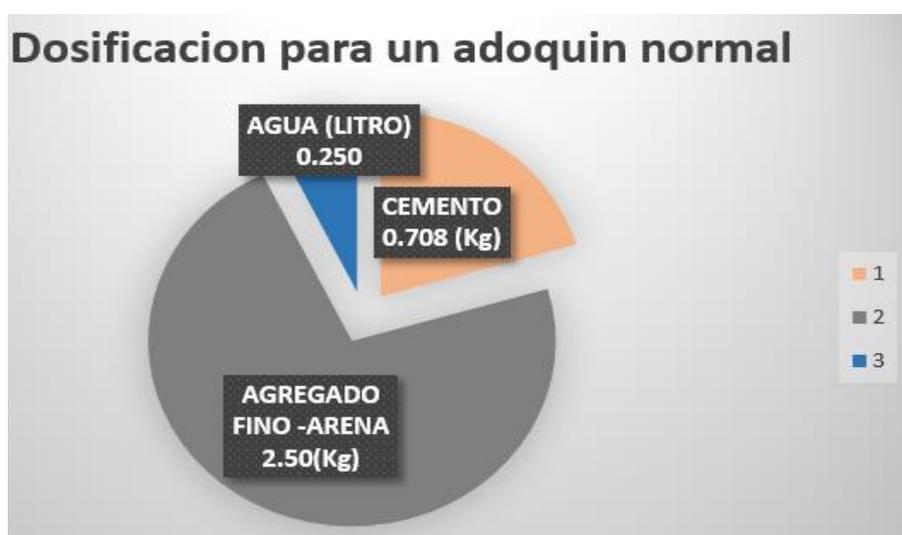


Figura 63. Dosificación para un adoquín normal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. *Dosificación por kg de cemento*

DOSIFICACION POR KILOGRAMO DE CEMENTO	
ELEMENTO	Kg/KILO DE CEMENTO
1.-AGUA	0.350
2.-CEMENTO	1.00
3.-AGREGADO FINO - ARENA	3.53

Fuente: Elaboración propia



Figura 64. Dosificación en peso por kilogramo de cemento

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla adición de relave en remplazo del agregado fino

Se realizó la adición de relave como remplazo del agregado fino en porcentajes de 10%, 30%, 50% y 75%.

Dosificación con adición al 10% de relave

Tabla 23. Dosificación con adición al 10% de relave.

Dosificación con adición de relave al 10%			
Cemento kg	Agregados finos-arena	Agua	Relave minero
1	3.177	0.350	0.353
	90%		10%

Dosificación para un adoquín con relave al 10%			
Cemento en (kg)	Agregados fino-arena (kg)	Agua en (Lt)	Relave (kg)
0.7080	2.25	0.25	0.25
	90%		10%



Figura 65. Dosificación para un patrón al 10% de relave

Fuente: Elaboración propia

Dosificación con adición del 30 % de relave minero

Tabla 24. *Dosificación con adición del 30% de relave.*

Dosificación con adición del 30% de relave				
Cemento	Agregado fino-arena	Agua	Relave minero	
1	2.471	0.350	1.059	
	70%		30%	

Dosificación para un adoquín con relave al 30%				
Cemento en (kg)	Agregados fino-arena (kg)	Agua (lt)	Relave (kg)	
0.708	1.75	0.25	0.750	
	70%		30%	

Fuente: Elaboración propia



Figura 65 Dosificación con adición del 30% de relave.

Fuente: Elaboración propia

Dosificación con adición al 50 % de relave.

Tabla 25. *Dosificación con adición al 50% de relave.*

Dosificación de mezcla con adición de relave al 50%			
Cemento	Agregados fino-arena	Agua	Relave
1	1.765	0.350	1.765
	50%		50%

Dosificación de mezcla para una unidad de adoquín con relave al 50%			
Cemento (kg)	Agregado fino-arena(kg)	Agua en (lt)	Relave (kg)
0.7080	1.25	0.25	1.250
	50%		50%

Fuente: Elaboración propia



Figura 66. Dosificación con adición del 50% de relave.

Fuente: Elaboración propia

Dosificación con adición del 75 % de relave.

Tabla 26. *Dosificación con adición del 75% de relave.*

Dosificación con adición del 75% de relave				
Cemento	Agregados fino-arena	Agua	Relave	
1	0.8825	0.350		2.648
	25%			75%
Dosificación un adoquín al 75% de relave				
Cemento (kg)	Agregados fino-arena(kg)	Agua en (lt)	Relave (kg)	
0.708	0.625	0.25		1.875
	25%			75%

Fuente: Elaboración propia



Figura 67. Dosificación con adición del 75% de relave.

Fuente: Elaboración propia

4.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Variación dimensional

Procedimiento:

Para lograr el estándar, se deben medir al menos 3 muestras para cada ensayo: Residuo estándar, 0%, 10%, 30%, 50% y 75%. Se realizan cuatro medidas a cada lado para medir cada muestra unitaria de adoquín, tal y como exige la norma:

Materiales:

- Vernier metálico, de 20 cm

Resultados

Tabla 27. Resultados de variación dimensional.

% de relave	Variación dimensional	Variación dimensional máxima según las normas	
patrón 0%	0.6 mm	<1.6mm	ancho
	1.3mm	<1.6mm	largo
	1.13mm	<3.2mm	altura
10%	1.23 mm	<1.6mm	ancho
	1.45mm	<1.6mm	largo
	0.85mm	<3.2mm	altura
30%	0.93 mm	<1.6mm	ancho
	1.35mm	<1.6mm	largo
	0.95mm	<3.2mm	altura
50%	1.08 mm	<1.6mm	ancho
	1.58mm	<1.6mm	largo
	0.92mm	<3.2mm	altura
75%	0.98 mm	<1.6mm	ancho
	1.40mm	<1.6mm	largo
	0.90mm	<3.2mm	altura

Fuente: Elaboración propia

Densidad

Procedimientos

- Se sumerge el adoquín en agua por 24 horas.
- Luego se pesa el adoquín sumergido
- Después de las 24 horas se pesa el adoquín saturado y superficialmente seco.
- después se realiza el secado en un horno por 24 horas.

Cálculos

Donde:

$$Y_{SECA} = \frac{W_{sec0}}{V_{8X10X20}}$$

$$\gamma_{SECA} = \frac{W_{seco}}{V_{SSS} - V_{sum}}$$

- Wsum: Peso de un adoquín sumergido (gr)
- W seco: Peso de un adoquín seco (gr)
- γ_{seco} : Densidad de un adoquín seco en (gr)
- Wsss: Peso de un adoquín saturado superficialmente seco (gr)

Resultados

Tabla 28. Desagregados de la densidad seca

dosificación	peso de un adoquín			Vol.	densidades promedio (g/cm ³)
	seca	saturados	sumergidos		
0%	3148	3379.2	1896.8	1482.4	2.12
10%	3202	3403.4	1913.4	1491	2.15
30%	3246.8	3408	1935	1481	2.27
50%	3354.2	3406	1935	1472	2.28
75%	3348	3433.64	1958.6	1475	2.27

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de compresión

Según la N.T.P.399.611, esta propiedad mecánica se definirá aplicando una fuerza de compresión, en sentido recto al área de la cara de 10cm x 20cm. La fuerza aplicada debe aplicarse sobre toda la superficie de trabajo. Si la máquina bajo prueba no tiene suficiente fuerza para romper todo el dispositivo, el dispositivo se debe cortar por la mitad a lo largo del eje más corto y se debe probar la mitad. En las unidades de protuberancias, los extremos deben ser aserrados y las piezas más grandes restantes deben inspeccionarse. Este prototipo debe ser simétrico alrededor de dos ejes.

Instrumentos

- Máquina de compresión
- Plancha de acero

Procedimiento:

- Se realiza el marcado de unidad de adoquín
- Se mide el área total de cada adoquín

- Se realiza el pesado de las muestras de adoquines.
- La carga aplicada será uniformemente y con velocidades constantes.
- La lectura será la mayor obtenida, este es obtenida cuando el adoquín no soportara más carga.

Tabla 29. Resultados de resistencia a la compresión

Porcentaje de relave	Esfuerzo a la compresión a los 7 días (kg/cm ²)	Promedio	Esfuerzo a la compresión a los 14 días (kg/cm ²)	Promedio	Esfuerzo a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)	Promedio
Fechas	14/02/2022		28/02/2022		14/03/2022	
Patrón 0%	355.56		388.06		388.07	
Patrón 0%	349.32	350.69	387.66	387.9533	389.44	389.12
Patrón 0%	347.19		388.14		389.87	
relave 10%	331.59		370.58		380.87	
relave 10%	329.86	330.20	367.98	369.3233	378.82	380.28
relave 10%	329.16		369.41		381.15	
relave 30%	274.53		316.53		319.51	
relave 30%	273.50	274.81	314.84	315.5433	321.39	320.01
relave 30%	276.40		315.26		319.13	
relave 50%	212.35		222.14		225.88	
relave 50%	206.27	210.24	219.19	221.0933	224.84	224.15
relave 50%	212.12		221.95		221.73	
relave 75%	124.43		181.5		181.76	
relave 75%	125.86	125.14	180.79	181.2267	183.48	182.21
relave 75%	125.13		181.39		181.37	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Resumen de Resultados de resistencia a la compresión según promedio.

Fuente: Elaboración propia

porcentaje de relave	esfuerzos a la compresión a los 7 días (kg/cm ²)	esfuerzo a la compresión a los 14 días (kg/cm ²)	esfuerzo a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)
Patrón 0%	350.7	387.95	389.12
10%	330.20	369.32	380.28
30%	274.81	315.54	320.01
50%	210.24	221.09	224.15
75%	125.14	181.22	182.21

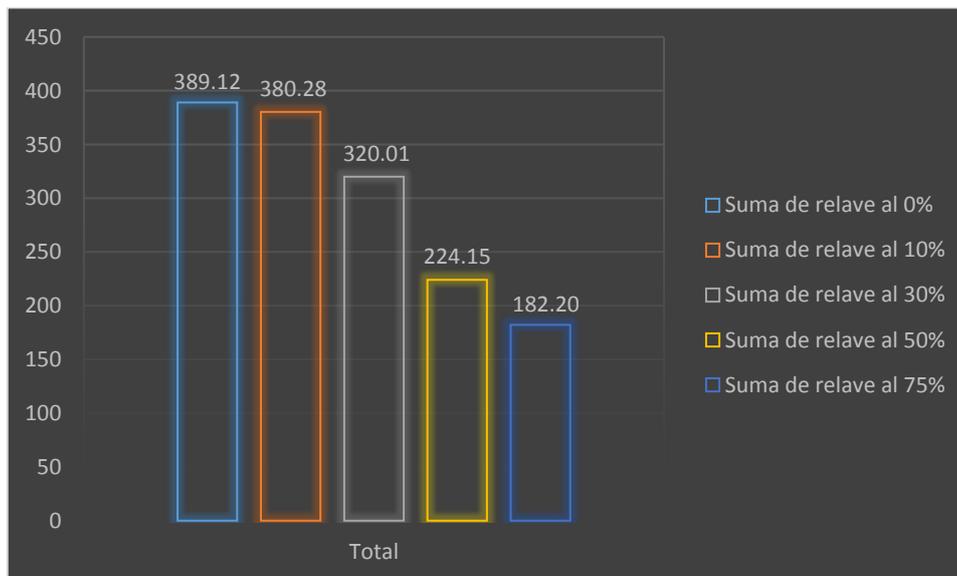


Figura 68. Gráfico de resultados de resistencia a la compresión de adoquines
Fuente: Elaboración propia

Análisis de costo

Se realizó un análisis de costes para ver si el prototipo de adoquín de concreto con relave podría ser rentable en comparación con el adoquín de concreto normal.

Primero determinamos el precio de la nueva unidad de adoquín propuesta en la investigación, así como las características generales de cada unidad, antes de llevar a cabo el análisis de costes entre los materiales mencionados anteriormente.

Comparación de precios unitarios de un adoquín normal vs adoquín de concreto con adición de relave al 10%

El coste de un metro cuadrado de adoquines (50 adoquines) se compara con el coste de un m² de adoquines con subproductos minerales añadidos en una tabla comparativa.

Tabla 31. Comparación de costo por metro cuadrado de adoquines

comparación de costos por metro cuadrado de adoquines		
detalle	costo	
adoquín tipo II normal	S/	26.00
adoquín tipo II con relave	S/	24.50

4.5. Contratación de la hipótesis.

Análisis estadístico con método ANOVA

- Primer análisis estadístico ANOVA – utilizando Excel

Resistencia a compresión de los adoquines (F'c):

El análisis estadístico se desarrolló usando un diseño completamente casual, en el que se realizó un análisis de varianza para contrastar la afirmación anterior de la hipótesis, empleando una tabla de ANOVA y una prueba de F con significación del 5% (95 por ciento de nivel de confianza), también se realizó una comparación media para verificar la diferencia significativa entre los prototipos en diferentes porcentajes de adición de relave.

Para poder realizar el análisis de varianza, se tomó los datos finales de resistencia a la compresión de los adoquines tanto como el normal y los adicionados con relave minero. Muestra de los adoquines a 28 días de curado.

Tabla 32. Cuadro de datos de resistencia a compresión de las muestras de adoquín

	Esfuerzo a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)				
	Relave al 0%	Relave al 10%	Relave al 30%	Relave al 50%	Relave al 75%
M1	388.07	380.87	319.51	225.88	181.76
M2	389.44	378.82	321.39	224.84	183.48
M3	389.87	381.15	319.13	221.73	181.37

Fuente: Elaboración propia-Excel

Tabla 33. *Análisis de varianza de un factor*

Fuente: Excel (ANOVA)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
relave al 0%	3	1167.38	389.1266667	0.88363333
relave al 10%	3	1140.84	380.28	1.6183
relave al 30%	3	960.03	320.01	1.4644
relave al 50%	3	672.45	224.15	4.6627
relave al 75%	3	546.61	182.2033333	1.26043333

Tabla 34. *Análisis de varianza*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	103243.619	4	25810.90486	13049.6951	1.5466E-18	3.478049691
Dentro de los grupos	19.7789333	10	1.977893333			
Total	103263.398	14				

Fuente: Elaboración propia-Excel

Como (F) calculada es mayor que (F crítico), se dispone que si hay diferencias entre los tratamientos. Así también como la probabilidad es menor al 0.05 de significancia, se establece que si hay una diferencia entre estos tratamientos. El estadístico $f = 13049.6951$ respecto a la adición de relave no tóxico en la mezcla, permite la producción de adoquines de concreto se encuentra en la zona de rechazo, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

Segunda Contrastación de la hipótesis según ANOVA, manualmente.

Para evaluar si la adición de relave no tóxico en la mezcla, permite la producción de adoquines de concreto se realizó en primer lugar la prueba estadística ANOVA que se detalla en la tabla N° 35 las resistencias obtenidas a los 28 días.

Tabla 35. Resistencias obtenidas dalos 28 días

Grupo control 0%	Relave 10%	Relave 30%	Relave 50%	Relave 75%
388.07	380.87	319.51	225.88	181.76
389.44	378.82	321.39	224.84	183.48
389.87	381.15	319.13	221.73	181.37
$\bar{n} = 3$	$\bar{n} = 3$	$\bar{n} = 3$	$\bar{n} = 3$	$\bar{n} = 3$
$\bar{x} = 389.13$	$\bar{x} = 380.28$	$\bar{x} = 320.01$	$\bar{x} = 224.15$	$\bar{x} = 182.21$
$\sigma = 0.9400$	$\sigma = 1.2721$	$\sigma = 1.2101$	$\sigma = 2.1593$	$\sigma = 1.1227$

N = 15 (número de muestras total)

$\bar{x} = 299.156$ (promedio de muestras total)

Calculo de la desviación estándar

Tabla 36. Calculo de la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{2.9288}{3-1}} = 1.2101$$

Relave 50%

x	x- \bar{x}	(x- \bar{x}) ²
225.88	225.88 - 224.15 = 1.73	(1.73) ² = 2.9929
224.84	224.84 - 224.15 = 0.69	(0.69) ² = 0.4761
221.73	221.73 - 224.15 = -2.42	(-2.42) ² = 5.8564
		$\Sigma = 9.3254$

$$\sigma = \sqrt{\frac{9.3254}{3-1}} = 2.1593$$

Relave 75%

x	x- \bar{x}	(x- \bar{x}) ²
181.76	181.76 - 182.21 = -0.45	(-0.45) ² = 0.2025
183.48	183.48 - 182.21 = 1.27	(1.27) ² = 1.6129
181.37	181.37 - 182.21 = -0.84	(-0.84) ² = 0.7056
		$\Sigma = 2.5210$

$$\sigma = \sqrt{\frac{2.5210}{3-1}} = 1.1227$$

	319.13 - 320.01 = -0.88	(-0.88) ² = 0.7744
		$\Sigma = 2.9288$

Fuente: Elaboración propia

Ubicación del punto crítico

Grados de libertad para el numerador

$$GL = 5 - 1 = 4$$

Grados de libertad para el denominador

$$GL = 15 - 5 = 10$$

F - Distribution ($\alpha = 0.05$ in the Right Tail)

$df_2 \backslash df_1$		Numerator Degrees of Freedom						
		1	2	3	4	5	6	7
minator Degrees of Freedom	1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77
	2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.330	19.353
	3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0135	8.9406	8.8867
	4	7.7086	9.9443	6.5914	6.3882	6.2561	6.1631	6.0942
	5	6.6079	5.7861	5.4095	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759
	6	5.9874	5.1433	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2067
	7	5.5914	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.8660	3.7870
	8	5.3177	4.4590	4.0662	3.8379	3.6875	3.5806	3.5005
	9	5.1174	4.2565	3.8625	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927
	10	4.9646	4.1028	3.7083	3.4780	3.3258	3.2172	3.1355
	11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123
	12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134
	13	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321
	14	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642
	15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066
	16	4.4940	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572
	17	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.8100	2.6987	2.6143

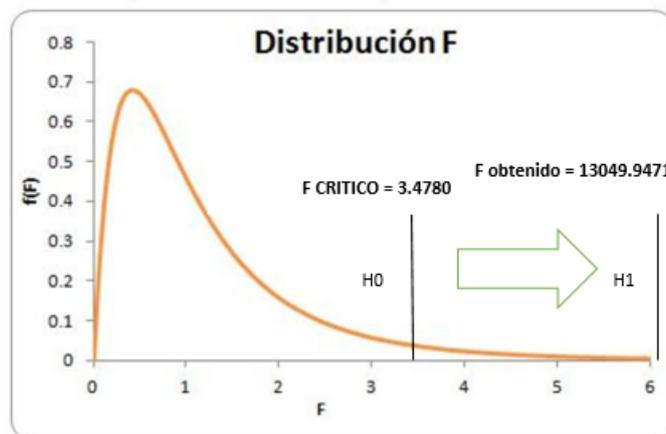


Figura 69. Distribución F

Formulación de hipótesis

$H_0 = \mu_{GC} = \mu_{GE}$: La adición de relave no toxico en la mezcla, **no** permite la producción de adoquines de concreto.

$H_1 = \mu_{GC} \neq \mu_{GE}$: La adición de relave no toxico en la mezcla, permite la producción de adoquines de concreto.

Introducción al análisis de varianza y la distribución de F

$$F = \frac{S^2_B}{S^2_w} = \frac{\text{VARIANZA ENTRE GRUPOS}}{\text{VARIANZA DENTRO DE LOS GRUPOS}}$$

$$S^2_B = \frac{n_1(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + n_2(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 + \dots + n_k(\bar{x}_k - \bar{x})^2}{k - 1}$$

$$S^2_w = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2 + \dots + (n_k - 1)s_k^2}{N - k}$$

Reemplazando:

$$S^2_B = \frac{3 * (389.13 - 299.16)^2 + 3 * (380.28 - 299.16)^2 + 3 * (320.01 - 299.16)^2 + 3 * (224.15 - 299.16)^2 + 3 * (182.21 - 299.16)^2}{5 - 1}$$

$$S^2_B = \frac{3 * (89.97)^2 + 3 * (81.12)^2 + 3 * (20.85)^2 + 3 * (-75.01)^2 + 3 * (-116.95)^2}{4}$$

$$S^2_B = 25810.1853$$

$$S^2_w = \frac{(3 - 1) * 0.9400^2 + (3 - 1) * 1.2721^2 + (3 - 1) * 1.2101^2 + (3 - 1) * 2.1593^2 + (3 - 1) * 1.1227^2}{15 - 5}$$

$$S^2_w = 1.9778$$

$$F = \frac{25810.1853}{1.9778} = 13049.9471$$

Interpretación

El estadístico $f = 13049.9471$ respecto a la adición de relave no toxico en la mezcla, permite la producción de adoquines de concreto se encuentra en la zona

de rechazo, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

V. DISCUSIÓN

“La adición de relave no toxico en la mezcla, permite la producción de adoquines de concreto”. HIPOTESIS

- La adición de relave con una dosificación al 10 % para la fabricación de un adoquín de concreto, las propiedades mecánicas y físicas se mantienen en comparación con el de un adoquín de concreto normal.

Uno de las proporciones de adición de relave influye óptimamente en la mezcla para la producción de adoquines estructuralmente viables. HIPOTESIS

- Se llega a la conclusión que la adición de relave en la mezcla al 10%, llegan a aproximarse en la resistencia al adoquín de concreto normal. En tal forma no llegan a superar siendo estos menores.

La adición de relave en la mezcla influye adecuadamente en las propiedades físicos-mecánicas en un adoquín de concreto. HIPÓTESIS

- Las propiedades de absorción, de la producción de un adoquín con adición de relave son mejores que las de un adoquín normal.
- Las propiedades de densidad, de la producción de un adoquín con adición de relave son mejores que las de un adoquín normal.
- Las propiedades físicas, resistencia a la compresión de la producción de adoquines con relave al 10 %, cumplen con los requisitos exigidos por la norma NTP.399.611.

La adición de relave en la mezcla influye favorablemente en el costo unitario de producción de adoquines de concreto. HIPÓTESIS

- La producción de adoquines de concreto con adición de relave al 10 %, influye favorablemente en comparación a un adoquín normal, ya que en la zona no se cuenta con agregado fino el cual tiene un valor elevado, llegando a costear S/.180 el m³, por lo tanto, se tendrá un ahorro en arena fina de S/. 18.00 por m³

Del Agregado fino

Se realizó los análisis en laboratorio el cual llega a la conclusión que se encuentran en los límites permitidos (granulometría óptima)

- El resultado del peso específico del agregado fino es de (2.50) gr./cm³, que es aceptable y es mayor que 2.40 gr./cm³ lo mínimo tolerable que estipula la NTP
- El resultado de absorción del material (agregado fino) es favorable con resultado de 1.61% menor al 5% determinado por la norma NTP - 400.022.
- Resultados de un contenido de humedad de 0.650%, un peso unitario suelto de 1550 Kg/m³, valor aceptable que es mayor que 1723 Kg/m³ y menor de 2100 Kg/m³, peso unitario

Del relave minero

Se realizó los análisis en laboratorio el cual llega a la conclusión que se encuentran en los límites permitidos (granulometría óptima)

- El resultado del peso específico del relave es de 2.400 gr./cm³, que es aceptable e igual al 2.4 gr./cm³ el cual es el valor mínimo aceptable que estipula la norma.
- El resultado de absorción del relave es favorable con un valor de 3.41% menor al 5% especificado por la norma NTP - 400.022.
- Resultados de un contenido de humedad de 0.81%, un peso unitario suelto de 2.464 g/m³, valor tolerable que es mayor que 1300 Kg/m³, peso unitario varillado 3920 kg/cm³

Sobre la dosificación de la mezcla para la fabricación de adoquín de relave

La dosificación utilizada para producir adoquines de tipo II fue proporcionada por la empresa (Geo Control Total E.I.R.L); esta dosificación es más objetiva y más cercana a la realidad porque se utiliza en la producción diaria de adoquines de tipo

II; esta dosificación también es rentable y rentable para la empresa. 2020 (Romero y Salinas)

La dosificación con relave minero se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 37. *Dosificación al 10% de adición de relave, por kilogramos de cemento y por unidad de adoquín.*

DOSIFICACION CON ADICION DE RELAVE AL 10%				
CEMENTO kg	AGREGADOS FINOS-ARENA	AGUA	RELAVE MINERO	
1	3.177	0.350	0.353	
	90%		10%	

DOSIFICACION PARA UN ADOQUIN CON RELAVE AL 10%				
CEMENTO EN (Kg)	AGREGADOS FINO-ARENA(Kg)	AGUA EN (Lt)	RELAVE (Kg)	
0.7080	2.25	0.25	0.25	
	90%		10%	

Fuente: Elaboración propia

Como se indica en los cuadros de los resultados, se realizaron 70 adoquines para cada prueba con diferentes proporciones de relave, en la primera prueba se elaboró total 45 muestras de adoquines de los cuales 15 sin adición de relave. Donde se resuelve que la dosificación óptima al 10% de adición de relave es Viable para la utilización.

Se obtiene una mejor resistencia del adoquín con adición de relave al 10% llegando a los 28 días $F'c=380.28 \text{ kg/cm}^2$ aproximándose al de concreto normal que es $F'c=389.12 \text{ kg/cm}^2$. Según reglamento la resistencia a la compresión de un adoquín de tipo II es de $F'c=380 \text{ kg/cm}^2$

VI. CONCLUSIONES

1.-De acuerdo a lo experimentado en base a los objetivos planteados en esta investigación, se demuestra que es factible la utilización de relave minero de la comunidad minera de Ollachea, distrito de Ollachea; provincias de Carabaya, región de Puno.

2.-Para la producción de un adoquín tipo II, la cantidad de relave máximo de adición utilizado en la mezcla para alcanzar una resistencia mínima promedio en 3 muestras es ($f'c=380 \text{ Kg/cm}^2$) según la norma, en cual se concluye que la adición al 10% a alcanzando una resistencia promedio de 380.28 Kg/cm^2 , el cual no sobrepaso la resistencia promedio del diseño de adoquín normal cuya resistencia promedio de compresión fue de 389.1 Kg/cm^2 , de igual forma cumple con los límites estandarizados en la NTP.399.611 .

3.- Los resultados del análisis de ANOVA afirman la influencia representativa del porcentaje de relave sobre la resistencia a la compresión del adoquín de concreto curado durante 28 días, determinado así que el relave minero influye con mayor significancia al tratamiento M3: 50% de relave y en la M4:75% de relave, debido a que este tratamiento obtiene una mejor resistencia a compresión

4.- Los ensayos de calidad practicados a los adoquines de concreto con adición de relave se concluyen que estos satisfacen los requisitos de resistencia a la compresión, absorción y variación dimensional según NTP 399.604. y NTP 399.611, originando mejoras en cuanto a la absorción, volviéndolo más compacto y por lo tanto le daría una resistencia mejor en la intemperie.

5.- Del costo, el adoquín de concreto con adición de relave al 10% cumple favorablemente permitiendo su producción, llegando a la conclusión de un ahorro del 10% en ahorro de la arena fina. por lo tanto, el adoquín es viable estructuralmente y económicamente.

6.- Se observa que la adición de relave mayor al 10%, la resistencia del adoquín comienza a disminuir a gran escala.

VII. RECOMENDACIONES

1.- Este tipo de adoquines con adición de relave podría utilizarse con porcentajes más elevados de adición de relave para uso de tránsito peatonal, jardines, patios u otros.

2. Se recomienda la producción de adoquines con reemplazo de relaves en porcentajes menores o igual al 10%, para poder reducir los relaves y de esa manera mantener el medio ambiente.

3. Se recomienda realizar un estudio químico al material de relave, el cual pueda presentar alteración en un futuro como material empleado, para la producción de adoquines de concreto con adición de relave.

4. Se recomienda seguir trabajando con concretos con adición de relave ya que estos no afectan negativamente las propiedades físicas del concreto siempre y cuando estén dosificados en porcentajes analizadas previamente.

5. Se recomienda que la mezcla sea con maquinaria para ganar una mejor homogenización ya que los componentes del concreto deben de estar muy bien distribuidos.

6. Se recomienda realizar más investigaciones, con la reutilización de relaves en la producción de concretos, bloquetas y otros.

7. Se recomienda la producción de estos adoquines con relave en la zonas cernas a los centros mineros ya que el material se encuentra en la zona .

REFERENCIAS

- Alfaro, C. (2012). *Metodología de la Investigación Científica Aplicado en la Ingeniería, Callao. Universidad Nacional de Callao*. Disponible en : <https://bit.ly/3Li5Qrt>
- ASTM C136. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. American Society for Testing and Materials.*
- ASTM C143. *Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico. American Society of Testing Materials.*
- ASTM C29/C29M. *Historical Standard: Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados. American Society for Testing and Materials.*
- ASTM C31/C31M. *Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra. American Society of Testing Materials.*
- Anicama A. G. (2010). *Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios. 2010*. Disponible en: <https://bit.ly/3NAjGHU>
- Benites M, R.; Leiva C, Y. *Medición de las propiedades geoquímicas y mecánicas del pasivo ambiental relave Mina Paredones para su propuesta de utilización como relleno en pasta para labores mineras subterráneas - Cajamarca, setiembre 2015*. Disponible en: <https://bit.ly/3iEQ2mv>
- Callupe M, Y.; Lara A, A. (2018). *Capacidad acumuladora de mercurio y zinc por Phyla nodiflora expuesta en suelos contaminados por relaves mineros*. Disponible en : <https://bit.ly/3Li3icT>
- Castillo, L., Satalaya, C., Paredes, U., Encalada, M., Zamora, J. & Cuadros, G. (2021). *Pasivos ambientales mineros en el Perú: Resultados de la auditoría de desempeño sobre gobernanza para el manejo integral de los PAM. Documento*

de Política en Control Gubernamental. Contraloría General de la República. Lima, Perú. Disponible en: <https://bit.ly/3wLRzj3>

Corsi L, (2012), *La historia en fotos: calles adoquinadas. La Tribuna (año XLI, edición 18,597).*

Curo O, E. y Rashuamán B, P. (2015) *Diseño de mezcla de concreta f'c =175kg/cm² adicionando relave minero de la relavera no 09a~Chilla-Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Urca y provincia de Angaraes - Huancavelica.* Disponible en: <https://bit.ly/3uveufE>

Chambi H, R ,Molero L, S y Paucara V, P (2017) *Plan de negocios para la implementación de una fábrica de adoquines de concreto en la ciudad de Arequipa,* disponible en : <https://bit.ly/3IHYRXa>

García S, C , Tongombol Ch, V (2014). *Los relaves mineros, su efecto en el ambiente y la salud. 2014 .*Disponible en: <https://bit.ly/3wAAEzM>

García , Martínez, (2013). *“Estudio de viabilidad de la agregación de bloques de hormigón con residuos plásticos ABS”.* disponible en : <https://bit.ly/3AArzMk>

García L, Nadia. (2015). *"Uso de residuos mineros de una mina de fe en la industria de la construcción". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.* Disponible en : <https://bit.ly/3tFpN5J>

Hernández S, R; Fernández C, C. y Baptista L, P (2014). *Metodología de la Investigación. (6.a ed.) México: Mg Graw-Hill Interamericana.*

Howe, R., (1984), *“The Presence of Cyanides in Nature,” Cyanide and the Environment, D, Van Zyl (ed.), Colorado State Univ., (BiTech Publishers, Vancouver).*Disponible en : <https://bit.ly/3wC1O9r>

INEI. Instituto Nacional De Estadística.

Jakubik, M. (2016). *Marco de compromiso del talento como un viaje hacia el desempeño. Revisión de innovación y competitividad: una revista de investigación económica y social.* Disponible en: <https://bit.ly/3NoQbbR>

Jimenez S. Fernández R (2000), *Pilar. Metodología de la Investigación. (6.a ed.)*
México: Mg Graw-Hill Interamericana.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Ciudad de México: Mc Graw Hill, 12, 20.* Disponible en : <https://bit.ly/3Lm3qli>

Michelle, R. (2016). *La contaminación atmosférica producida por el transporte como limitante para el ejercicio del derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado* Disponible en : <https://bit.ly/3wG6Y48>

Manual de *gestión de los residuos peligrosos en el Perú. Ministerio de Salud – DIGESA, 2006.* Disponible en: <https://bit.ly/3JQJuxe>

Milicévic, I., Bjegovic, D., y Siddique, R. (2015). *Experimental research of concrete floor blocks with crushed bricks and tiles aggregate. Construction and Building Materials*, Disponible en: <https://bit.ly/3NpHpu1>

Morococha. H; Pizarro A y Aquino .C,S (2012) “*Reutilización de Relaves de Cía. Minera San Ignacio de Morococha S.A. Diseño en Industria y Agroindustria para el Mejoramiento Social de la Población Aledaña a Chanchamayo*”
Disponible en : <https://bit.ly/3GpFyu5>

MINISTERIO *Del Ambiente. Diario oficial El Peruano. Ley General de Ambiente N° 28611*

MINISTERIO *Del Ambiente. Diario oficial El Peruano. Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM.*

MINISTERIO *Del Ambiente. Diario oficial El Peruano. Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos N° 1278. 23 de diciembre de 2016.*

MINISTERIO *Del Ambiente. Diario oficial El Peruano. Resolución Ministerial N° 191-2016-MINAM. 26 de Julio de 2016*

MINEM de Energía y Minas (2017)

- NTP 331.017. (1978). *ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA. Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería. Requisitos. Lima.*
- NTP 339.005. (2002). *Elementos de hormigón (concreto). Ladrillos y bloques usados en albañilería. Lima, Perú: INDECOPI.*
- NTP 339.007. (2002). *Elementos de hormigón (concreto) usados en albañilería. Ladrillos y bloques usados en albañilería. Muestreo y recepción. Lima, Perú: INDECOPI.*
- NTP 339.033. (2009). *HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Lima, Perú: INDECOPI.*
- NTP 339.034. (1999). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima, Perú: INDECOPI.*
- Orihuela Condori, O. E. (2020). *Evaluación de los impactos ambientales de la minería informal aurífera en el sector Tekene del distrito de Sina-Puno.* Disponible en: <https://bit.ly/36q7cSw>
- RESIDUOS industriales. *Ecología hoy*, (2012). Disponible en: <https://bit.ly/3NsN2aT>
- Rocha O, C (2011). *Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles.* Disponible en: <https://bit.ly/3tG9gyf>
- Romero, A. A.; Flores, S. L. (2016) *Reuso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas.* Disponible en : <https://bit.ly/3qEfcPJ>
- Romero H, M; Salinas N, M (2020). *Estudio experimental del concreto para adoquines tipo II, adicionando relaves mineros.* Disponible en [:https://bit.ly/3iEfipOP](https://bit.ly/3iEfipOP)

Shettima, AU, Hussin, MW, Ahmad, Y. y Mirza, J. (2016). *Evaluación de relaves de mineral de hierro como reemplazo de agregado fino en concreto. Construcción y Materiales de Construcción*, Disponible en :[:https://bit.ly/3tEjZcG](https://bit.ly/3tEjZcG)

Suarez J, Mujica N, E (2016) “*Bloquetas de Concreto de Material de Caucho Reciclable para Ingeniería de la Construcción*” disponible en : <https://bit.ly/3DeBiEd>

Sernageomin (2017) *Servicio Nacional de Geología y Minería, Avenida Santa María 0104, Casilla 10465, Providencia, Región Metropolitana de Santiago, Chile.* Disponible en : <https://bit.ly/3iGaxze>

Tchernitchin, A., y Herrera, L. (2006). *Relaves mineros y sus efectos en salud, medio ambiente y desarrollo económico. Ejemplo de relave en el valle de chacabuco-polpaico.* Disponible en : <https://bit.ly/36v7ebC>

UNIVERSIDAD César Vallejo. *Manual de estilo.* Lima: Fondo editorial de la Universidad César Vallejo, 2017.

UNIVERSIDAD César Vallejo. *Manual de referencias estilo APA.* Lima: Fondo editorial de la Universidad César Vallejo, 2017.

Van der vorst, (2003), *Desarrollo sostenible en el contexto de la globalización y como respuesta a las fuertes presiones en el siglo XXI por hacer más sostenibles los procesos operativos.* Disponible en : <https://bit.ly/36NgQ1a>

ANEXOS

ANEXO N° 5. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Adición de relave triturado no toxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto, Ollachea, Puno ,2022.

Autores: Bach. Jove Alvarez, Filiberto

Bach. Mamani Apaza, Marco Aurelio

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 Relave Triturado	Es un residuo mineral sólido al material excedente, resultante del proceso de producción con tamaños de limo y arena que se transportan o depositan en forma de lodo. Ingeniería (Ambiental ,2006)	Son residuos mineros que se generan durante el proceso de extracción de mineral. Este material se utilizó como adición en el concreto en remplazo del agregado fino en porcentajes ..	Propiedades fisicas y mecánicas Propiedades químicas	Ensayo de laboratorio Ph	Peso unitario varillado Peso unitario suelto Prueba de absorción Granulometría Contenido de humedad Módulo de fineza
Variable Interviniente Agregados para la mezcla	Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33.	son materiales que se utilizaran en el concreto para la producción de adoquines como son el agregado fino,cemento,relave y agua.	Propiedades fisicas y mecánicas Dosificación Cemento Agregado fino agua	Ensayo de laboratorio Kg Kg Kg/m3 Lt.	Ensayos de laboratorios Peso unitario varillado Peso unitario suelto Prueba de absorción Granulometría Contenido de humedad Módulo de fineza
Variable 2 Producción de adoquines	Es un bloque de concreto realizado en pequeños moldes de diferentes formas y tamaños, se utilizan en la construcción de veredas, pisos, patios, pavimentos. El material más utilizado para su producción se mezcla con agregado fino, cemento, arena y agua esto para poder obtener una resistencia favorable (Conorsa,2008)	El objetivo para su fabricación de los adoquines con relave, es para la utilización en pavimentos de vehículos livianos ,este adoquín con relave adicionado es de tipo II	Resistencia a la compresión Análisis de precios unitario Propiedades físicas y mecánicas Dosificación	Kg/cm ² soles ensayos de laboratorio Kg	Dosificación de mezcla. Prueba de resistencia a la compresión Absorción Variación dimensional

ANEXO N° 6. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Adición de relave triturado no toxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto, Ollachea, Puno ,2022.

Autor: Bach. Jove Alvarez, Filiberto

Bach. Mamani Apaza, Marco Aurelio

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:				
¿Cómo influye la adición de relave no toxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto Ollachea, Puno, 2022?	Determinar la influencia de la adición de relave triturado no toxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto.	La adición de relave no toxico en la mezcla, permite la producción de adoquines de concreto.	V.INDEPENDIENTE (X)			Método de investigación
			1.-Relave	Dosificación de relaves propiedades mecánicas	kg Ensayo de laboratorio	Científico Tipo de investigación aplicada
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:				Nivel de investigación Explicativo-descriptivo
a. ¿Qué proporción de adición de relave es perfecto en la dosificación de mezcla para la producción de adoquines estructuralmente viables?	a. Alcanzar la proporción perfecta de adición de relave en la dosificación de mezcla para la producción de adoquines estructuralmente viables	b. Uno de las proporciones de adición de relave influye óptimamente en la mezcla para la producción de adoquines estructuralmente viables.		propiedades físicas propiedades químicas	Ensayo de laboratorio Ph	Diseño de investigación Experimental Población Y muestra
b. ¿Cómo influye la adición de relave en las propiedades físicos-mecánicas en la producción de un adoquín de concreto?	b. Determinar la influencia de las propiedades físicos-mecánicas de un adoquín, producido con adición perfecta de relave.	c. La adición de relave en la mezcla influye adecuadamente en las propiedades físicos-mecánicas en un adoquín de concreto.	V.DEPENDIENTE(Y)	Dosificación resistencia a la compresión propiedades mecánicas propiedades Físicas	Kg Kg/cm2 Ensayos Laboratorio Ensayos Laboratorio	Población: relaves de la comunidad Ollachea ,conformada por 60 adoquines de concreto muestra
c. ¿Cómo influye en el análisis del costo unitario entre adoquín de concreto normal y con adición de relave?	c. Determinar la influencia en el análisis del costo unitario entre adoquín de concreto normal y con adición de relave	d. La adición de relave en la mezcla influye favorablemente en el costo unitario de producción de adoquines de concreto.	2.-Produccion de Adoquines	cemento agregado fino agua precios unitarios características normas	Kg. Kg/m3 Lt soles ppm N.T.P	Aleatoria está conformada por 60 adoquines de concreto TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS: Observaciones, ensayos de laboratorio, normas

6.-Anexos certificados de laboratorios.

INFORME DE ENSAYO

DISENO DE MEZCLA GLOBAL

NORMA: ACI 211.1

CODIGO DE INFORME

GCT - EDMQ - 199

Página 1 de 3

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO
SOLICITANTE : BACH. FILIBERTO JOVE ÁLVAREZ, BACH. MARCO AURELIO MAMANI APAZA
UBICACIÓN : PUNO - OLLACHEA - CARABAYA
CANTERA : AGREGADO FINO

FECHA DE SOLICITUD : 2022-02-09
FECHA DE EJECUCION : 2022-02-12
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

CONCRETO : 380 Kg/cm²

1.- RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GLOBAL (HORMIGON)
P.e SSS	2.50
P.U. Vanillado	1723
P.U. Suelto	1550
% de Absorción	1.61
% de Humedad Natural	0.65
Modulo de Fineza	3.47

2.- OTROS MATERIALES Y ADITIVOS

MATERIAL	PESO ESPECIFICO TN/m ³	P. U. SUELTO kg/m ³
Cemento Tipo I	3.140	1500
Impermeabilizante Sika® -1	1.000	---
Plastificante SikaCem® Platificante	1.200	---
Acelerante	1.000	---
Agua	1.000	1000

3.- VALORES DE DISEÑO (ELEMENTOS DE ENTRADA)

resistencia promedio F'cr	464 Kg/cm ²
Asentamiento	1" - 2"
Tamaño Máximo	3/8"
Tamaño Máximo Nominal	Nº4
Relación Agua Cemento	0.37
Agua Diseño Reducido(I)	207
% DE REDUCCIÓN DE AGUA ESTIMADO	0.0%
AGUA DISEÑO REDUCIDO (I)	207
TOTAL DE AIRE ATRAPADO DISEÑO	3.0 %
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	
ADITIVO:	
Impermeabilizante Sika® -1	0.00%
Plastificante SikaCem® Platificante	0.00%
Acelerante	0.00%
TOTAL DE AIRE ATRAPADO OBTENIDO	2.0%

4.- ANÁLISIS DE DISEÑO

FACTOR CEMENTO	559.46 kg/m ³
Volumen absoluto del cemento	13.16 bolsas/m ³
Volumen absoluto de agua	0.1782 m ³ /m ³
Volumen absoluto de aire	0.2070 m ³ /m ³
Volumen absoluto del Impermeabilizante Sika® -1	0.0300 m ³ /m ³
Volumen absoluto del Plastificante SikaCem® Platificante	0.0000
Volumen absoluto del Acelerante	0.0000
Volumen absoluto de la pasta	0.4152 m ³ /m ³
Volumen absoluto de los Agregados:	
Volumen absoluto del Hormigon	0.5848 m ³ /m ³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS	1.0000

5.- CANTIDAD DE MATERIALES POR m³ EN PESO

CEMENTO	559.46 kg / m ³
AGUA	207.00 kg / m ³
Impermeabilizante Sika® -1	0.00
Plastificante SikaCem® Platificante	0.00
Acelerante	0.00
Hormigon	1463.52 kg / m ³
PESO DE MEZCLA:	2229.98 kg / m³

6.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD

HORMIGON HUMEDO	1473.05 kg / m ³
-----------------	-----------------------------

8.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³

CEMENTO	559.46 kg / m ³
AGUA	221.00 l / m ³
HORMIGON	1473.05 kg / m ³
Impermeabilizante Sika® -1	0.00 kg / m ³
Plastificante SikaCem® Platificante	0.00 kg / m ³
Acelerante	0.00 kg / m ³

9.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO	42.5 kg / bolsa
AGUA	16.8 L / bolsa
HORMIGON	111.9 kg / bolsa
Impermeabilizante Sika® -1	0.000 kg / bolsa
Plastificante SikaCem® Platificante	0.000 kg / bolsa
Acelerante	0.000 kg / bolsa

	PROPORCIÓN EN PESO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	PROPORCIÓN VOL. UNITARIO (P3)
C	1.00	0.37	1.00
A	0.40	0.22	0.59
H	2.63	0.95	2.55

LEYENDA:

C: CEMENTO
 A: AGUA
 H.: HORMIGON

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICAC.
 * Se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra y el Aditivo para determinar la concentración más favorable para su respectiva dosificación.
 * Este diseño de mezcla no contempla la Adición de ningún tipo de Aditivo.
 * Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.
 * El agregado fino se considera marginal pero puede ser utilizado siempre en cuando se realice ensayos previos en laboratorio.

COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES

* Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 Ing. Raul Miranda Quintanilla
 CIP: 131483

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

018709

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADOS

CODIGO DE INFORME
GCT-EDMG-199

Pagina 2 de 3

PROYECTO: "ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO; OLLACHEA, CARABAYA, PUNO"

SOLICITA : BACH. FILIBERTO JOVE ÁLVAREZ; BACH. MARCO AURELIO MAMANI APAZA.

UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

CANTERA : AGREGADO FINO

F. SOLICITUD: 2022-02-09

F. EJECUCION: 2022-02-12

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

HUMEDAD DE AGREGADO GLOBAL

ASTM C566-19

ITEM	DESCRIPCION	UND.	RESULTADOS	REDONDEO
1	Numero de tarro	N°	T-526	
2	Masa del tarro mas muestra humeda	g.	1258.50	
3	Masa del tarro mas muestra seca	g.	1251.10	
4	Masa del tarro	g.	115.00	
5	Masa de agua	g.	7.40	
6	Masa del suelo seco	g.	1136.10	
7	Humedad	%	0.65	1

PESO UNITARIO DE AGREGADO GLOBAL

ASTM C29/C29M-17a

SUELTO					VARRILLADO				
ITEM	PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	RESULTADO	ITEM	PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	RESULTADO
1	13450	8425	3236	1553	1	14000	8425	3236	1723
2	13437	8425	3236	1549	2	13997	8425	3236	1722
3	13435	8425	3236	1548	3	14001	8425	3236	1723
PROMEDIO				1550	PROMEDIO				1723

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GLOBAL

ASTM C127-15

				PESO ESPECIFICO		
A	-Peso de muestra secada al horno	1990.00		$Wc+B =$	2022	
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	2022.00		$Pe = \frac{B}{Wc+B-W} =$	2.50	
Wc	-Peso del picnómetro con agua	0.00		ABSORCIÓN		
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1214.00		$B =$	2022.00	
				$B-A =$	32.00	
				$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} =$	1.61	
PESO ESPECIFICO GLOBAL =				2.50	ABSORCIÓN GLOBAL =	1.61

OBSERVACIONES

LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
R. Mirando Quintanilla
Ing. Raúl Mirando Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

018707

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADOS

CÓDIGO DE INFORME

GCT-EDRO-199

Página 2 de 2

PROYECTO: ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO
SOLICITA: BACH. FILBERTO JOVE ÁLVAREZ, BACH. MARCO ALFREDO MAMANI AFAZA
UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA
CANTERA: RELAVE
F. SOLICITUD: 2022-02-09
F. EJECUCIÓN: 2022-02-12
 EMPRESA DE LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL S.R.L.

HUMEDAD DE AGREGADO GLOBAL

ASTM C866-19

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	RESULTADOS	REDONDEO
1	Numero de tarro	N°	T-15	
2	Masa del tarro mas muestra humeda	g	1088.28	
3	Masa del tarro mas muestra seca	g	987.00	
4	Masa del tarro	g	115.00	
5	Masa de agua	g	70.70	
6	Masa del suelo seco	g	872.50	
7	Humedad	%	8.10	B

PESO UNITARIO DE AGREGADO GLOBAL

ASTM C29/C29M-17a

SUELTO					VARRILLADO				
ITEM	PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	RESULTADO	ITEM	PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	RESULTADO
1	11890	112.7	3236	113	1	12890	112.7	3236	3921
2	11895	112.7	3236	3641	2	12796	112.7	3236	3919
3	11899	112.7	3236	3639	3	12798	112.7	3236	3920
PROMEDIO				2464	PROMEDIO				3920

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GLOBAL

ASTM C127-18

			PESO ESPECIFICO		
A	-Peso de muestra secada al horno	1494.00	$W_c + B = \frac{1545}{B}$	$W_c + B - W = 645$	
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	1545.00	$P_s = \frac{B}{W_c + R - W}$	= 2.40	
Wc	-Peso del plicómetro con agua	0.00	ABSORCIÓN		
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	806.00	$B = \frac{1545.00}{A}$	$B - A = 51.00$	
PESO ESPECIFICO GLOBAL =			2.40	$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 3.41
			ABSORCIÓN GLOBAL = 3.41		

OBSERVACIONES

LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



GEOCONTROL TOTAL S.R.L.

[Firma]
 Ing. José Alfredo Mamani Afaza
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra enviada.
 Está estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex. avión salte cusca)
 Teléfono: 051-3262688 / 951 010447 / 951 671568
 Correo: informee@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

018718

ANALISIS GRANULOMETRICO DISEÑO GLOBAL

CODIGO DE INFORME: G

GCT-EDMG-199

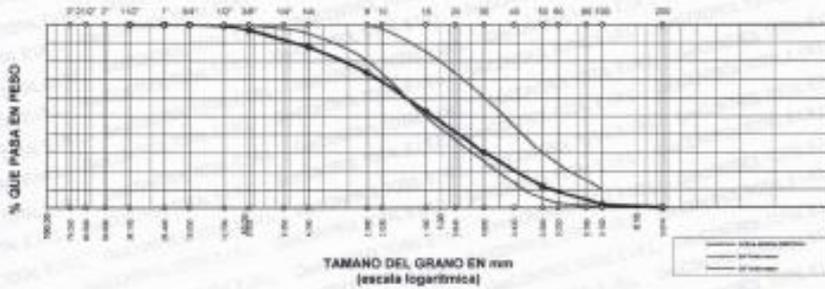
Página 5 de 5

PROYECTO: ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO
SOLICITA: BACH. FILIBERTO JOVE ALVAREZ, BACH. MARCO AURELIO MAMANI APAZA
UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA
CANTERA: RELAVE
F. SOLICITUD: 2022-02-09
F. EJECUCION: 2022-02-12
ENLABRADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ENSAYO							RESULTADO
TAMBIOS ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	PESO CORREGIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMANO MAXIMO: 2"
					7.15	92.85	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/16"	16.250						P.L. = 723.00
2"	50.800						P.L. = 723.00
1/2"	12.500						P.P. = 0.00
1"	25.400						% S. = 6
24"	18.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	TAMANO MAX. NOMINAL:
10"	12.700	5.40	5.40	0.75	0.75	99.25	Nº 4
3/8"	9.525	17.40	17.40	2.41	3.15	96.85	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
1/4"	6.350						D15 = 0.215 Co = 0.50
3/16"	4.750	85.50	85.50	0.06	12.71	87.29	D30 = 0.504 Co = 0.8
Nº40	3.750	100.40	100.40	14.16	26.78	73.62	D60 = 1.00
Nº50	2.950						MODULO DE FINEZA
Nº56	2.600	150.20	150.20	20.77	47.55	52.45	M.F. = 13.30
Nº60	2.500						OBSERVACIONES:
Nº63	2.300	166.70	166.70	22.50	69.65	30.35	
Nº68	2.200						
Nº70	2.000	134.80	134.80	19.64	89.30	10.70	
Nº75	1.900						
Nº80	1.750	72.80	72.80	30.04	99.34	0.66	
Nº100	1.500	11.60	11.60	1.08	98.92	1.08	
Nº200	0.850	0.90	0.90	0.08	100.00	0.00	
BASE TOTAL		723.00	723.00	100.00			
% PERDIDA		0.00					

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD



OBSERVACIONES

LA MUESTRA FUE FUERTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 Ing. Noel Alvarado Espinaldo
 CIP: 121403

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex. vuelo palide curcol)
 Teléfonos: 051-928568 / 951 010447 / 951 671568
 Correo: inform@geoccontroltotal.com / geoccontroltotal@gmail.com
 www.geoccontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME
GCT-ECAD-017
Página 1 de 1

PROYECTO: ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADQUINES DE CONCRETO; OLLACHEA, CARABAYA, PUNO

UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

F. SOLICITUD: 2022-02-21

SOLICITA: BACH FILIBERTO JOVE ALVAREZ, BACH MARCO AURELIO MAMANI APAZA

F. EJECUCION: 2022-02-21

MUESTRA: ADQUINES DE CONCRETO

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL S.R.L.

Nº	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kgf)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA A LA COMPRESION	
	ELEMENTO	CODIGO	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VACIADO	ROTURA					(kgf/cm ²)	MPa
1	ADQUIN MP + DL	M-1	20.04	8.95	8.02	2022-02-14	2022-02-21	7	198.4	7060.13	685.3	333.96	34.87
2	ADQUIN MP + DL	M-2	20.03	8.98	7.98	2022-02-14	2022-02-21	7	200.1	6686.75	635.47	349.32	34.26
3	ADQUIN MP + DL	M-3	20.05	8.97	8.00	2022-02-14	2022-02-21	7	198.4	6626.79	678.8	347.19	34.83
ESPESOR NOMINAL					8.00	PROMEDIO DE TRES UNIDADES					340.48	34.38	

OBSERVACIONES:

	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
1 Adquines puestos en el laboratorio por el solicitante	NINGUNA
2 Las muestras cumplen con la tolerancia dimensional	
3 Las medidas son en base a dos lecturas	



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta firmantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados por el usuario.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1788 - Juliaca (Ref. ex ovalo axéite oval)
Teléfono: 051-328588 / 951 010447 / 951 671589
Correo: informas@gcontroltotal.com / gecontroltotal@gmail.com
WWW.GEOCONTROLTOTAL.COM



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 29601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME
GCT-ECAD-418(3)
Página 1 de 1

PROYECTO: "ADICIÓN DE RELAYE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO"

UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

F. SOLICITUD: 2023-02-28

SOLICITA: SACH FILBERTO JOVE ALVAREZ, SACH MARCO AURELIO MAMANI APAZA

F. EJECUCION: 2023-02-28

MUESTRA: ADOQUINES DE CONCRETO

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL S.A.S.

N°	MUESTRA			DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kgf)	CARGA MAXIMA (kn)	RESISTENCIA A LA COMPRESION	
	ELEMENTO	CODIGO		LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VAGADO	NOTURA					(kgf/cm ²)	Mpa
1	ADOQUIN MP + DN	M-1		32.00	9.95	6.02	2023-02-14	2023-02-28	14	190.1	77263.18	757.89	368.93	36.06
2	ADOQUIN MP + DN	M-2		32.00	9.95	6.00	2023-02-14	2023-02-28	14	190.3	77256.06	757.85	367.89	36.02
3	ADOQUIN MP + DN	M-3		32.00	9.97	6.00	2023-02-14	2023-02-28	14	190.4	77304.71	758.96	368.14	36.06
ESPESOR NOMINAL						6.01	PROMEDIO DE TRES UNIDADES						367.88	36.06

OBSERVACIONES:

N°	DESCRIPCION	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
1	Adoquines curados en el laboratorio por el solicitante.	
2	Las medidas cumplen con la tolerancia dimensional.	
3	Las medidas son en base a dos lecturas.	MINIMA



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta información es confidencial y está sujeta a los términos de uso de los servicios de Geocontrol Total S.A.S.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cuatro)
Teléfono: 051-3282888 / 961 010447 / 961 671568
Correo: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME
GCT-ECAD-019(0)

Página 1 de 1

PROYECTO: "ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO"

UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

F. SOLICITUD: 2022-03-14

SOLICITA: BACH. FILIBERTO JOVE ALVAREZ, BACH. MARCO AURELIO MAMANI APAZA

F. EJECUCIÓN: 2022-03-14

MUESTRA: ADOQUINES DE CONCRETO

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL S.R.L.

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD	AREA	CARGA MAXIMA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA A LA COMPRESION	
	ELEMENTO	CODIGO	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VACIADO	ROTURA					(DIN)	(KGF)
1	ADOQUIN MP + EN	M-1	20.00	9.98	6.02	2022-03-14	2022-03-14	28	198.8	77535.43	760.36	388.07	38.09
2	ADOQUIN MP + EN	M-2	20.03	9.96	7.06	2022-03-14	2022-03-14	28	200.1	77627.00	754.2	389.44	38.19
3	ADOQUIN MP + EN	M-3	20.00	9.97	6.06	2022-03-14	2022-03-14	28	198.4	77299.37	762.36	389.67	38.23
ESPESOR NOMINAL					6.06	PROMEDIO DE TRES UNIDADES					388.12	38.16	

OBSERVACIONES:

	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
1. Adquines puestos en el laboratorio por el solicitante	
2. Las muestras cumplen con la tolerancia dimensional.	NINGUNA
3. Las medidas son en base a dos lecturas.	



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL S.R.L.
El laboratorio no es responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Iaf) ex avda salida cusco
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@gecontroltotal.com / gecontroltotal@gmail.com
www.gecontroltotal.com

019704



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME

GCT-ECAD-029(s)

Página 1 de 1

PROYECTO: "ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNZO"

UBICACIÓN: PUNZO - OLLACHEA - CARABAYA

F. SOLICITUD: 2022-02-21

SOLICITA: BACH. FLIBERTO JOVE ALVAREZ, BACH. MARIO AURELIO MAMANI APAZA

F. EJECUCIÓN: 2022-02-21

MUESTRA: ADOQUINES DE CONCRETO

ELABORADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL S.R.L.

Nº	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	AREA (m²)	CARGA MAXIMA (kgf)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA A LA COMPRESION	
	ELEMENTO	CODIGO	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VACIADO	ROTURA					Min	Max
1	ADOQUIN MP + 10%	M-1	20.04	9.98	8.02	2022-02-14	2022-02-21	7	200	86017.49	830.35	331.59	32.52
2	ADOQUIN MP + 10%	M-2	20.03	9.97	7.99	2022-02-14	2022-02-21	7	199.7	85871.87	845.98	329.96	32.35
3	ADOQUIN MP + 10%	M-3	20.00	9.97	8.00	2022-02-14	2022-02-21	7	199.4	85834.20	843.65	329.16	32.29
ESPESOR NOMINAL					8.00	PROMEDIO DE TRES UNIDADES					326.26	32.38	

OBSERVACIONES:

Nº	Observación	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
1	Adoquines puestos en el laboratorio por el solicitante.	NINGUNA
2	Las muestras cumplen con la tolerancia dimensional.	
3	Las medidas son en seco a dos lecturas.	



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ret. ex. Ovale salida Surco)
Teléfono: 051-3295599 / 951-010447 / 951-671568
Correo: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

Nº 38871-20

CODIGO DE INFORME

GCT-ECAD-021(b)

Figura 1.36.1

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO

UBICACIÓN : PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

SOLICITA : BACH FILIBERTO JOVE ALVAREZ, BACH MARCO AURELIO MAMANI APAZA

MUESTRA : ADOQUINES DE CONCRETO

F. SOLICITUD : 2022-02-28

F. EJECUCION : 2022-02-28

ENSAYADO EN : LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD	AREA	CARGA MAXIMA	CARGA MAYORA	RESISTENCIA A LA COMPRESION	
	ELEMENTO	CODIGO	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VACIADO	NOTURA					(kgf)	(kn)
1	ADOQUIN MP + 15%	M-1	20.02	9.96	8.22	2022-02-14	2022-02-28	14	199.4	73054.01	724.88	370.89	36.34
2	ADOQUIN MP + 10%	M-2	20.03	9.96	7.99	2022-02-14	2022-02-28	14	199.9	73556.52	721.90	367.89	36.09
3	ADOQUIN MP + 10%	M-3	20.00	9.97	8.00	2022-02-14	2022-02-28	14	199.4	73662.49	722.36	369.41	36.23
ESPESOR NOMINAL					8.00	PROMEDIO DE TRES UNIDADES					368.22	36.22	

OBSERVACIONES:

	DEFECTOS DE LOS ESPESIMENES
1 Adoquines puestos en el laboratorio por el solicitante	
2 Las muestras cumplen con la tolerancia dimensional	
3 Las medidas son en base a dos lecturas	NINGUNA



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados que se declaran.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 172B - Juliaca (Plat. ex. ovalo salida cusco)
Teléfono: 051-328588 / 951 010447 / 951 671558
Correo: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME

GCT-ECAD-023(p)

Página 1 de 1

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO

UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

F. SOLICITUD : 2022-03-14

SOLICITA : BACH FILBERTO JOVE ALVAREZ, BACH MARCO AURELIO MAMANI APAZA

F. EJECUCION: 2022-03-14

MUESTRA : ADOQUINES DE CONCRETO

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

N°	MUESTRA			DIMENSIONES			FECHA		EDAD	AREA	CARGA MAXIMA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA A LA COMPRESION	
	ELEMENTO	CODIGO	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VACIADO	ROTURA	(Días)					(cm ²)	(kgf)
1	ADOQUIN MP + 10%	M-1	20.01	9.98	9.02	2022-03-14	2022-03-14	28	198.1	75831.48	743.65	380.07	37.35	
2	ADOQUIN MP + 10%	M-2	20.03	9.98	9.00	2022-03-14	2022-03-14	28	200.1	75801.91	743.36	378.92	37.15	
3	ADOQUIN MP + 10%	M-3	20.01	9.97	9.00	2022-03-14	2022-03-14	28	198.5	76039.50	745.00	381.15	37.35	
ESPESOR NOMINAL					9.01	PROMEDIO DE TRES UNIDADES					380.38	37.29		

OBSERVACIONES:

N°	DESCRIPCIÓN	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
1	Adoquines puestas en el laboratorio por el solicitante.	
2	Los moldes cumplen con la tolerancia dimensional.	
3	Las medidas son en fresco a diez horas.	NINGUNA



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El solicitante no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalde cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671588
Correos: informes@gcontroltotal.com / gcontroltotal@gmail.com
www.gcontroltotal.com

010707



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612816

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME
GCT-ECAD-025(b)
Página 1 de 1

PROYECTO: "ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO"

UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

SOLICITA : BACH. FILIBERTO JÓVE ÁLVAREZ, BACH. MARCO AURELIO MAMANI APAZA.

MUESTRA : ADQUINES DE CONCRETO

F. SOLICITUD : 2022-03-14

F. EJECUCION: 2022-03-14

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL S.A.S.

Nº	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (DÍAS)	AREA (CM²)	CARGA MAXIMA (kgf)	CARGA MAXIMA (KN)	RESISTENCIA A LA COMPRESION	
	ELEMENTO	CODIGO	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VACADO	ROTURA					(kgf/cm²)	(Mpa)
1	ADQUIN MP + 30%	M-1	20.01	8.88	8.01	2022-03-14	2022-03-14	28	199.0	63070.18	626.35	318.51	31.33
2	ADQUIN MP + 30%	M-2	20.02	8.89	8.01	2022-03-14	2022-03-14	28	200	64278.06	636.38	321.39	31.52
3	ADQUIN MP + 30%	M-3	20.01	8.97	8.00	2022-03-14	2022-03-14	28	192.5	63956.22	624.38	318.13	31.30
ESPESOR NOMINAL					8.81	PROMEDIO DE TRES UNIDADES					628.81	31.38	

OBSERVACIONES:

Nº	DESCRIPCIÓN	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
1	Adquines puestos en el laboratorio por el solicitante	
2	Las muestras cumplen con la tolerancia dimensional	
3	Las medidas son en seco a 0°C lecturas	NINGUNA

GEOCONTROL TOTAL S.A.S.

 Ing. Paul Wiscaya Quispe
 CIP: 121455

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra analizada.
 Queda terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL S.A.S.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalón sede fiscal)
 Teléfonos: 051-328588 / 951-010447 / 951-071508
 Correo: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

NF 30811-2010

CODIGO DE INFORME

GCT-ECAD-028(9)

Página 1 de 1

PROYECTO : "ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO"

UBICACIÓN : PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

F. SOLICITUD : 2022-02-21

SOLICITA : BACH FILBERTO JOVE ÁLVAREZ, BACH MARCO AURELIO NAMANI APAZA.

F. EJECUCIÓN : 2022-02-21

MUESTRA : ADOQUINES DE CONCRETO

ENSAYADO EN : LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		MOLO	ARSA (mm)	CARGA MAXIMA (kgf)	CARGA MAXIMA (kn)	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
	ELEMENTO	CODIGO	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VACIADO	ROTURA					(kgf/cm ²)	(Mpa)	
1	ADOQUEN MP + 50%	M-1	20.02	9.97	8.01	2022-02-14	2022-02-21	7	100.5	4234.00	415.05	212.35	21.52	
2	ADOQUEN MP + 50%	M-2	20.03	9.98	7.99	2022-02-14	2022-02-21	7	200.1	41674.96	400.69	200.27	20.42	
3	ADOQUEN MP + 50%	M-3	20.00	9.97	8.00	2022-02-14	2022-02-21	7	100.4	42295.95	414.75	212.12	21.50	
ESPESOR NOMINAL					8.00	PROMEDIO DE TRES UNIDADES					210.91	20.48		

OBSERVACIONES:

1. Adoquines puestos en el laboratorio por el solicitante. 2. Las muestras cumplen con la tolerancia dimensional. 3. Las medidas son en base a dos lecturas.	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES NINGUNA
--	---

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. David Miranda Velásquez
 CIP: 131405

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta laboratoriosamente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí documentados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalte asfalto antiguo)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 871598
 Correo: informas@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

018731



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20691612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME
GCT-ECAD-028(B)
Página 1 de 1

PROYECTO : "ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA, CARABAYA, PUNO"

UBICACIÓN: PUNO - OLLACHEA - CARABAYA

F. SOLICITUD : 2022-03-14

SOLICITA : BACH. FILIBERTO JOVE ALVAREZ BACH. MARCO AURELIO MAMANI APAZA

F. EJECUCION : 2022-03-14

MUESTRA : ADQUINES DE CONCRETO

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD	AREA		CARGA	CARGA	RESISTENCIA A LA COMPRESION	
	ELEMENTO	CODIGO	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VACIADO	ROTURA	(Día)	(Hrs)	(kg)	(N)	(kg/cm²)	Mpa	
1	ADQUIN MP + 50%	M-1	30.01	8.99	8.03	2022-03-14	2022-03-14	20	190.7	45108.30	442.30	225.89	22.10	
2	ADQUIN MP + 50%	M-2	30.02	8.99	8.01	2022-03-14	2022-03-14	20	200	44907.61	440.98	224.84	22.08	
3	ADQUIN MP + 50%	M-3	30.02	8.97	8.00	2022-03-14	2022-03-14	20	190.0	44200.07	434.01	221.73	21.74	
ESPESOR NOMINAL					8.01	PROMEDIO DE TRES UNIDADES					224.19	21.98		

OBSERVACIONES:

Observación	Defectos de los especímenes
1. Adquines puestos en el laboratorio por el solicitante.	
2. Las muestras cumplen con la tolerancia dimensional.	
3. Las medidas son en base a dos lecturas.	NINGUNA



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta firmantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 172B - Juliaca (Ret. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 051-010447 / 051-671588
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

018733



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOQUINES

CODIGO DE INFORME

GCT-EAAD-013

Página 1 de 1

PROYECTO : "ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TÓXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA - CARABAYA - PUNO"
UBICACIÓN : PUNO - CARABAYA - OLLACHEA
SOLICITA : BACH. FILBERTO JOVE ALVAREZ, BACH. MARCO AURELIO MAMANI APAZA F.
MUESTRA : ADOQUINES DE CONCRETO
F. SOLICITUD : 2022-03-16
EJECUCIÓN : 2022-03-21
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ABSORCIÓN	
% ABS.	$= \frac{(W_s - W_d) \times 100}{W_d}$
	W _d = PESO DE ADOQUÍN SECO W _s = PESO DE ADOQUÍN SATURADO INMERSIÓN DURANTE 24 HORAS

ENSAYO					RESULTADO	
ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ENSAYO	W _d	W _s	VOLUMEN CM ³	% ABS.
1	ADOQUÍN MP + DN	2022-03-21	3473	3646	---	5.08
2	ADOQUÍN MP + DN	2022-03-21	3439	3612	---	5.04
3	ADOQUÍN MP + DN	2022-03-21	3483	3654	---	4.80
4	ADOQUÍN MP + DN	2022-03-21	3415	3599	---	5.10
5	ADOQUÍN MP + DN	2022-03-21	3468	3641	---	4.99
6	ADOQUÍN MP + DN	2022-03-21	3458	3632	---	5.61
PROMEDIO					---	5.07%

OBSERVACIONES	
1	LAS UNIDADES SE MOLDEARON EN LABORATORIO.
2	DE ACUERDO A NORMA POR SER UN ADOQUÍN DE TIPO II, NO DEBÍA DE EXCEDER EL 8 % DE ABSORCIÓN PROMEDIO DE 1 UNIDADES Y 7.5% DE UNIDAD INDIVIDUAL.
3	EL SECADO SE REALIZÓ EN HORNO A 110 ± 5 °C.
4	---



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del uso que se le haga de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 172B - Juliaca (Ret. ex. vuelo salida cusco)
 Telefonos: 051-028588 / 951 010447 / 951 671589
 Correo: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

C10700

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

CONDICIÓN INFORME
SCT-ED-041
Página 1 de 1

PROYECTO : ADICIÓN DE RELAVE TRITURADO NO TOXICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, OLLACHEA - CARAMAYA - PUNO
UBICACIÓN : PUNO - CARAMAYLA - OLLACHEA
SOLICITA : BACH. RUBERTO JOVE ALVAREZ BACH. MARCO AURELIO MIMANI APAZA
MUESTRA : ADOQUIN DE CONCRETO (30*10*6 CM)
F. SOLICITUD : 2022-03-18
F. EJECUCION : 2022-03-21
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ITEM	DESCRIPCIÓN	LARGO = 305 mm					%	ANCHO = 100 mm					%	ALTO = 60 mm					%
		LARGO						ANCHO						ALTO					
		L1	L2	L3	L4	L5		A1	A2	A3	A4	A5		H1	H2	H3	H4	H5	
1	ADOQUIN MP + 5%	300.28	300.04	300.24	299.70	300.27	0.93	99.98	100.00	99.98	100.00	100.00	-0.25	60.32	60.33	60.26	60.25	60.04	-0.34
2	ADOQUIN MP + 5%	300.22	300.00	300.02	300.20	300.22	0.21	100.04	100.00	100.00	100.02	100.00	-0.25	60.34	60.36	60.36	60.31	60.04	-0.35
3	ADOQUIN MP + 5%	300.25	300.29	300.10	300.25	300.28	0.24	100.00	100.00	100.00	100.04	100.00	-0.30	60.33	60.37	60.33	60.25	60.06	-0.30
4	ADOQUIN MP + 5%	300.00	300.05	300.25	300.08	300.08	0.33	100.00	100.07	100.00	100.03	100.00	-0.20	60.38	60.39	60.25	60.25	60.08	-0.18
5	ADOQUIN MP + 5%	300.10	300.08	300.10	300.05	300.08	0.26	100.02	100.00	100.00	100.04	100.04	-0.24	60.29	60.30	60.22	60.25	60.04	-0.29
6	ADOQUIN MP + 5%	300.22	300.18	300.25	300.18	300.27	0.23	100.01	100.02	100.00	100.00	100.03	-0.25	60.35	60.31	60.28	60.22	60.04	-0.25
7	ADOQUIN MP + 5%	300.27	300.05	300.10	300.25	300.27	0.25	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-0.26	60.27	60.31	60.27	60.22	60.04	-0.23
8	ADOQUIN MP + 5%	300.22	300.01	300.25	300.18	300.24	0.23	100.00	100.02	100.02	100.00	100.04	-0.24	60.23	60.23	60.27	60.29	60.08	-0.26
9	ADOQUIN MP + 5%	300.25	300.22	300.22	300.28	300.23	0.22	100.00	100.00	100.04	100.02	100.04	-0.24	60.32	60.34	60.30	60.25	60.04	-0.26
10	ADOQUIN MP + 5%	300.00	300.01	300.27	300.18	300.24	0.32	100.00	100.00	100.00	100.04	100.00	-0.25	60.21	60.25	60.21	60.24	60.02	-0.32
PROMEDIO						0.22						-0.24						-0.26	

OBSERVACIONES

1. USAR CUCHILLOS FUERTE PRESION EN LABORATORIO Y ESTABLECER POR EL SOLICITANTE.
2. -
3. -
4. -



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
R. J. J. J.
Ing. Raul Miranda Quintanilla
 CIP: 121429

LOS RESULTADOS reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Queda firmemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1705 - Juliaca (Ref. ex. vuelo salida cusco)
 Telefonos: 051-3285688 / 951 010447 / 951 671568
 Correo: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com