



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de Shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la Mina Uchucchacua, Lima - 2019

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

**AUTOR:**

Ortega Gaona, Adderly Enrique (ORCID: 0000-0002-8103-4653)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Este trabajo de investigación está dedicado:

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, sin ellos; jamás hubiera conseguido lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

Así mismo dedico este trabajo a mi hija Alexa Ortega por su -cariño y afecto que son los detonantes de mi felicidad, esfuerzo y dedicación.

## **Agradecimiento**

Al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo al creador de todo, Dios; a mi familia por su motor y motivo, y gracias por su aliento y los ánimos que me dan día a día para seguir adelante.

A mis asesores y educadores de la UCV, que gracias a sus sabios conocimientos me he podido desarrollar profesionalmente.

## Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	16
3.1 Tipo y diseño de investigación	16
3.2 Variables y Operacionalización	18
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	18
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	20
3.5 Procedimientos	23
3.6 Método de análisis de datos	23
3.7 Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	57
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	70

## Índice de tablas

Tabla 1: Usos del shotcrete	13
Tabla 2: Cantidad de muestras por ensayo	19
Tabla 3: Ensayos de laboratorio	24
Tabla 4: Características físicas del cemento andino Tipo I	28
Tabla 5: Granulometrías recomendadas para Shotcrete	28
Tabla 6: Granulometría del agregado global	29
Tabla 7: Peso Unitario del agregado global	30
Tabla 8: Peso específico y Absorción del agregado global	31
Tabla 9: Contenido de humedad del agregado global	31
Tabla 10: Características de la fibra sintética	31
Tabla 11: Características del aditivo superplastificante	32
Tabla 12: Relación entre resistencia y contenido de cemento	36
Tabla 13: Pesos de diseño de shotcrete en seco	37
Tabla 14: Valores de diseño final de shotcrete	38
Tabla 15: Valores de diseño final de shotcrete por método ACI	39
Tabla 16: Diseño de Shotcrete sin fibra (DSH-SF)	39
Tabla 17: Diseño de Shotcrete con 2.0 kg/m <sup>3</sup> de fibra sintética (DSF-2)	39
Tabla 18: Diseño de Shotcrete con 4.0 kg/m <sup>3</sup> de fibra sintética (DSF-4)	40
Tabla 19: Diseño de Shotcrete con 6.0 kg/m <sup>3</sup> de fibra sintética (DSF-6)	40
Tabla 20: Diseño de Shotcrete Optimo con 3.0 kg/m <sup>3</sup> de fibra sintética (DSF-3)	40
Tabla 21: Perdida de asentamiento en el tiempo	41
Tabla 22: Peso Unitario del Shotcrete	42
Tabla 23: Contenido de aire de la mezcla de shotcrete (estado fresco)	43
Tabla 24: Resistencias iniciales del Shotcrete	46
Tabla 25: Resistencia a la compresión de probetas	48
Tabla 26: Resultados de resistencia a la compresión de testigos diamantinos	50
Tabla 27: Absorción de energía en paneles cuadrados	52
Tabla 28: Costo del diseño de shotcrete sin superplastificante ni fibra (DSH/ACI).	53
Tabla 29: Costo del diseño de shotcrete sin fibra (DSH/SF).	54
Tabla 30: Costo del diseño de shotcrete con 2.0 Kg de fibra (DSH/F-2).	54
Tabla 31: Costo del diseño de shotcrete con 4.0 Kg de fibra (DSH/F-4).	54
Tabla 32: Costo del diseño de shotcrete con 6.0 Kg de fibra (DSH/F-6).	55
Tabla 33: Costo del diseño de shotcrete con 3.0 Kg de fibra (DSH/F-3).	55

## Índice de figuras

Figura 1: Ubicación de la Unidad Minera Uchucchacua	27
Figura 2: Granulometría del agregado global	29
Figura 3: Sistema de clasificación de rocas de Barton.	34
Figura 4: Procedimiento de ensayo de asentamiento.	41
Figura 5: Perdida de asentamiento en el tiempo (1:30 horas)	42
Figura 6: Diagrama esquemático – medidor tipo B	43
Figura 7: Penetrómetro digital	44
Figura 8: Pistola para Hincar clavo (HILTI DX 450)	45
Figura 9: Requisito de resistencia temprana que debe cumplir el shotcrete	46
Figura 10: Dimensiones de una probeta cilíndrica	47
Figura 11: Esquema de aplicación de la carga en ensayo de compresión	47
Figura 12: Esquema de los modelos de fallas típicas según norma ASTM C39	48
Figura 13: Esquema de los modelos de fallas típicas según norma ASTM C39	48
Figura 14: Curva de resistencia a la compresión de probetas	49
Figura 15: Diagrama de resistencia a la compresión de probetas	49
Figura 16: Curva de resistencia a la compresión de testigos diamantinos	51
Figura 17: Diagrama de resistencia a la compresión de testigos diamantinos	51
Figura 18: Aplicación de la carga en paneles cuadrados	52
Figura 19: Gráfico de absorción de energía	53
Figura 20: Costos de los diseños de Shotcrete por m <sup>3</sup>	56

## Resumen

En la actualidad el shotcrete es un elemento de sostenimiento más utilizado en los proyectos mineras subterráneos, en la unidad minera Uchucchacua, se utiliza la tecnología de concreto para estabilizar el macizo rocoso, no obstante, cuando es de calidad baja tiende a aumentar su dimensionamiento, para asegurar su estabilidad en dicha labor sufre un aumento de precio.

La metodología consistió en realizar un diseño patrón de shotcrete vía húmeda sin fibra, luego diseños en el que se adiciona el aditivo superplastificante para darle la trabajabilidad y adicionalmente la fibra sintética en diferentes pesos, se realizaron diseños con 2.0 Kg, 4.0 Kg, 6.0 Kg y un óptimo de 3.0 Kg de fibra sintética por metro cúbico de concreto. Se determinó la influencia de las fibras en el shotcrete en la trabajabilidad (ASTM C143), en la resistencia a compresión obtenida mediante 54 ensayos de probetas cilíndricas y 54 testigos extraídos con diamantina de paneles trapezoidales de shotcrete (ASTM C42), y en la absorción de energía de 6 paneles cuadrados según la norma europea (EN 14488).

Finalmente, con los resultados obtenidos se demostraron que es factible el uso del aditivo superplastificante y fibra sintética, ya que estos en el diseño de shotcrete tienen un buen comportamiento en la resistencia a la compresión, buen mantenimiento del asentamiento y mejoras en la capacidad de absorción de energía.

**Palabras claves:** Shotcrete, Macizo rocoso, aditivo superplastificante, fibra sintética

## **Abstract**

Currently shotcrete is a support element most used in underground mining projects, in the Uchucchacua mining unit, concrete technology is used to stabilize the rock mass, however, when it is of low quality it tends to increase its dimensioning, to ensure its stability in this work, it suffers a price increase.

The methodology consisted of making a standard shotcrete design via wet without fiber, then designs in which the superplasticizer additive is added to give it workability and additionally the synthetic fiber in different weights, designs were made with 2.0 Kg, 4.0 Kg, 6.0 Kg and an optimum of 3.0 Kg of synthetic fiber per cubic meter of concrete. The influence of the fibers in the shotcrete on the workability (ASTM C143), on the compressive strength obtained by 54 tests of cylindrical specimens and controls extracted with diamond from trapezoidal shotcrete panels (ASTM C42), and on the absorption were determined of 6 square panels according to the European standard (EN 14488).

Finally, with the results obtained, it was demonstrated that the use of the superplasticizer and synthetic fiber is feasible, since in the shotcrete design they have a good behavior in compression resistance, good settlement maintenance and in the energy absorption capacity.

**Keywords:** Shotcrete, Rock mass, superplasticizer additive, synthetic fiber.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la explotación del mineral en la mina subterránea es un trabajo muy complejo, puesto que a medida que se avanza con la extracción del mineral existen instancias en que la distancia donde se encuentra las reservas de mineral económicamente explotable se aleja cada vez más desde la superficie, observándose así las empresas en la obligación de sondear sus accesos cada vez a mayores distancias.

El shotcrete es utilizado a lo largo de todo el mundo en los diversos proyectos de construcción, especialmente en las obras de tunelería y minería, esto se debe a su capacidad de soporte y a las altas resistencias que puede obtener en poco tiempo. Estas propiedades se deben al rápido fraguado que presenta, producto de los aditivos acelerantes incorporados, y de la dosificación correspondiente.<sup>1</sup>

Hasta el día de hoy se viene realizando varias investigaciones, con el propósito dar mejora al sistema de lanzado, adherencia y resistencia del shotcrete, desde que se realizó el invento en el año 1907 aunque no para fines constructivos por Carl Ethan Akeley en Estados Unidos, la revisión del desarrollo y tecnología ha sido presentada por: Rose (1985), Morgan (1992) y Franzén (1992). Rabcewicz fue el responsable de la introducción del uso del shotcrete para el sostenimiento de túneles en la década de 1930.<sup>2</sup>

Uno de los países de Latinoamérica en tener desarrollada esta tecnología es Chile que su principal uso es en la minería, así como también lo está México que ofrecen solución a los problemas de ingeniería y Bolivia que utiliza el shotcrete en sus diversos proyectos de construcción como lo son tunelería y estabilización de taludes.

En el Perú, se viene utilizando el shotcrete en varios proyectos de gran envergadura como son la minería y tunelería, así como también en la estabilización de taludes de obras civiles. En la capital de Lima el shotcrete ha tenido un desarrollo dirigido hacia el entorno urbano como por ejemplo en la forma de construcción de estructuras vaciadas contra terreno e incluso la de sostenimiento de taludes, en tunelería se utilizó la tecnología del shotcrete en el proyecto de la "Línea amarilla", que su principal uso fue para la estabilización de los taludes del río Rímac.

En la Unidad minera Uchucchacua se viene desarrollando trabajos de profundización para la extracción del mineral; la cual se tienen retrasos de producción debido al tema de problemas geomecánicos, todo esto se debe por la variabilidad del tipo de roca en el macizo que se presenta en la unidad minera, requiriendo así buscar o implementar nuevas alternativas de sostenimiento.

El sostenimiento como parte de las operaciones unitarias en minería, especialmente en la fase que se realiza el minado, se ha convertido en un instrumento de gran importancia para realizar el control de accidentes por generación de desprendimiento de rocas y se hace indispensable en todas sus variantes, en tal sentido en la investigación se ha propuesto un plan de soporte preventivo con aplicación de "shotcrete" con fibra sintética.<sup>3</sup>

Los materiales principales del shotcrete son el cemento, agregados (fino y grueso) y el agua, adicionando una dosis de aditivo acelerante debido a que el shotcrete debe ganar una resistencia temprana alta para poder estabilizar el macizo rocoso que ha sido desequilibrada debido a la excavación. Se le puede adicionar fibras de acero o fibras sintéticas para que incremente la resistencia a flexión y también la tenacidad y/o microsílíce para incrementar su resistencia a compresión axial.

La base de una buena calidad de shotcrete es la calidad de materiales, así como también un equipo adecuado de lanzado. Además, de llevar un buen control en la calidad de los materiales en campo como también llevar una adecuada manipulación de equipos y materiales, son fundamentales para lograr un shotcrete de alta calidad. En otros países, también se le conoce al shotcrete como gunita o concreto esprayado. (Sprayed Concrete).<sup>4</sup>

En la actualidad los aditivos no son fundamentales en el shotcrete, pero cuando forman parte de los componentes tienen un rol fundamental ya que permiten cambiar las propiedades tanto físicas como las mecánicas del concreto de manera controlada, con la finalidad de cubrir los requisitos básicos y evitar las condiciones indeseables ya que de esto parte el problema de que si desconocemos sus características y su influencia podemos generar comportamientos no deseados en el concreto lo cual genera problemas como por ejemplo de retrasos, reforzamientos, sobre costos incluso la pérdida entera de la mezcla de shotcrete y los elementos como refuerzos de acero y encofrados.

Por tal motivo para el tema de investigación se optó por realizar pruebas con diferente dosificación tanto de aditivo plastificante como de fibras sintéticas al diseño de mezcla de shotcrete y así verificar las características físicas como las características mecánicas del shotcrete y lograr alcanzar una dosis idónea para implementarlo en el sistema de sostenimiento.

## **Formulación del Problema**

### **Problema General**

¿De qué manera influye el aditivo superplastificante y la fibra sintética en el diseño de shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso?

### **Problemas Específicos**

- ¿De qué manera la dosificación del aditivo superplastificante y la fibra sintética influyen en las propiedades del diseño de shotcrete?
- ¿Cómo influye el diseño del shotcrete con la adición del aditivo superplastificante y la fibra sintética en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete?
- ¿De qué manera influye la dosificación óptima del aditivo plastificante y la fibra sintética en los costos del diseño de shotcrete?

### **Justificación del estudio**

El estudio se realiza por las siguientes causas:

El interés del estudio de los aditivos plastificantes y fibra sintética es para ver la influencia que estos tienen sobre el diseño de shotcrete aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la mina, especialmente en el momento actual por las ventajas que se tiene sobre el concreto convencional reforzado con malla metálica y otros medios de soporte por la tenacidad a la fracturación, control al agrietamiento y reducción de la permeabilidad en el macizo rocoso, mejor compactación, evita la corrosión, reducción del rebote y es más económico en la aplicación.

Operativamente demostrar que el sistema garantiza la estabilidad del macizo rocoso con el fin de brindar una operación segura sin daños a los equipos mineros y con reducción de costos operativos.

## **Hipótesis General**

El uso del aditivo superplastificante y la fibra sintética, mejorarán el diseño de shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso

## **Hipótesis Específica**

- La dosificación del aditivo superplastificante y las fibras sintéticas mejoraran las propiedades del diseño de shotcrete.
- El diseño del shotcrete con la adición del aditivo superplastificante y la fibra sintética influirán en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete.
- El uso de la dosificación optima del aditivo superplastificante y la fibra sintética influirán en el costo del diseño de shotcrete.

## **Objetivos**

### **Objetivos Generales**

Evaluar la influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la mina Uchucchacua.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar la influencia de la dosificación del aditivo superplastificante y la fibra sintética en las propiedades del diseño de shotcrete.
- Estudiar la influencia del diseño de shotcrete con la adición del aditivo superplastificante y la fibra sintética en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete.
- Indicar de qué manera influye la dosificación optima del aditivo plastificante y la fibra sintética en los costos del diseño de shotcrete.

## II. MARCO TEÓRICO

Campoverde y Muñoz (2015), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico titulada ***“Estudio experimental del uso de diferentes aditivos como plastificantes reductores de agua en la elaboración de hormigón y su influencia en la propiedad de resistencia a la compresión”***, de la universidad de Cuenca, donde su objetivo principal es evaluar mediante ensayos de qué manera los aditivos plastificantes capaces de reducir el agua alteran las propiedades físicas como mecánicas del concreto fabricado para cumplir ciertas resistencias.

La metodología empleada fue de tipo aplicada, las muestras que se realizaron fueron de 160 probetas cilíndricas para evaluar el esfuerzo a la compresión, obteniéndose así resultados a las edades de 03, 07, 14 y 28 días. Se demuestra que de los resultados a 28 días en los diseños de concreto para pavimento el “Diseño D” es el que obtiene una mayor resistencia que es de  $f'c = 390 \text{ kg/cm}^2$  con respecto a sus diseños similares. Y para los diseños de concreto para bombeado el “Diseño T” es el que obtiene una mayor resistencia que es de  $f'c = 390 \text{ kg/cm}^2$  con respecto a sus diseños similares.

La conclusión final de esta tesis es que en los diseños de mezcla realizados de manera experimental con los aditivos plastificantes se logró reducir la cantidad de agua de mezclado (reducción de R a/c) con respecto al diseño patron, este parámetro es sumamente relevante por lo que, para la producción del concreto, mientras más baja sea la R a/c se obtiene mejoras en las características físicas como las características mecánicas del concreto.<sup>5</sup>

Alonso (2011) en su tesis doctoral titulado ***“Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos superplastificantes basados en policarboxilatos. Efecto de la naturaleza de los cementos y estructura de los aditivos”***. Donde su principal objetivo es investigar el desempeño de aditivos superplastificantes a base policarboxilatos con distintos tipos de cementos. La metodología es de tipo aplicada y descriptiva, el diseño es experimental. De acuerdo a los resultados obtenidos sus principales conclusiones fueron que, los aditivos con un gran contenido de porcentaje de sólidos de carboxilatos son los que retardan las reacciones en los procesos que se dan, este retardo ocasionado por los aditivos del grupo de

policarboxilatos se aprecia generalmente con los cementos tipo Portland; y en mayor énfasis con los cementos con adiciones de escoria, esto solo con dosis de tan sólo 0,2 mg policarboxilato/g de cemento. Los aditivos a base de carboxilatos reducen en mayor porcentaje el contenido de agua necesaria para la preparación de mezclas de concretos y/o morteros con la misma consistencia. Estos resultados se contemplan en los cementos utilizados en la presente tesis.<sup>6</sup>

Reina, Sánchez y Solano (2010) en sus tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada ***“Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido”*** de la universidad de El Salvador siendo su principal objetivo de investigación el evaluar cómo influye la dosificación de aditivo superplastificante, en las propiedades físicas y propiedades mecánicas de un concreto de alta resistencia.

La metodología a seguir para desarrollar el trabajo es aplicada y el diseño es experimental dado que realiza ensayos de laboratorio, se establecen dimensiones tanto fijas como variables que permiten llevar a cabo un procedimiento de manera ordenada, y que el mismo pueda servir como guía para explicar las variaciones que se presenten en los resultados de los diferentes ensayos realizados. Para realizar las pruebas se realizaron doce (12) diseños de mezcla para alcanzar resistencias a la compresión de 500, 550, 600 y 650 kg/cm<sup>2</sup>, para ellos se utilizaron tres dosificaciones de aditivo superplastificante de 600, 1200 y 1800 mL/100 kg de cemento para cada resistencia.

Para dichas pruebas se consideraron los parámetros de trabajabilidad, contenido de aire, temperatura y peso volumétrico, se muestrearon 120 probetas cilíndricas para ensayar a la compresión a las edades de 07 y 28 días. Llegándose a concluir lo siguiente: El aditivo que se utilizó en esta investigación, cumple con la función de ser un aditivo superplastificante con una dosificación que comprende en el rango de 0.6 % a 2.0 % con respecto al peso del cemento, observándose propiedades favorables del concreto en estado fresco como en estado endurecido.<sup>7</sup>

Vergara (2018), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero ***“Influencia de los aditivos plastificantes tipo A sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural.”*** Su objetivo es evaluar cómo afectan los aditivos plastificantes tipo A de las diferentes marcas nacionales en las

propiedades físicas y las propiedades mecánicas del concreto estructural. La metodología es de tipo aplicada, el diseño es experimental y las muestras fueron un total de 78 probetas cilíndricas de medidas estandarizadas.

Con el empleo de plastificantes de Tipo A, las marcas de estos aditivos Euco, Chema y Sika, se obtienen resultados favorables muy óptimos en relación al peso unitario en el concreto, asentamiento inicial y pérdida de asentamiento (Slump) y resistencias a la compresión, siendo notoriamente la marca Euco WR-91, al aplicarse una dosificación de 0.4% en relación del peso del cemento. De acuerdo a los resultados obtenidos se logró determinar la dosificación óptima expresada en porcentaje de cada aditivo, y así lograr un mezclado de concreto que posea mayor trabajabilidad, y obtener un P.U. adecuado para verificar el rendimiento que tienen los concretos y alcanzando así su máxima resistencia a esfuerzos de compresión, que será un concreto estructural que será aplicado en columnas y vigas.<sup>8</sup>

Chapoñan y Quispe (2017) en su investigación titulada ***“Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villa María - Nuevo Chimbote”*** la presente tesis tiene como objeto de estudio, analizar cómo se comportan las fibras de polipropileno en las propiedades de un concreto hidráulico, que se utilizara en el pavimento rígido, la metodología es de tipo aplicada, el diseño de investigación es experimental, para efectos de las pruebas se realizaron cinco (05) diseños de mezcla de concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en donde se adicionará fibra sintéticas en porcentajes de 75%,100%,115%,125% y diseño patron; para los cual se muestreara un total de 30 probetas cilíndricas y 15 probetas prismáticas para sus respectivos ensayos.

Según los ensayos realizados a esfuerzo de flexión se llega a la conclusión que se obtuvieron resultados satisfactorios donde se utilizó fibra sintética con porcentajes de 100% de la cantidad sugerida por el proveedor, obteniendo así los resultados mayores mediante el ensayo de módulo de rotura, a pesar de ello, para el tipo de lugar en el que es usada, al aplicar 115% de fibra, es también adecuado su uso; tenemos que tener en cuenta que deben de cumplir con los requisitos para el diseño por el tipo de vía, con un sobre costo de producción de concreto por  $\text{m}^3$ .

La conclusión final de esta investigación es que con el uso de las fibras de

polipropileno se obtuvieron mejores resultados en el ensayo de la tenacidad del concreto, puesto que el módulo de elasticidad dinámico disminuye, esto quiere decir que el material se vuelve más deformable, con la condición de que las aplicaciones de cargas sean cíclicas y se someta el elemento a la flexión.<sup>9</sup>

Villanueva (2014), en su tesis para optar el título de ingeniero civil titulada **“Influencia del aditivo superplastificante reductor de agua en las características del concreto de alta resistencia”**, el principal objetivo es determinar cómo influye el uso del aditivo superplastificante y reductor de agua de alto rango, en las propiedades física-mecánicas del concreto de altas resistencias, la metodología es de tipo aplicada, descriptiva y experimental, posteriormente se realizaron tres (03) diseños de mezclas con un  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días, de los cuales un diseño de mezcla es el diseño patron, los otros dos se les adiciona Sikament 290N con una dosificación igual a 0.7% con respecto al peso del cemento y el tercer y último diseño se considera una dosificación de aditivo superplastificante de 1.4% con respecto al peso cemento, luego de realizar los diseños de mezcla se realiza la muestras que consta de noventa (90) especímenes cilíndricos de medidas estandarizadas, para su ensayo a la compresión.

Obtenidos los resultados se concluye que se llega a producir un incremento adicional aproximado del 15% de la resistencia del concreto, esto cuando se utiliza una dosis de aditivo de 0.7% con respecto al peso del cemento y se observa un aumento de la resistencia del 25%, cuando se usa una dosis de aditivo de 1.4% del peso del cemento, no obstante, el modo y el tipo de falla se alteran. Y como conclusión final se afirma que es posible lograr buenas características de un concreto de alta resistencia utilizando los materiales de la zona y el aditivo superplastificante, obteniéndose un concreto de buena calidad en estado fresco como en estado endurecido.<sup>10</sup>

Gamarra (2016) in his thesis entitled **“Potential application of ultra-high performance fiber-reinforced concrete with wet – mix shotcrete system in tunneling”**, from the University of Texas at Arlington, the main objective of this thesis is to evaluate the potential application of UHP-FRC with the wet-mix shotcrete process. For the purposes of the tests, prismatic samples (beams) of standardized measurements were made to then test them and obtain the flexural strength

according to ASTM C 78, and for the tests of compression resistance, samples were obtained from sawing measuring cubes of 2.78" x 2.78" x 2.78", to later test them at their respective ages (02, 07 and 28 days). La presente tesis tiene como objetivo principal demostrar que el concreto reforzado con fibra de rendimiento ultra alto es un material viable en una aplicación potencial en los sistemas de revestimiento de túneles, por lo cual se llega a la conclusión de que utilizando la fibra de ultra alto rendimiento en el concreto se obtiene buenas resistencias tanto a la compresión como a la flexión.<sup>11</sup>

(Cagri Öztürk, 2018) in his thesis entitled ***"High performance macro synthetic fiber reinforced concrete", from the middle east technical University***, The general objective of the study was to prepare high-dose polypropylene fiber reinforced concrete (FRC) (12, 18 and 24 kg/m<sup>3</sup>) and polypropylene FRC of normal dosage (3, 6 and 9 kg/m<sup>3</sup>) with different formulations. matrix (low viscosity and high viscosity mixtures) and tested by two different test methods. As a result of this experimental program, the following conclusions can be drawn: For the same concrete matrix and in same fiber dosage, the difference in flexural strength can be explained by thickness of the specimens. The slab thicknesses verify these phenomena as in the seen force-deflection graphs, the thicker samples resulted in greater flexural strength.

La presente tesis nos dice que tiene como objetivo principal realizar muestras de concreto reforzado con fibra de polipropileno en 3 dosis altas de 12, 18 y 24 kg/m<sup>3</sup> y dosis normal de fibra de polipropileno de 3, 6 y 9 kg/m<sup>3</sup>, luego moldearlos en paneles circulares y cuadrados para posteriormente ensayarlos mediante dos métodos de ensayo que son según la norma técnica ASTM C 1550 y la norma EFNARC. Por consiguiente, de acuerdo a los ensayos obtenidos se concluye que, para el mismo diseño y dosis de fibra, la diferencia a la flexión puede explicarse por el espesor de las muestras, por consiguiente, con las muestras de mayor espesor se obtiene resultados mayores en su resistencia a la flexión.<sup>12</sup>

(Mirko, 2018) in his thesis presented for the doctorate degree of philosophy ***"The effects of fiber distribution on the performance of fiber-reinforced concrete and shotcrete"*** from the department of civil, mining and environmental engineering of the university of Western Australia, the main objective of this doctoral thesis is to

carry out tests with fibers in concrete and shotcrete, to carry out the tests, prismatic samples of 150 mm x 150 mm x 600 mm were obtained, circular panels of 800 mm in diameter and 75 mm thick of in accordance with ASTM C1550 and cylindrical samples of 50 mm diameter and 700 mm length were also obtained for the pull-out test. De acuerdo al estudio de la tesis doctoral se concluye; es importante que la fibra se distribuya homogéneamente y tenga buena ubicación en el proceso de disipación de energía tanto en el concreto reforzado con fibras como en el shotcrete.<sup>13</sup>

Meza de Luna, A. y otros (2014), en el artículo científico titulado **“Estudio experimental de caracterización mecánica del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno”**, de la Universidad del Zulia, cuyo objetivo general fue estudiar las características mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero y de polipropileno, posteriormente ser usados para pisos industriales, se evaluó así las propiedades mecánicas tales como: resistencia a la compresión, tenacidad a la compresión, el módulo de elasticidad, resistencia a flexión, tenacidad a flexión, energía de fractura y resistencia residual a flexión. Para dichos ensayos se realizaron muestras de probetas cilíndricas y probetas prismáticas de concreto reforzado con fibras, también se prepararon muestras de concreto sin fibras (muestras patron) como parámetros referenciales; el diseño del concreto utilizado es un diseño de concreto  $f'c= 40\text{MPa}$  de resistencia a flexión. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyen que las dimensiones y la forma de las fibras estos influyen en el desarrollo de las resistencias a la flexión y otras características mecánicas como es la ductilidad; la fibra copolímero tipo recta y onduladas generó un mejor performance en el concreto. Como último se visualiza que hay relación entre los resultados obtenidos de flexión y resultado de tenacidad a compresión.<sup>14</sup>

Mendoza, C. Aire, C. y Dávila, P. (2011) en el artículo científico de título **“Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido”**, el objetivo principal de esta investigación es evaluar la influencia del efecto que tiene la adición de microfibras de polipropileno en las propiedades del concreto tanto en estados fresco como en estado endurecido. Las variables que se consideran para el diseño de mezcla son: el TM del agregado grueso, el porcentaje de finos en la arena y la cantidad de fibras. Se elaboraron

ocho (08) mezclas de concreto, que posteriormente se ensayaron en estado fresco y en estado endurecido a edades de 7 y 28 días. En los ensayos en estado fresco se determinó el asentamiento, el peso unitario, el contenido de aire, y la fisuración por contracción plástica; en los ensayos de estado endurecido se determinó: la tenacidad, la resistencia a compresión, la relación de Poisson, el módulo de elasticidad, la resistencia al impacto, la resistencia a tensión, y la contracción por secado. Al utilizar las fibras en el concreto fresco este cambia la consistencia de la mezcla y reduce las fisuraciones por contracción plástica; en estado endurecido, resistencia al impacto, incrementa la tenacidad, reduce el agrietamiento y la contracción por secado; las otras propiedades mantienen sus propiedades.<sup>15</sup>

Moreno, S., Rodríguez, J. (2017) en el artículo científico de título "***Evaluación de la técnica de aplicación y resistencia del concreto lanzado en minas mediante la metodología EFNARC***", el objetivo principal es determinar los valores de la resistencia a la compresión de las mezclas de cemento, agregados, agua y fibras de acero y plásticas mediante el método EFNARC con ello determinar la pertinencia del uso de fibras además de evaluar las técnicas de lanzado in-situ del concreto. Se realizaron muestras de 600x600x100mm para extraer núcleos de testigos diamantinos y ensayarlos a la compresión axial a sus respectivas edades. Según los resultados se concluye que no existe variación significativa en la resistencia del shotcrete aplicado utilizando las fibras plásticas como las fibras de acero, además, no incrementan significativamente la resistencia a la compresión.<sup>16</sup>

**En el código ACI 506R-16**, define al shotcrete como "concreto o mortero neumáticamente proyectado a alta velocidad hacia una superficie". Adicionalmente, el shotcrete por su tipo de aplicación que es por proyección a alta velocidad es colocado y a su vez compactado hacia la superficie. Este método de colocación y compactación puede ser realizada sobre cualquier posición de superficie, ya sea vertical u horizontal.<sup>17</sup>

El shotcrete se clasifica de acuerdo al proceso de proyección, siendo lanzado mediante la técnica en vía seca o lanzado mediante la técnica vía húmeda.

#### **a) Shotcrete por vía seca**

Guzmán, Sergio y Ogaz, Milenko 2015, ICH. Dice que: Es la técnica en la que el cemento y el agregado, y en ocasiones la fibra sintética o metálica se procesan por

bachada y se mezclan mecánicamente. La mezcla es transportada de manera neumática por propulsión a través de tuberías o mangueras hacia una boquilla en la cual se inserta una cierta cantidad de agua a presión constante para humedecer la mezcla antes de que sea proyectada. (pág. 13).<sup>18</sup>

Este tipo de tecnología en el Perú ha venido desarrollándose de manera lenta y en el ámbito internacional el diseño de mezclar que posee el shotcrete es naturalmente antiguo, ya que al ser artesanal la calidad de este es muy variable por estar sujeta a la voluntad del operador por ser el que realiza la aplicación del caudal del agua y por lo tanto no mantener la relación del agua y cemento (R a/c) constante.

### **b) Shotcrete por vía húmeda**

Guzmán, Sergio y Ogaz Milenko 2015, ICH. dice que: Es la técnica en la que el cemento, agregado y el agua se realiza el proceso por bacheadas y estas homogenizan todos unidos en la misma planta de concreto o equipos móviles para mezclar, y posteriormente ser transportados y finalmente vaciarlos en una bomba. Desde este punto la mezcla de shotcrete se traslada a través de una manguera hacia una boquilla en donde se proyecta neumáticamente sobre el macizo rocoso o superficie a sostener. El aire comprimido pasa desde la bomba hacia donde está la manguera de transporte del material con el fin de proyectar la mezcla de shotcrete hacia el sustrato. A la mezcla de shotcrete proyectado se incorporan aditivos acelerantes antes de ingresar a la boquilla y también se le puede incluir fibras metálicas como sintéticas durante el mezclado; (pág. 13).<sup>19</sup>

### **Usos del Shotcrete**

Jürgen Höfler y Jürg Schlumpf, (2004), concreto lanzado en la construcción de túneles, dice: La construcción con mezcla de shotcrete es utilizado en una variedad de tipos de proyectos. EL shotcrete por su trabajabilidad y economía es un material que predomina en los proyectos tales como: túneles, construcciones subterráneas especiales y en edificaciones superficiales, en efecto, en las construcciones en general.

Actualmente los usos más utilizados son los siguientes:

Tabla 1: Usos del shotcrete

<p>Estabilización del macizo rocoso, túneles de construcción subterránea en excavaciones.</p> <p>Revestimiento de cámaras subterráneas y túneles.</p> <p>Estabilizar en las construcciones es de galerías y minas.</p> <p>Reparaciones en concreto (reforzamiento y reemplazando el concreto).</p>	<p>Restaurar Edificios antiguos.</p> <p>Trabajos de sellado de filtraciones</p> <p>Estabilización de zanjas para estabilizar taludes</p> <p>Revestimiento protector</p> <p>Mejorar las Capas desgastadas</p> <p>Estructuras portantes especiales.</p> <p>Obras de arte</p>
--	--

Fuente: elaboración propia

### Requerimientos del Shotcrete

En esta sección se especifican todos los requerimientos para morteros y para shotcrete de manera muy fácil y de simple entendimiento. Armados con estas informaciones, los tipos de materiales se pueden seleccionar adecuadamente.

Fundamentalmente, esta información incluye la elección de los procesos de lanzado de shotcrete, ya sea vía seca o vía húmeda, la correcta consideración del desarrollo de las resistencias a edades tempranas del shotcrete, el correcto diseño de la mezcla y la durabilidad del shotcrete, que se encuentran en los requerimientos especificados. (pág. 16).

#### a) Materiales constitutivos del Shotcrete

El concreto en general está compuesto de tres materiales, siendo estas el cemento, agregado y agua. Podremos ampliar sus características y potenciales formas de ampliar sus usos, este lograra convertirse con facilidad en un compuesto de cinco materiales, dando como resultado una interrelación complicada, específicamente en el momento que se juntan con las especificaciones de colocación del shotcrete. En consecuencia, es de suma importancia que con el shotcrete no se cambien demasiado los parámetros en un mismo periodo a lo largo de las etapas de prueba. Solo las soluciones técnicas correctas y económicamente viables dejarán gozosos a todos. (pág. 16).<sup>20</sup>

## **b) Cemento**

El cemento su base principal es la de actuar como un “aglomerante” en las mezclas de shotcrete que fija y une las partículas de los agregados a través de composición. Adicionalmente el cemento es también el lubricante principal de la mezcla de shotcrete, tiene un fraguado hidráulico, en consecuencia, es gran parte responsable de las propiedades físico-mecánicas del shotcrete. No obstante, se tiene requisitos fundamentales que no son cualidad en el concreto convencional o estructurales. Uno de los requisitos del cemento para el shotcrete es que siempre tiene que tener tiempos de fraguado rápido para así producir una muy alta resistencia a edades tempranas.

## **c) Adiciones**

Estos materiales son utilizados en el shotcrete para una gran diversidad de requisitos por lo tanto se modifican considerablemente sus características: Para llegar a lograr un equilibrio finos que sea el adecuado, para incrementar las características de durabilidad de un concreto en específico (resistencias a acción de agresores o solventes), para incrementar la cualidad de retener el agua de mezcla (estabilizar la mezcla de shotcrete), para disminuir el desgaste en el bombeo durante el suministro (lubricante) (pág. 17).<sup>21</sup>

## **d) El Agua**

El agua se incorpora dentro de la mezcla shotcrete como agua adicionada en el tiempo de mezclado (proceso de producción de la mezcla de shotcrete) y como humedad absorbida por los agregados. La consistencia (trabajabilidad) de la mezcla la ajusta la relación del aditivo superplastificantes y el agua. La calidad del agua para realizar la mezcla de shotcrete no contendrá ningún elemento o componente que acelere o retarde el proceso de hidratación del cemento, estos son fundamentalmente: aceites y grasas, azúcares, sales y cloruros y sulfatos. (pág. 20)

## **e) El Agregado**

También se le llama áridos y lo cual ocupan aproximadamente 75% de la capacidad de una mezcla convencional de un concreto, los agregados usados para preparar la mezcla del shotcrete se conseguirán para la clasificación y selección de los

productos, ya sean obtenidos de manera natural para la trituración o mezclando los dos. El agregado para la mezcla de shotcrete, deben de adecuarse a los requerimientos de las especificaciones técnicas de la norma ASTM C-33 u otras. El agregado para shotcrete debe de tener un tamaño máximo nominal de 8 -10 mm, esto se debe a las limitaciones que tiene la máquina de bombeo y además para evitar pérdidas por rebote al momento del lanzado. Es de gran importancia la curva granulométrica del agregado a emplearse, específicamente en su parte inferior. El porcentaje retenido de material fino en la malla N.º 0,125 mm (Malla N.º 200) tiene que estar entre un rango de 4 - 5 % en el límite inferior y un rango de 8 - 9 % en el límite superior.<sup>22</sup>

#### **f) Aditivos**

Portland Cement Association, 2011, Diseño y control de mezcla de concreto, dice que: El aditivo, son aquellos materiales del concreto que, a parte del cemento de tipo portland, el agregado y el agua, se juntan al mezclarse ya sea inmediatamente, antes o durante el tiempo de mezclado. La principal razón para utilizar los aditivos es:

- Disminución del costo del proyecto en construcción.
- Se obtienen varias características en el shotcrete, de mayor efectividad que otras.
- Ahorro en tiempos de mezclado e incrementa la calidad del concreto, el transporte, la aplicación y el curado en condición climáticas desfavorables. (pág. 135).<sup>23</sup>

#### **Fibras Sintéticas**

Según manual de Euclid Group EUCOMEX, son fibras híbridas que contiene en su propiedad una fibra de polietileno con funciones estructurales y una fibra fibrilada de polipropileno que tienen como uso disminuir la contracción plástica del concreto. Sus principales usos son para sustituir exitosamente las fibras de acero, a las varillas de refuerzo convencionales en una variedad muy amplia de aplicaciones y a la malla electrosoldada.<sup>24</sup>

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### Diseño de investigación

Según menciona Hernández, R, Fernández, C y Baptista, M (2010), el diseño de investigación es la parte fundamental de toda tesis, ya que esta permitirá orientar al investigador las bases a alcanzar según sus objetivos de estudio, es decir; que da a entender si la confirmación de lo planeado es verídica o no. (p. 120)<sup>25</sup>

Así mismo Unife (2014), resalta que “un experimento contiene dos cualidades, estas son; la general y la particular, siendo esta primera la realización de una acción y observar los resultados de lo sucedido. Por ello, un diseño experimental es cuando se pueden manipular una o más variables independientes y de la misma manera conocer la consecuencia que se genera en una o más variables dependientes en un escenario controlado por el investigador. Finalmente, se logra entender que la denominación de un experimento se da cuando el investigador intenta dar una explicación del efecto que puede causar dicha variable en otra (variable independiente hacia la dependiente), generando situaciones favorables para él con la finalidad de realizarlas (p. 01).<sup>26</sup>

Por ello, Esta investigación tiene un **diseño experimental**; puesto que, se pretende manipular la variable independiente y verificar el resultado generado en la variable dependiente, con la finalidad de dar una afirmación de las hipótesis planteadas en la presente investigación.

##### Tipo de Investigación

El tipo de investigación se centra en dos teorías muy importantes que determinan si el tema a centrarse está enfocado en descubrir alguna definición nueva o si este aplica o es ya conocido con alguna finalidad, a este tipo se le conoce como básica o aplicada.

Al respecto Coccia (2018) resalta que; la investigación básica tiene propósito de obtener nuevos conocimientos de los fenómenos ocurridos o sucesos que han sido observables en el transcurso de tiempo sin ningún tipo de propósito. Por otro lado, la investigación aplicada busca producir una gama fundamental de conocimientos aplicables a causa de diversos problemas actuales o en un posible futuro (p. 118).<sup>27</sup>

Así mismo, Vargas (2009) menciona que; el tipo de investigación denominada aplicada tiene como finalidad de investigación, la voluntad de general algún aporte en la mejora o resolución de determinadas situaciones; ya que el autor se central en una ejecución beneficiosa para algún grupo, lugar o quien lo requiera y dependiendo del tema en que se centre. (p. 162).<sup>28</sup>

Dicho esto, se puede indicar que la presente investigación es de **tipo aplicada**, puesto que se está buscando comparar y mejorar el diseño de shotcrete adicionándole aditivo superplastificante y fibras sintéticas.

### **Nivel de Investigación**

Según lo planteado por Hernández, Fernández y Baptista, M (2010, p.12) la investigación es explicativa debido a que plantea el acontecimiento del fenómeno y como se revela.

La investigación que se lleva a cabo es de **nivel explicativa** pues procura exponer las cualidades que producen la influencia del aditivo superplastificante y la fibra sintética.

### **Enfoque de Investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) nos define que el enfoque de investigación, es:

Parte de una definición que va acotándose y que cuando está delimitada, se obtienen los objetivos y los problemas de la investigación; se comprueba la literatura y se crea una visión teórica. De los problemas obtenidos se implantan la hipótesis general y se define las variables; se idea un propósito para la justificación; se estiman las variables en un determinado contexto; se revisan las mediciones conseguidas empleando métodos estadísticos, y se dividen en varias conclusiones. (p. 4).<sup>29</sup>

La presente investigación es de **enfoque cuantitativo**, porque se va a utilizar los datos de la hipótesis para verificar los métodos estadísticos y los numéricos con el fin de implantar nuevas teorías.

### **3.2 Variables y Operacionalización**

Según Valderrama (2018) dice que, una operacionalización de la variable es el procedimiento por la cual se modifican las variables de definiciones abstractas a unidades de medida. En términos fáciles, la operacionalización de las variables en esencia viene a ser la búsqueda de los elementos o componentes que conforman las respectivas variables, para determinar las dimensiones, subdimensiones e indicadores; estas intervienen a través de la definición conceptual.<sup>30</sup>

#### **Variables**

Según Henríquez y Zepeda (2003) mencionan que; existen dos tipos de variables; la variable independiente e independiente, la primera es la que condiciona algún tipo de cambio en la dependiente, mientras que esta última es la que permite la explicación del fenómeno; ya que esta variable tiende a ser manipulada, por lo contrario, solo se mide (p. 27).<sup>31</sup>

A continuación, se mencionarán las variables de la presente investigación, la cual estará dividida por la variable independiente y la variable dependiente

#### **Variable Independiente**

Aditivo súper plastificante y fibra sintética

#### **Variable Dependiente**

Propiedades del shotcrete

La matriz de operacionalización de variables se observa en el Anexo N.º 2

### **3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis, es la parte central de la investigación, puesto que define de “que o quienes” son los que se van abarcar en la investigación, esto va a depender también del tipo de investigación que este sea, así como se sus alcances (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 172).<sup>32</sup>

Ante ello, se puede definir que la unidad de análisis de la presente investigación incluirá las variables que se han ido trabajando a lo largo de la tesis. Dicho esto, la unidad de análisis es:

## Elemento de sostenimiento del macizo rocoso

### Población

“Es un conjunto infinito o finito de componentes, cosas o seres, que tienen propiedades o cualidades similares, susceptibles de ser observados. De tal forma que, se consigue hablar de un universo de familias, de instituciones, de empresas, de votantes, etc.” (Valderrama, 2013, p.182)<sup>33</sup>

Entonces según el concepto de Valderrama, en la presente investigación nuestra población se determinará por medio de las variables y dimensiones, servirán para poder determinar la muestra indicada y llevar a cabo el objetivo planteado en la investigación, las cuales dicho esto se indica que nuestra población será el sostenimiento del macizo rocoso de la mina Uchucchacua ubicado en la provincia de Oyón, departamento de Lima.

### Muestra

Hernández, Fernández y Baptista, indican que, en relación al método cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de importancia sobre la cual se recolectaran datos, y por lo que necesita delimitarse y definirse previamente con precisión, así mismo tiene que ser representativo de la población. (2014, p.173).<sup>34</sup>

Tabla 2: Cantidad de muestras por ensayo

	MUESTRA	CANTIDAD	NORMA DE ENSAYO
Diseño I, Diseño II, Diseño III, Diseño IV, Diseño V y Diseño VI	Muestra de probetas cilíndricas de shotcrete 4" x 8", se ensayan 03 probetas por cada edad a 07, 14 y 28 días.	54	ASTM C 39
	Muestra de paneles cuadrados de 60x60x10cm, se ensayan a la edad de 28 días.	6	UNE -14488
	Muestra de paneles trapezoidales de dimensiones de 45 x 45 x 15 cm, de dicha muestra se extraen testigos diamantinos y se ensayan a compresión axial, a sus edades respectivas.	6	ASTM C42

Fuente: Elaboración Propia

### Muestreo

Niño, Víctor dice que el muestreo, es la técnica o método que nos permite elegir muestras con una intención clara o con un criterio predispuesto. Las muestras que

se escogen buscan, por supuesto, ser una representación de la población, sin embargo, puede contar con errores, según sea la situación. (2011, p.57).<sup>35</sup>

Por consiguiente, en la presente investigación se define que el tipo de muestreo es **no probabilístico**, ya que puede haber influencia del investigador, pues es el investigador el que selecciona la muestra por razones de criterio y comodidad. Por ende, suele presentarse ser poco fiables y resultados de mayor variabilidad.

A su vez es intencional ya que dicho muestreo tiene por característica ser un esfuerzo deliberado para conseguir muestras representativas por medio de la inclusión en la muestra de grupos típicos.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos**

Según Lafuente y Marín, indican que la técnica que va a ser utilizada en una investigación depende mucho del tipo de variable que se tenga, así como la información que tengamos de los mismos; por ello, en una tesis se pueden definir dos tipos, tales como cuantitativas y cualitativas. Una investigación cuantitativa se emplea cuando las variables tienen como objeto una precisión de estas, para ello se aplica la observación; puesto que este tipo de variables con dicho enfoque marcan valores numéricos exactos para el estudio estadístico que se puede efectuar el investigador. Mientras que una investigación cualitativa tiene gran demanda de variables y se emplea un carácter intuitivo para su realización (2008, p. 09).<sup>36</sup>

Además, Pulido (2015) resalta para un enfoque cuantitativo se utiliza la observación, puesto que esta es una de las técnicas más importantes, además esta cuenta con dos tipos; observación sistemática y observación participante. La observación sistemática se refiere a la recolección de datos en base a acciones o comportamientos determinados, permitiendo que el investigador pueda mirar lo sucedido sin que este intervenga de forma directa en el proceso; mientras que, en la observación participante este interactúa en el suceso que se observa. Por ello, lo más recomendable es usar la sistemática, porque es de mucha ayuda cuando se plantean las hipótesis en una investigación. (p. 1149).<sup>37</sup>

En ese contexto, se puede indicar que las técnicas de recolección de datos empleada es la técnica de **observación**; ya que, los ensayos que se realizarán serán por medio de probetas cilíndricas de mezcla de shotcrete y paneles cuadrados de mezcla de shotcrete, y los valores que serán arrojados se tendrán que visualizar en el maquina empleada para este ensayo (ensayo de compresión y absorción de energía), sin que el investigador participe de manera directa en el ensayo de las mismas.

La otra técnica sería de **medición o investigación documental**, es decir ya han sido recogidos y reelaborados por otras personas y se encuentran escritas.

Y por último están las **técnicas de laboratorio** que serán los ensayos para conseguir los resultados según el objetivo de la presente investigación.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos son las fichas técnicas que serán ejecutadas por el investigador. Además “un instrumento para poder realizar la recolección de datos, principalmente, cualquier tipo de recursos con el que pueda apoyarse el investigador para aproximarse a los fenómenos y obtener de ellos información alguna”. La especificación en esta ocasión está dada por la expresión de su uso o finalidad: puede ser cualquier recurso, pero es para extraer la información de la realidad estudiada” (Niño, 2011, p.86).<sup>38</sup>

Por consiguiente, esto quiere decir, que los instrumentos que utilizara el investigador para que pueda recolectar los datos necesarios para la investigación, serán los siguientes:

- Para la técnica de investigación documental serán las normas técnicas vigentes para realizar los procedimientos de cada ensayo
- Para las técnicas de laboratorio se utilizarán los formatos de ensayos establecidos en las normas técnicas vigentes, dichos ensayos a realizar serán los siguientes: para analizar los agregados se realizará un análisis granulométrico por tamizado, el peso específico y el peso unitario de los agregados, resistencia a la compresión de probetas cilíndricas entre otros.
- Y para la técnica de observación utilizaremos las fichas de evaluación y las fichas de observación.

## **Validez**

Niño Rojas. (2011), menciona lo siguiente:

La validez es una característica del instrumento, que tiene como finalidad que este sirva para medir la variable, y no otra, en otras palabras, que sea el instrumento preciso y el apropiado. Según esta característica, un instrumento (pregunta o ítem) “describe o mide”, lo que se espera que mida ni más ni menos (p.87).<sup>39</sup>

En la presente investigación la validez será medida por medio de expertos especializados en el tema, cuando se ejecute los ensayos de laboratorio en el desarrollo del proyecto de investigación, cuya validación de estos ensayos será la firma del ingeniero especialista en los formatos de recolección de datos. Adicionalmente los formatos de recolección de datos estarán firmados por 03 ingenieros civiles colegiados.

## **Confiabilidad**

Para Valderrama. (2018), sostiene que:

“La confiabilidad de un instrumento es cuando los resultados que este arroja son consistentes si se utiliza en muchas circunstancias. Esquemáticamente, lo evaluaremos utilizando los instrumentos todos con la muestra similar de especímenes, puede ser usada en diferentes casos o por muchos observadores. Se intenta observar que tanto concuerdan estos resultados que se obtuvieron en las diferentes pruebas de los instrumentos” (p.215).<sup>40</sup>

Por otro lado, Niño (2011), indica que:

“[...] la validez es un requisito primordial, por cuanto verifica la autenticidad y la exactitud de los datos. Para que el instrumento de medición sea confiable, este debe calcular con exactitud al mismo espécimen participante en varios periodos y que se obtengan los mismos resultados. Además, afirma que la confiabilidad es el nivel en que un procedimiento o una prueba genera en todas las ocasiones resultados semejantes en condiciones constantes [...]” (p. 87).<sup>41</sup>

La confiabilidad en la presente investigación será con respecto a la realización de la calibración de los equipos a utilizar para los respectivos ensayos, así mismo, del laboratorio en donde se ejecute; puesto que esto otorga un porcentaje adicional de confianza a la investigación, haciendo dar a entender que el proceso se llevó con una buena calidad.

### **3.5 Procedimientos**

Para realizar la siguiente investigación se realizarán el siguiente procedimiento:

- Se muestrea el agregado y el cemento donde se encuentra almacenado, según normas vigentes.
- El agregado muestreado se lleva a laboratorio y se realizan los ensayos de características físicas del agregado global para realizar el diseño de shotcrete.
- Una vez se obtengan los resultados de las características físicas, se procede a efectuar el diseño de shotcrete mediante método ACI 212 y ACI 506R.
- Se obtiene el diseño de shotcrete con las dosificaciones de aditivo y fibra sintética, y se procede a realizar las muestras de shotcrete que son probetas cilíndricas de 4" x 8" y paneles cuadrados de dimensiones de 60 x 60 x 10cm, para cada dosificación; para sus respectivos ensayos.
- Se muestrea la mezcla de shotcrete en paneles trapezoidales para su posterior extracción de testigos diamantinos y ensayar a sus respectivas edades.
- Se ensayan las muestras de shotcrete y se evalúan los resultados.

### **3.6 Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos es la forma de saber cómo van a ser interpretados los datos obtenidos en cada uno de los ensayos hechos por el investigador y plasmarlo de forma entendible en la investigación. Por ello, el método será llevado a cabo según demanda la Norma Técnica Peruana (NTP) y la ASTM; impuesta para cada uno de los estudios realizados, así como para los resultados de los mismos.

Por ello, este análisis se dará a cabo mediante la interpretación de las curvas vistas en los resultados; las cuales serán interpretadas según las bases de cada norma, con la finalidad que cada una de estas sea pieza fundamental para la severidad de las hipótesis y cumplimiento de los objetivos, para luego llegar a una conclusión que denote la finalidad esencial de la investigación. Los resultados de cada ensayo aplicado, serán estructurados acertadamente y a la vez será exteriorizado en cuadros.

Tabla 3: Ensayos de laboratorio

Nº	NOMBRE DE ENSAYO	DURACIÓN	PROCESO
1	Ensayo de Granulometría	01 día	La muestra inicial de agregado seco, debe de tener un peso conocido y constante, luego esta muestra se separa y se hace pasar por una serie de tamices que van de mayor a menor en el calibre de las, para determinar cómo se distribuyen los tamaños de las partículas.
2	Peso Unitario de los agregados	01 día	Esta prueba de PUS es usada únicamente si es especificado. De otra manera, el que determine eso será el PUC mediante el procedimiento de apisonado para agregados con un TMN de 37,5 mm (1 ½ pulg) o menos; o por el procedimiento de percusión para agregados con TMN entre 37,5 mm y 150 mm (1 ½ pulg a 6 pulg).
3	Diseño de mezcla de shotcrete	01 día	Se realiza el diseño de la mezcla de shotcrete siguiendo el método de American Concrete Institute (ACI 211 y ACI 506R)
4	Consistencia del shotcrete	01 día	Se coloca el concreto en estado fresco compactado y varillado en unos moldes tronco cónico, el molde es levantado perpendicularmente facilitando así el desplazamiento del concreto hacia abajo. La distancia existente de la posición inicial y la desplazada tiene que medirse en el centro de la superficie superior del concreto y se reporta con aproximación a ¼ de pulgada.
5	Peso unitario del shotcrete	01 día	Tomar y pesar un recipiente de 1/3pie <sup>3</sup> de volumen. Llenar el recipiente en tres capas, cada capa debe ser apisonado 25 veces. La última capa se llena por encima del recipiente. El terminado de la última capa debe ser lo más exacto posible. Pesar la muestra de concreto con el recipiente, tomar nota (apuntar) – Aplicar fórmula.
6	Contenido de aire	01 día	La norma ASTM C231 establece que el nivel del aire presente en el concreto fresco, debe controlarse mediante este ensayo es importante ya que los aditivos incorporadores de aire logran casi siempre mejorar el bombeo de las mezclas, además de especificarse cuando el hormigón queda expuesto a zonas de bajas temperaturas.

7	Resistencia temprana del shotcrete	01 día	Se procede al hincado de un clavo dentro del shotcrete y así se determinará la profundidad de penetración. Luego, se extraemos y medimos la fuerza de extracción. Esta relación existente entre la fuerza de extracción y la fuerza de profundidad de penetración que se utiliza para obtener una estimación de la resistencia a compresión a partir de la curva de conversión, la que debe ser suministrada por el fabricante del equipo de ensayo. La profundidad de penetración del clavo debe ser al menos de 20 mm
8	Resistencia a la compresión	01 día	Aplicaremos una carga de compresión de tipo axial a las probetas cilíndricas a una velocidad constante hasta que logremos que el elemento falle. La resistencia obtenida a la compresión se calcula mediante la relación recta de la probeta.
9	Tenacidad	28 días	Ensayaremos un panel de concreto de dimensiones 60 x 60 x 10 cm (+/- 5) esta se encontrará apoyada por medio de los cuatro bordes y le aplicaremos una carga en la parte central. La curva de carga se debe confrontar con la deflexión se obtiene hasta una deflexión central de 25 mm este resultado del ensayo será calculado como s fuera la energía bajo la curva de carga vs deflexión medida en Joules.

Fuente: Elaboración propia

### 3.7 Aspectos éticos

En la presente investigación se empleó una gama de trabajos realizados anteriormente por otros autores, para ello, el autor de esta investigación respetó la autoría de los mismo; es decir, no alteró ni modificó los valores que son de gran importancia para esta investigación. Por otro lado, se da conocer el marco teórico que se puede aseverar debido a las fuentes en las cuales se pudo citar respetando la norma ISO, utilizada por la universidad para indicar el pensamiento valido de una idea impuesta por otros autores.

Por ello, el aspecto ético de esta presente investigación está basada en la honestidad de las fuentes en las cuales se ha ido trabajando a lo largo de este proceso; así mismo, del aporte que esta puede otorgar a los futuros investigadores de emplear una tesis con información confiable y cuya finalidad es de respetar las teorías que están relacionadas con el futuro desarrollo de la misma.

Por otro lado, el aporte que este podría tener para la sociedad y las futuras generaciones de ingenieros civiles es de suma importancia, puesto que con esta investigación se estaría contribuyendo a difundir la capacidad de este tipo de fibras, tanto del proveedor, como fibras sintéticas de otras marcas. La elaboración del presente proyecto de investigación, se tendrá en cuenta los trabajos realizados anteriormente por otros autores, datos obtenidos de diversos libros, tesis relacionadas al tema, revistas electrónicas, noticias, etc.

## IV. RESULTADOS

### Ubicación geográfica

La muestra de agregado y cemento se recolecto de la Unidad Minera Uchucchacua, ubicado en el distrito de Oyón, provincia de Oyón, en el departamento de Lima.



Figura 1: Ubicación de la Unidad Minera Uchucchacua

El método de recolección de muestra de agregado se llama muestreo. Para dicho propósito se obtuvieron 10 sacos de 50 kilos de agregado global y también se muestreo el cemento desde la bombona de la planta.

### Trabajos de laboratorio

Las tablas y figuras que se muestran a continuación fueron obtenidas por medio de los ensayos realizados en el laboratorio MASTERLEM.

### Materiales Empleados

El shotcrete o concreto lanzado tiene que tener ciertos requisitos para los cuales se ha diseñado; por lo tanto, es de suma importancia saber escoger bien los materiales adecuados para que este nos garantice el correcto desempeño, dichos materiales tienen que cumplir con las especificaciones y normas técnicas vigentes. Para realizar el diseño de mezcla de shotcrete se toma en cuenta las especificaciones del ACI 211 y los requerimientos del ACI 506R.

## Cemento

### Características del cemento

Para la presente investigación se ha utilizado el Cemento Andino Tipo I, el cual cumple con los requerimientos establecidos en la norma ASTM C150.

Tabla 4: Características físicas del cemento andino Tipo I

CARACTERÍSTICAS	UND	VALOR
Peso Especifico	g/cm <sup>3</sup>	3.15
Expansión Autoclave	%	0.01
Fraguado Vicat (inicial)	min	116
Fraguado Vicat (final)	min	285
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083

Fuente: Hoja Técnica del cemento andino Tipo I

## Agregados

### Características del agregado empleado

#### Granulometría

Es una de las características de mayor importancia para el agregado en el shotcrete, ya que este influye en las resistencias mecánicas, en la durabilidad y también en el bombeo; la cual resulta de suma importancia al momento de realizar el lanzamiento del shotcrete. Organismos como el American Concrete Institute (ACI) y EFNARC recomiendan varias granulometrías que nos garantizan el mejor performance de los agregados en el shotcrete. <sup>42</sup>

Tabla 5: Granulometrías recomendadas para Shotcrete

TAMIZ		EFNARC	ACI 506-G1	ACI 506-G2	AUSTRIA	RTA B82
ASTM	mm	Min - Max	Min - Max	Min - Max	Min - Max	Min - Max
5/8"	16.00	100	-	100	100	100
3/8"	10.00	93 - 100	100	90 - 100	90 - 97	90 - 100
#4	4.75	77 - 100	95 - 100	70 - 85	70 - 80	70 - 85
#8	2.40	59 - 92	80 - 98	50 - 70	50 - 60	50 - 70
#16	1.20	41 - 76	50 - 85	35 - 55	33 - 44	35 - 55
#30	0.60	26 - 56	25 - 60	20 - 35	21 - 29	20 - 40
#50	0.30	14 - 32	10 - 30	08 - 20	10 - 17	08 - 20
#100	0.15	06 - 16	02 - 10	02 - 10	06 - 12	02 - 10

Fuente: Guía Chilena del Hormigón Proyectado.

En la presente investigación se ha utilizado la gradación ACI 506-G2, para lo cual se escogió siguiendo criterios de durabilidad, resistencia y pérdida por rebote. Para efectos de las pruebas se determinó el ensayo de granulometría del agregado global.

Tabla 6: Granulometría del agregado global

Tamiz		Peso Retenido (g)	Peso Retenido (%)	Peso Retenido Acumulado (%)	% Pasante Acumulado
Pulgadas	milímetros				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	25.00	1.53	1.53	98.47
# 4	4.75	250.00	15.28	16.81	83.19
# 8	2.36	288.00	17.60	34.41	65.59
# 16	1.18	305.00	18.64	53.06	46.94
# 30	0.59	275.00	16.81	69.87	30.13
# 50	0.30	250.00	15.28	85.15	14.85
# 100	0.15	186.00	11.37	96.52	3.48
Fondo		57.00	3.48	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

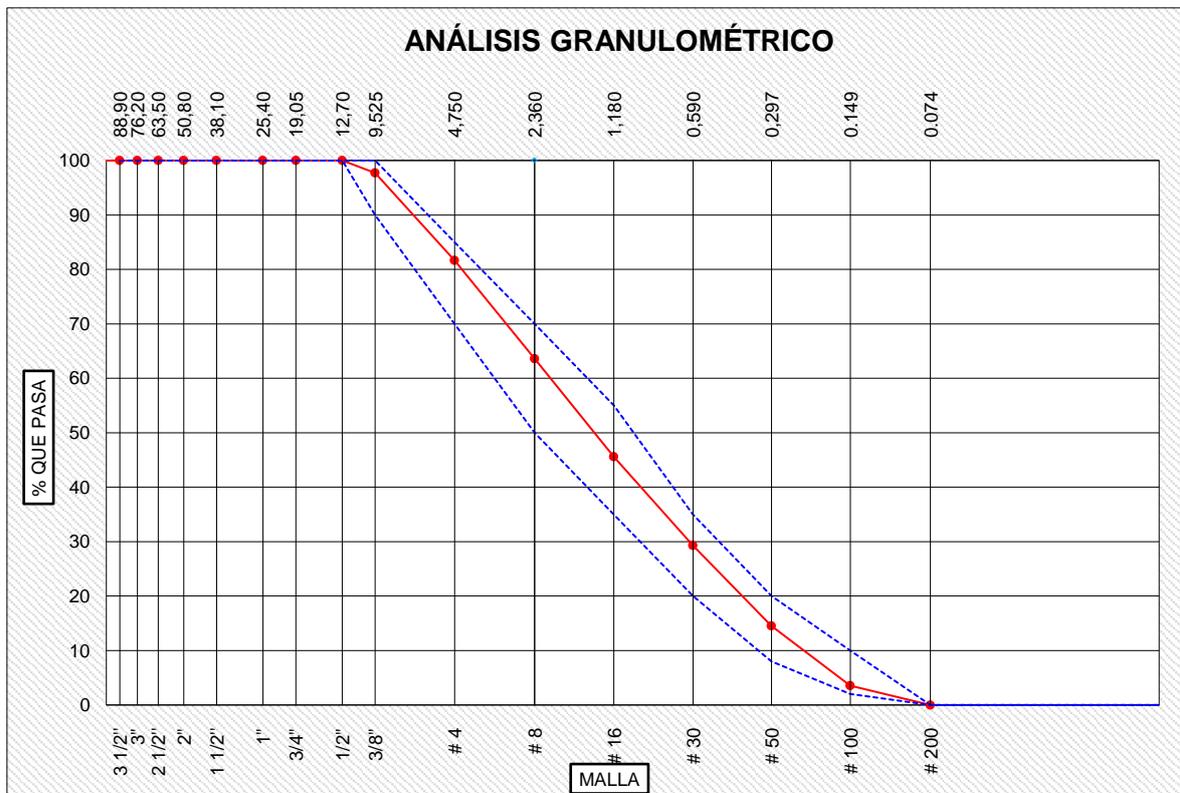


Figura 2: Granulometría del agregado global

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se observa que el agregado global encaja dentro de las especificaciones mínimas y máximas de la gradación ACI 506-2, de agregados para shotcrete. Del ensayo de granulometría se obtiene el módulo de fineza que es igual a la suma de los porcentajes retenidos acumulados de las siguientes mallas: ((3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N°100) /100). De acuerdo al ensayo de granulometría se obtuvo un módulo de fineza igual a 3.64.

### Peso Unitario

Según la norma ASTM C29 define al peso unitario de los agregados como la masa de un volumen unitario de agregado en el cual el volumen incluye el volumen de partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas y varía de acuerdo al contenido de humedad que tenga el material. <sup>43</sup>

Tabla 7: Peso Unitario del agregado global

DESCRIPCIÓN	DATOS						
	UNIDAD	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
Nº de ensayos		1	2	3	1	2	3
Peso de la muestra + molde	(g)	6.013	6.008	6.017	6.58	6.558	6.588
Peso del molde	(g)	2.723	2.723	2.723	2.723	2.723	2.699
Peso de la muestra	(g)	3.29	3.285	3.294	3.857	3.835	3.889
Volumen del molde	(cm³)	2.115	2.115	2.115	2.115	2.115	2.115
Peso Unitario Húmedo	(kg/cm³)	1.556	1.553	1.557	1.824	1.813	1.839
Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Peso Unitario Seco	(kg/cm³)	1.548	1.545	1.550	1.815	1.804	1.830
<b>Peso Unitario</b>	<b>(kg/cm³)</b>	<b>1.548</b>			<b>1.816</b>		

Fuente: Elaboración propia

### Gravedad Específica y absorción

La densidad relativa (gravedad específica) que es una cantidad sin dimensiones, puede expresarse como seca (S), saturada con superficie seca (SSS) o como densidad relativa aparente (gravedad específica), la densidad seca y la densidad relativa son determinadas después de secar el agregado. La absorción es la cantidad de agua que absorbe el agregado después de haber sido sumergido por 24 horas en agua, dicha absorción es expresada en porcentaje del peso seco del agregado. Para obtener el resultado de la gravedad específica y la absorción se ha utilizado como referencia la norma ASTM C 128.

Tabla 8: Peso específico y Absorción del agregado global

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Peso específico bulk base seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.61
Peso específico bulk base saturada (SSS)	(g/cm <sup>3</sup> )	2.75
Peso específico Aparente Base Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.77
Absorción	(%)	2.27

Fuente: Elaboración propia

## Contenido de Humedad

Este se define como la relación expresado en porcentaje, entre el contenido de agua atrapado en el agregado y el peso de la muestra seca al horno. El contenido de humedad tiende a variar al pasar tiempo y depende de las condiciones en las que se encuentra almacenado. Para obtener el resultado del contenido de humedad se ha utilizado como referencia la norma ASTM C 566.

Tabla 9: Contenido de humedad del agregado global

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS
Peso del agregado en estado natural	(g)	880.0
Peso del recipiente	(g)	334.0
Peso del agregado seco + Peso del recipiente	(g)	1214.0
Peso del Agregado Seco ensayado	(g)	812.1
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>(%)</b>	<b>8.4</b>

Fuente: Elaboración propia

## Fibras Sintéticas

En la presente investigación se utilizaron la fibra sintética Barchip R50 que es una fibra sintética estructural de alto rendimiento para refuerzo del concreto, ecológica y optimizada para diversas aplicaciones.

Tabla 10: Características de la fibra sintética

CARACTERÍSTICAS	BarChip R50
Resistencia a la tensión	610 MPa
Módulo Young	1n GPa
Longitud	48 mm
Anclaje	Relieve continuo
Material de base	Polipropileno
Resistencia alcalina	Excelente

Fuente: Ficha Técnica BarChip R50

## Aditivos

En el presente trabajo de investigación se utilizó un aditivo superplastificante y un aditivo acelerante de fraguado. Para que no haya incompatibilidad entre los aditivos al momento de realizar el mezclado, se optó por trabajar con la misma marca de los aditivos tanto superplastificante como acelerante.

Se utilizó el aditivo superplastificante PLASTOL 20+, el cual es un aditivo reductor de agua de alto rango, que permite incrementar la plasticidad y mantención de las mezclas de concreto de baja relación agua/cemento.

Tabla 11: Características del aditivo superplastificante

CARACTERÍSTICAS	PLASTOL 20+
Color	Marrón oscuro
Densidad	1.12 kg/L.
Dosis de aplicación	0.5% a 2.0%
Especificaciones	ASTM C 494 Tipo A y F

Fuente: Ficha Técnica Plastol 20+

## Diseño del Shotcrete

El diseño del shotcrete es semejante al empleado en los diseños de un concreto convencional, considerándose las propiedades de resistencias mecánicas, durabilidad entre otros. Dichos aspectos tienden a cambiar según las especificaciones técnicas de cada proyecto, por ejemplo, el puesto a servicio a edades tempranas, el tiempo de transporte desde la planta hasta el lugar de lanzado, adición de fibras, adiciones como puzolana o microsílíce, bombeabilidad, etc.

## Consideraciones del Diseño de Shotcrete para la Minería

En la minería se ha empleado procedimientos empíricos apoyados de manera de clasificación del macizo rocoso, esto para poder llevar a cabo el diseño del sistema de soporte. Los procedimientos de clasificación del macizo rocoso se han estado usando para asociar distintas áreas que tienen propiedades geomecánicas con similitud, esto con el fin de facilitar una guía para plantear el desempeño relacionado a estabilidad y para poder escoger la clase de soporte apropiada (Guía Chilena del Hormigón Proyectado, 2014).<sup>42</sup>

Algunos sistemas de clasificación de macizo rocoso son:

- Clasificación Q o Sistema Q (Grimstad y Barton)
- Clasificación geomecánica de Bieniawski o Sistema RMR.
- Sistema Austriaco para la construcción de túneles (NATM)
- Método de la curva características del suelo (Brady and Brown)

Los sistemas de clasificación RMR y Q se basan en una clasificación de tres propiedades principales de un macizo rocoso:

- Resistencia de la roca intacta
- Propiedades de fricción de discontinuidades
- Geometría de los bloques intactos de roca definidos por las discontinuidades

La clasificación o sistema Q del macizo rocoso ha sido desarrollado para el sostenimiento de tunelería en roca por Barton y está basado en una apreciación numérica de las calidades del macizo rocoso con seis factores. El tipo de calidad de la roca (Q) se obtiene con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

**Donde:**

**Q:** Calidad de la roca.

**RQD:** Denominación de calidad de la roca.

**J<sub>n</sub>:** Índice de diaclasado, que indica el grado de fracturación del macizo rocoso

**J<sub>r</sub>:** Índice de rugosidad de las discontinuidades o juntas.

**J<sub>a</sub>:** Índice que indica alteración de las discontinuidades

**J<sub>w</sub>:** Coeficiente de reducción por presencia de agua

**SRF:** Coeficiente que tiene en cuenta la influencia del estado tensional del macizo rocoso.

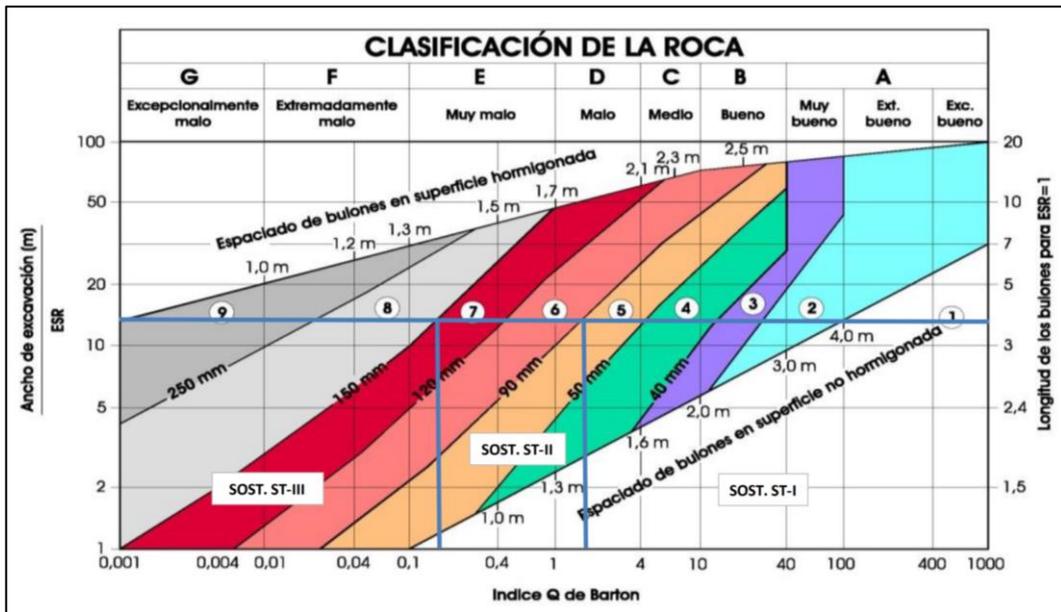


Figura 3: Sistema de clasificación de rocas de Barton.

Fuente: Guía Chilena del hormigón proyectado (2014).

### Categorías de Refuerzo

- (1) Sin sostenimiento.
- (2) Pernos colocados en forma esporádica.
- (3) Pernos colocados en forma sistemática.
- (4) Pernos colocados en forma sistemática + shotcrete no reforzado (40-100mm).
- (5) Perno + shotcrete reforzado con fibra (50 - 90 mm).
- (6) Perno + shotcrete reforzado con fibra (90 - 120 mm).
- (7) Perno + shotcrete reforzado con fibra (120 - 150 mm).
- (8) Perno + shotcrete reforzado con fibra (>150 mm) + marcos.
- (9) Revestimiento de concreto armado colado en sitio.

La ventaja principal de la clasificación Q es que es casi sensible a alteraciones mínimas en las propiedades o características del macizo rocoso. Los conceptos empleados para estimar las condiciones de las discontinuidades son relativamente severos y por ende dejan un margen mínimo para la subjetividad, al compararse con otros sistemas de clasificación de macizos rocosos. Una de sus desventajas es que es parcialmente compleja de utilizar para los usuarios con poca o sin experiencia.

Existen varias formas para poder calcular el espesor del shotcrete, una de ellas se obtiene con la siguiente expresión:

$$Tc = \frac{D}{150} x (65 - RSR)$$

**Tc** = Espesor des Shotcrete medido en pulgadas.

**RSR** =  $13.3 \text{ Log } Q + 46.5$  (relación de soporte de excavación).

**D** = Diámetro de la perforación medido en pies.

El diseño del shotcrete aplicado en los proyectos mineros es distinta al utilizado en tunelería, esto se debe a distintas condiciones tales como la profundidad, ya que a lo largo de una mina subterránea las tensiones pueden alterarse, es por eso que los requerimientos para los diseños de shotcrete como lo son: el espesor y la longitud de los pernos de anclaje deben de ser decididos por ingenieros geomecánicos.

### **Planteamiento del Diseño de Shotcrete.**

La mayoría de los conocimientos de la tecnología de concreto convencional puede ser utilizada para el diseño de mezclas del shotcrete, pero se tiene que considerar las diferencias que existe contra un concreto convencional; ya sea en cuanto a la granulometría, el método de transporte, el contenido total del cemento, colocación o lanzado y la selección de los aditivos utilizar.

Para la presente investigación, el diseño de mezclas de shotcrete se efectuó llevando a cabo las recomendaciones del reglamento del ACI 506R y 211. Ciertamente nos podemos apoyar de estas documentaciones para obtener los volúmenes de los materiales preliminares por m<sup>3</sup>, el diseño de mezclas es un procedimiento de pruebas y ajustes, por consiguiente, se tienen que hacer ensayos preliminares y hacer los reajustes que sean necesarios antes de que se realice en forma de producción masiva.

### **Procedimiento**

#### **Resistencia a la compresión**

El cálculo de la resistencia a la compresión está sujeto al tipo de estructura que se quiere elaborar, institutos como el American Concrete Institute (ACI) y EFNARC recomiendan valores acordes al tipo de estructura, para la actual investigación se determinó una resistencia de 300 Kg/cm<sup>2</sup>; ya que dicho valor está dentro de los

rangos que son utilizados en proyectos y minerías subterráneas, considerándose estos tipos de aplicación de shotcrete el más usado en nuestro país.

### **Relación Agua/Cemento**

Para elegir la relación agua/cemento, este depende básicamente de la resistencia que se requiere obtener sumándose a criterios como lo son: bombeabilidad y durabilidad del shotcrete, cuanto menor sea el valor de la relación agua/cemento, se obtendrán mayores resistencias y la durabilidad, pero a su vez menor será su trabajabilidad, por lo que hay que tener un especial cuidado con este valor, el reglamento ACI 506R recomienda emplear valores de 0.4 a 0.5. En la presente investigación se ha empleado un valor de 0.43.

### **Contenido de cemento**

Para elegir la cantidad de cemento a utilizar, este está relacionado también con la resistencia que se quiere obtener, a mayor sea esta cantidad mayor será la resistencia que se obtendrá. El reglamento ACI 506R nos muestra como referencia para utilizar como valor el siguiente cuadro:

Tabla 12: Relación entre resistencia y contenido de cemento

<b>Resistencia a los 28 días (Mpa.)</b>	<b>Contenido de cemento (kg/m<sup>3</sup>)</b>
21	295 - 385
28	325 - 415
35	385 - 505

Fuente: ACI 506R

En la presente investigación, se utilizó una cantidad de cemento de 400 kg/m<sup>3</sup>, obteniéndose resultados que se encuentran dentro de los rangos de los valores del cuadro mostrado.

### **Selección del asentamiento (Slump)**

Experiencias en nuestro país con el uso del shotcrete, se recomienda utilizar asentamientos entre 6" y 8", por lo tanto, en la presente investigación se trabajó con un asentamiento (Slump) de 7".

### Cálculo del contenido de agua

Una vez que se ha determinado la relación agua cemento (R a/c) y el contenido de cemento a emplear, la cantidad de agua es calculada con la siguiente expresión:

$$\text{Contenido de agua} = (a/c) * \text{contenido de cemento}$$

Según la expresión se calculó el contenido de agua para cada diseño de shotcrete realizado y el resultado fue 172.0 L/m<sup>3</sup>.

### Cálculo de volúmenes absolutos

Una vez obtenidos los datos de los pesos del agua, el cemento y el porcentaje de aire, con estos se procede a realizar los cálculos de las sumas de los volúmenes absolutos con la siguiente expresión:

$$V = \frac{\text{peso}}{\text{peso específico}} = m^3$$

Cemento: 400 / (3.15*1000)	=	0.127 m <sup>3</sup>
Agua: 180/ (1.0*1000)	=	0.180 m <sup>3</sup>
Aire: 4.5% (4.5 / 100)	=	<u>0.045 m<sup>3</sup></u>
Sumatoria de sus volúmenes conocidos	=	0.352 m <sup>3</sup>

### Contenido de agregado global

$$\text{volumen} = 1.000 - 0.352 = 0.648 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso agregado} = 0.648 * 2.61 * 1000 = 1691.28 \text{ kg/m}^3$$

### Valores de diseño de Shotcrete

Una vez calculados todos los materiales de la mezcla de shotcrete se fija el prediseño, en el cual se establecen las cantidades de los materiales en seco.

Tabla 13: Pesos de diseño de shotcrete en seco

MATERIALES	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg/m <sup>3</sup>	400.00
Agua	L/m <sup>3</sup>	172.00
Agregado Global	kg/m <sup>3</sup>	1691.28

Fuente: Elaboración propia

### Corrección por humedad del agregado

Peso húmedo del agregado global =  $1691.28 * (1+(8.4/100)) = 1833.35$

### Corrección por agua efectiva

% contenido de humedad – absorción =  $8.4 - 2.27 = 6.13$

Y los aportes de los agregados son:

Agregado global:  $1691.28 * (6.13/100) = 103.68 \text{ L/m}^3$

Agua efectiva:  $172 - 103.68 = 68.32 \text{ L/m}^3$

### Cantidad de los aditivos

El aditivo superplastificante se elige con respecto al peso del cemento. La ficha técnica recomienda valores que se encuentran entre 0.5 y 2.0% por peso del cemento. Se realizaron pruebas preliminares y se estableció una dosis de 1.0%.

Para el aditivo acelerante de fraguado en su ficha técnica recomiendan dosificaciones de 2.0 a 5.0% por el peso del cemento, al realizarse ensayos preliminares se eligió una dosis de 5% por peso del cemento.

### Valores finales de diseño de shotcrete

Al corregir el peso de agregado global por el contenido de humedad se establecen las cantidades de los materiales diseño final.

Tabla 14: Valores de diseño final de shotcrete

MATERIALES	UNIDAD	VALORES
Cemento	kg/m <sup>3</sup>	400.00
Agua	L/m <sup>3</sup>	172.00
Agregado Global	kg/m <sup>3</sup>	1653.00
Plastificante	L/m <sup>3</sup>	3.57
Acelerante	L/m <sup>3</sup>	14.00

Fuente: Elaboración propia

Este diseño de shotcrete es utilizado como el diseño patron, que sirvió como referencia para los demás diseños de shotcrete.

Tabla 15: Valores de diseño final de shotcrete por método ACI

MATERIALES	UNIDAD	VALORES
Cemento Andino Tipo I	kg/m <sup>3</sup>	517.00
Agua	L/m <sup>3</sup>	220.00
Agregado Global	kg/m <sup>3</sup>	1475.00
Aditivo acelerante (GUNITOC L-33 PLUS)	L/m <sup>3</sup>	14.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Diseño de Shotcrete sin fibra (DSH-SF)

MATERIALES	UNIDAD	VALORES
Cemento Andino Tipo I	kg/m <sup>3</sup>	400.00
Agua	L/m <sup>3</sup>	172.00
Agregado Global	kg/m <sup>3</sup>	1653.00
Aditivo superplastificante (PLASTOL 20+)	L/m <sup>3</sup>	3.57
Aditivo acelerante (GUNITOC L-33 PLUS)	L/m <sup>3</sup>	14.00
Fibra sintética (Barchip R50)	kg/m <sup>3</sup>	0.00

Fuente: Elaboración propia

### Diseños de shotcrete con fibra sintética

Tomando como base el diseño de shotcrete por recomendaciones del método ACI, se realizaron diseños para los cuales solo se variaron la cantidad de fibra en peso por metro cubico del shotcrete. Se realizaron cuatro (04) diseños de mezcla de shotcrete con dosificaciones de fibra sintética de 2.0 kg/m<sup>3</sup>, 4.0kg/m<sup>3</sup>, 6.0 kg/m<sup>3</sup> y un diseño óptimo de cantidad de fibra sintética.

Tabla 17: Diseño de Shotcrete con 2.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética (DSF-2)

MATERIALES	UNIDAD	VALORES
Cemento Andino Tipo I	kg/m <sup>3</sup>	400.00
Agua	L/m <sup>3</sup>	172.00
Agregado Global	kg/m <sup>3</sup>	1653.00
Aditivo superplastificante (PLASTOL 20+)	L/m <sup>3</sup>	3.57
Aditivo acelerante (GUNITOC L-33 PLUS)	L/m <sup>3</sup>	14.00
Fibra sintética (Barchip R50)	kg/m <sup>3</sup>	2.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Diseño de Shotcrete con 4.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética (DSF-4)

MATERIALES	UNIDAD	VALORES
Cemento Andino Tipo I	kg/m <sup>3</sup>	400.00
Agua	L/m <sup>3</sup>	172.00
Agregado Global	kg/m <sup>3</sup>	1653.0
Aditivo superplastificante (PLASTOL 20+)	L/m <sup>3</sup>	3.57
Aditivo acelerante (GUNITOC L-33 PLUS)	L/m <sup>3</sup>	14.00
Fibra sintética (Barchip R50)	kg/m <sup>3</sup>	4.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Diseño de Shotcrete con 6.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética (DSF-6)

MATERIALES	UNIDAD	VALORES
Cemento Andino Tipo I	kg/m <sup>3</sup>	400.00
Agua	L/m <sup>3</sup>	172.00
Agregado Global	kg/m <sup>3</sup>	1653.00
Aditivo superplastificante (PLASTOL 20+)	L/m <sup>3</sup>	3.57
Aditivo acelerante (GUNITOC L-33 PLUS)	L/m <sup>3</sup>	14.00
Fibra sintética (Barchip R50)	kg/m <sup>3</sup>	6.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Diseño de Shotcrete Optimo con 3.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética (DSF-3)

MATERIALES	UNIDAD	VALORES
Cemento Andino Tipo I	kg/m <sup>3</sup>	400.00
Agua	L/m <sup>3</sup>	172.00
Agregado Global	kg/m <sup>3</sup>	1653.00
Aditivo superplastificante (PLASTOL 20+)	L/m <sup>3</sup>	3.57
Aditivo acelerante (GUNITOC L-33 PLUS)	L/m <sup>3</sup>	14.00
Fibra sintética (Barchip R50)	kg/m <sup>3</sup>	3.00

Fuente: Elaboración propia

Luego de obtener los diseños de mezcla de shotcrete, se procede a realizar los ensayos de laboratorio al shotcrete tanto en estado fresco (propiedades físicas), como endurecido (propiedades mecánicas).

## Ensayo para determinar el asentamiento del shotcrete

El ensayo de asentamiento es una medición de la consistencia del concreto (trabajabilidad), esto es referente al nivel de fluidez de la mezcla obtenida e indica qué tan plástico o fluido se encuentra el concreto. Para determinar el asentamiento del concreto se utiliza como referencia los procedimientos de la norma ASTM C143/C143M.

**Procedimiento.** – Este ensayo de asentamiento, llamado también ensayo de revenimiento, Slump test o consistencia, consiste en llenar el molde tronco-cónico con medidas estandarizadas previamente humedecido, con una muestra de concreto fresco en 3 capas compactadas por 25 golpes con una varilla de diámetro 5/8" con un extremo redondeado, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de levantar el molde perpendicularmente.

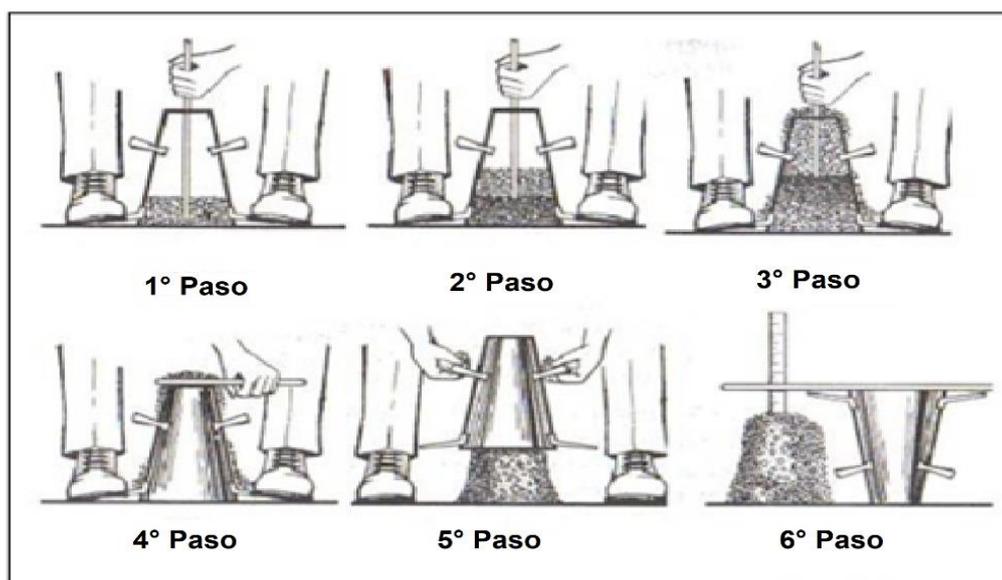


Figura 4: Procedimiento de ensayo de asentamiento.

## Resultados

Tabla 21: Pérdida de asentamiento en el tiempo

PÉRDIDA DE ASENTAMIENTO (pulg.)							
TIEMPO (min)	UND	DSH/ACI	DSH/SF	DSH/F-2	DSH/F-4	DSH/F-6	DSHO/F-3
0	pulg.	9 ¼	9 ½	9 ½	9 ¼	9	9 ¼
30	pulg.	4 ¾	9	8 ¾	8 ¼	8 ¼	8 ¾
60	pulg.	-	8 ¼	7 ¾	7 ½	7 ¼	8
90	pulg.	-	7 ¼	7 ¼	7	6 ½	7 ¼

Fuente: Elaboración propia

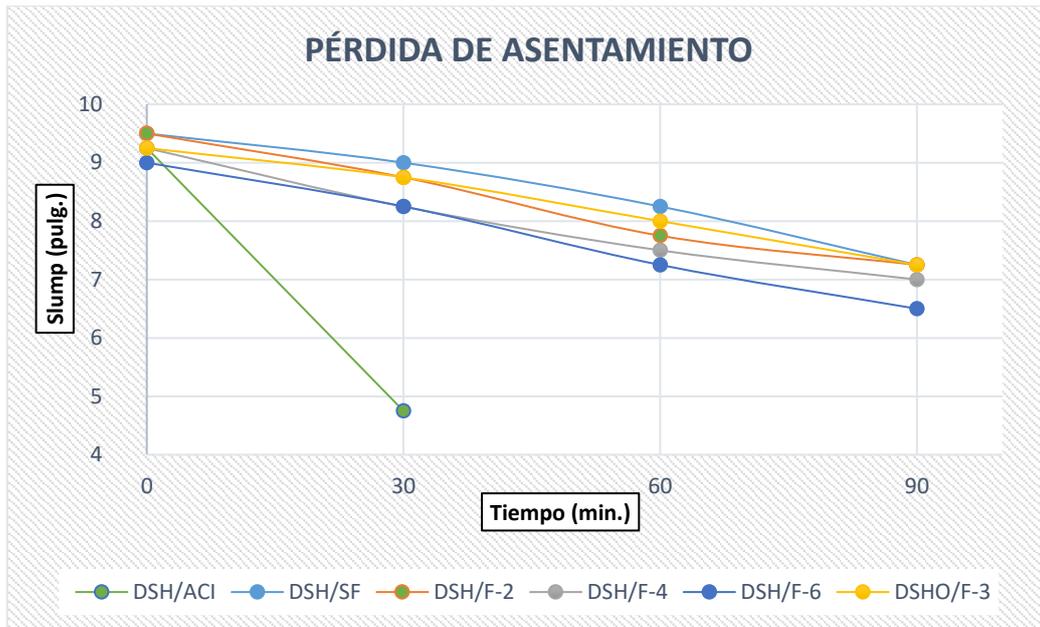


Figura 5: Pérdida de asentamiento en el tiempo (1:30 horas)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 05 se puede observar que a medida que se adiciona más cantidad de fibra el Slump inicial baja; se toma una medición a los 30, 60 y 90 minutos; observándose que a medida que pasa el tiempo se tiene una reducción del Slump; el DSH/ACI es el diseño que tuvo mayor pérdida de asentamiento por lo que no tienen aditivo superplastificante por lo tanto pierde más rápido su trabajabilidad y es más difícil de bombear. También se observa que el DSHO/F-3 (diseño óptimo) tiene una pérdida mínima de su asentamiento por lo cual en 1:30 horas es trabajable y puede ser bombeado en las labores de interior de mina.

### Ensayo de peso Unitario del Shotcrete

Para obtener el valor del peso unitario (densidad) del concreto fresco o del shotcrete, se utiliza las recomendaciones de la norma ASTM C 138/138M-09. El valor del peso unitario del concreto fresco se obtiene de la relación entre el peso del concreto fresco y un volumen conocido, expresado en Kg/m<sup>3</sup>.

Tabla 22: Peso Unitario del Shotcrete

PESO UNITARIO DEL SHOTCRETE						
UND	DSH/ACI	DSH/SF	DSH/F-2	DSH/F-4	DSH/F-6	DSHO/F-3
kg/m <sup>3</sup>	2200	2284	2284	2284	2280	2284

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se observa que los resultados del peso unitario de cada diseño de shotcrete no se obtiene cambio alguno, por lo que el aditivo superplastificante y fibra sintética no influyen en dicho resultado.

### Ensayo de contenido de aire del shotcrete

Para determinar el contenido de aire de la mezcla de shotcrete se sigue los procedimientos escritos en la norma ASTM C231/C231M. Este ensayo tuvo como finalidad determinar el contenido de aire atrapado en la mezcla de shotcrete en estado fresco, este método de ensayo es tanto para concreto convencional como para shotcrete (concreto lanzado).

El contenido de aire atrapado en el shotcrete estuvo en función de las proporciones en que se realizaron la mezcla de shotcrete, de las características del agregado y del método de compactación.

El valor se obtuvo directamente del equipo utilizado llamado olla de Washington, y se comprobó el valor de los diseños de shotcrete.

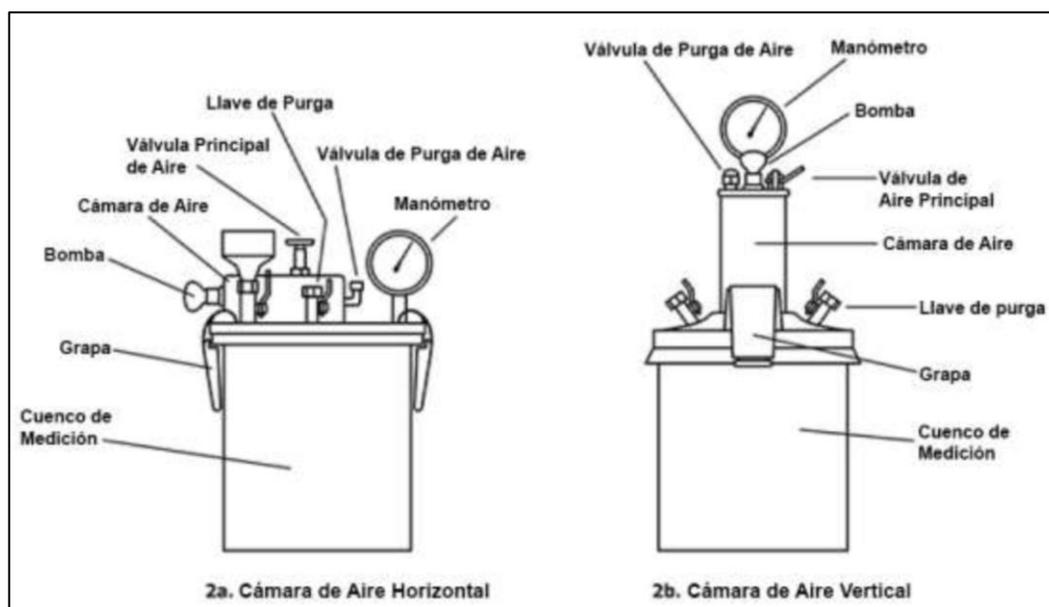


Figura 6: Diagrama esquemático – medidor tipo B

Tabla 23: Contenido de aire de la mezcla de shotcrete (estado fresco)

CONTENIDO DE AIRE DEL SHOTCRETE						
UND	DSH/ACI	DSH/SF	DSH/F-2	DSH/F-4	DSH/F-6	DSHO/F-3
%	4.5	4.2	4.4	4.5	4.5	4.4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se observa que los resultados del ensayo de contenido de aire del shotcrete no se tiene cambio alguno, por lo que el aditivo superplastificante y fibra sintética no influyen en dicho resultado.

### **Ensayo de resistencia a la compresión a edades tempranas**

Las propiedades del shotcrete varían considerablemente durante su tiempo de fraguado, siendo este capaz de alcanzar altas resistencias a compresión en poco tiempo. Este tipo de concreto tiene mayor contenido de cemento y posee generalmente aditivos acelerantes de fraguado lo que lo hace distinto a los concretos tradicionales, por lo que tiene distintas consideraciones y formas de ejecutar.

Para dicho ensayo se utiliza como referencia la norma UNE-EN 14488-2, los que constan de dos métodos de determinación de resistencia temprana siendo estos los siguientes: El método de penetración de aguja y el método de Hincado de clavos, para saber cuál de los dos utilizar dependen de la resistencia a la compresión que se está obteniendo.



Figura 7: Penetrómetro digital

Fuente: Manual Mecmesin



Figura 8: Pistola para Hincar clavo (HILTI DX 450)

Fuente: manual de Hilti

El penetrómetro de aguja es válido para resistencias entre 0.2 y 1.2 MPa y consiste en la medición de la fuerza requerida para la penetración de una aguja de 3 mm en el hormigón proyectado hasta una profundidad de  $15\text{mm} \pm 2\text{mm}$ . La punta de la aguja tiene un ángulo de 60 grados. El penetrómetro generalmente es digital, este instrumento se utiliza en el modo Newton y a partir del promedio de diez lecturas, se obtiene la resistencia a la compresión en MPa de acuerdo a la calibración del fabricante. (UNE-EN14488-2, 2007)

Para el caso del método normado, el método hincado de clavos es válido para resistencias entre 3MPa y 16MPa, y consiste en hincar un clavo en el hormigón proyectado para luego medir la fuerza de extracción de este clavo, se necesitan mínimo 10 lecturas por medición. La resistencia temprana a la compresión se estima a partir de la penetración del clavo y de la fuerza de extracción de este, desde una curva de conversión suministrada por el fabricante del equipo. (UNE-EN14488-2, 2007)

### **Curvas J.**

Las clases de resistencia J1, J2 y J3 representan categorías para clasificar la resistencia de la mezcla de shotcrete, la forma de estas curvas se puede ver en la Figura 9. El shotcrete J1 es adecuado para la colocación de capas delgadas sobre un sustrato seco y sin requisitos especiales de soporte de carga, obteniendo como ventaja la baja formación de polvo y rebote. El shotcrete J2 se utiliza cuando se van a colocar capas gruesas con un alto rendimiento, también cuando se necesitan resistencias altas en un periodo corto de tiempo. El shotcrete J3 solo se debe especificar en circunstancias especiales (por ejemplo, una fuerte entrada de agua)

debido a la gran formación de polvo y rebote. (Sprayed Concrete, Guía Austriaca, 2013).

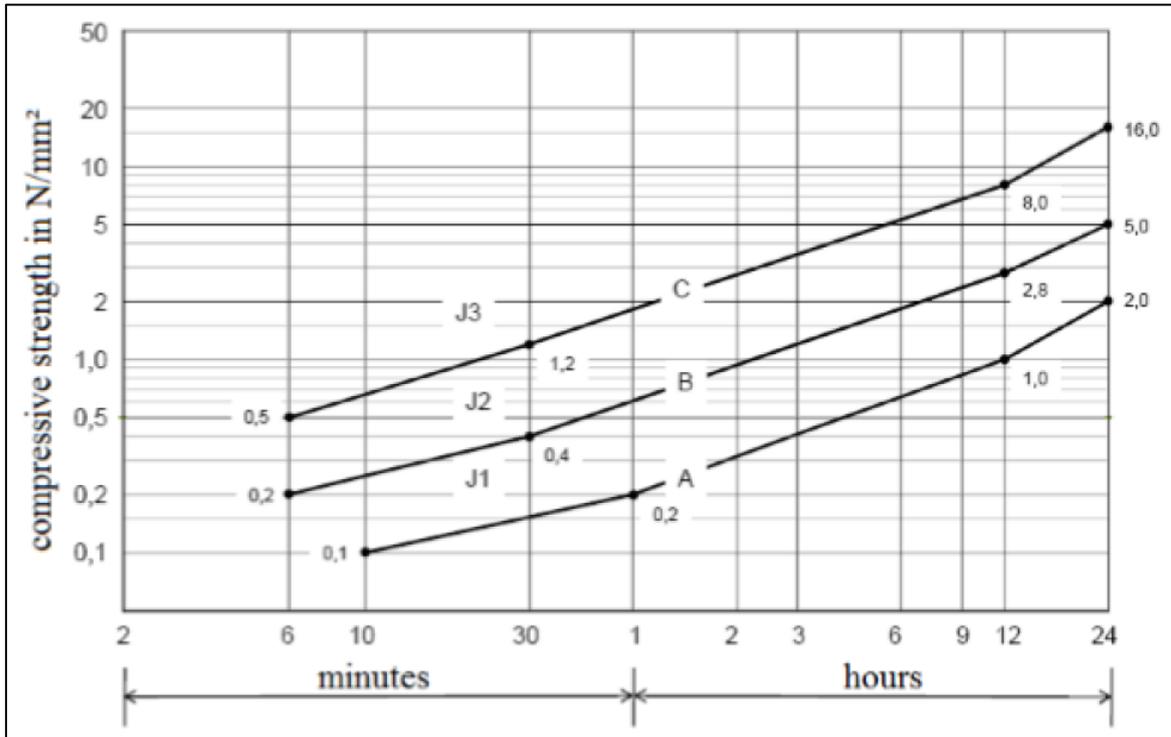


Figura 9: Requisito de resistencia temprana que debe cumplir el shotcrete

Fuente: Guía Austriaca (2013)

Tabla 24: Resistencias iniciales del Shotcrete

Resistencia Iniciales del Shotcrete				
Tiempo (min.)	30	60	90	180
Diseños de shotcrete	Resistencia (MPa.)			
DSH/F-2	0.49	0.71	1.05	2.18
DSH/F-4	0.53	0.74	1.05	2.32
DSH/F-6	0.54	0.75	1.05	2.31
DSHO/F-3	0.55	0.75	1.04	2.34

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 24 de resistencias iniciales del shotcrete según los datos se observa que no varían valores de los resultados.

## Ensayo de Resistencia a la Compresión de probetas

Para determinar la resistencia a compresión del shotcrete en probetas se realiza siguiendo los procedimientos de la norma ASTM C39/C39M.

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial a las muestras cilíndricas moldeadas a una velocidad que se encuentra normalizada hasta que este falle. El valor de la resistencia a la compresión de una muestra es calculado al dividir la carga máxima alcanzada durante el ensayo con el área de la sección transversal de la muestra.

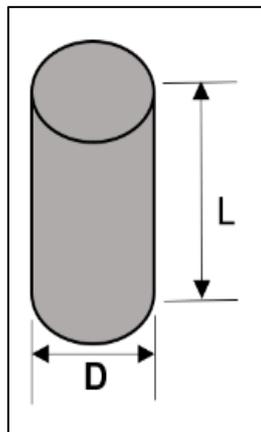


Figura 10: Dimensiones de una probeta cilíndrica

Fuente: Elaboración Propia

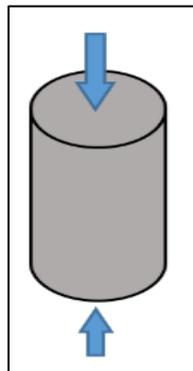


Figura 11: Esquema de aplicación de la carga en ensayo de compresión

Fuente: Elaboración Propia

**Tipos de Falla.** - Las probetas cilíndricas de concreto sometidas al ensayo de compresión tienen distintos tipos de fallas. Se pueden tener fallas en forma cónica, fallas en forma de fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados, fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, fracturas en los lados en las partes superior o inferior. Las fallas en las muestras de

probetas de shotcrete con fibras según la norma ASTM C 39 son particularmente del tipo 3, que son fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, como no bien formados.

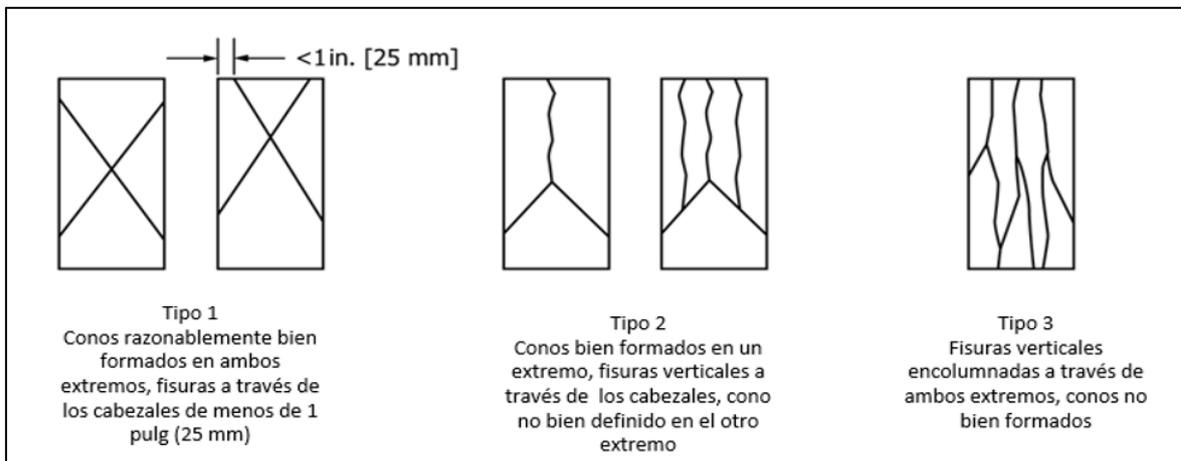


Figura 12: Esquema de los modelos de fallas típicas según norma ASTM C39

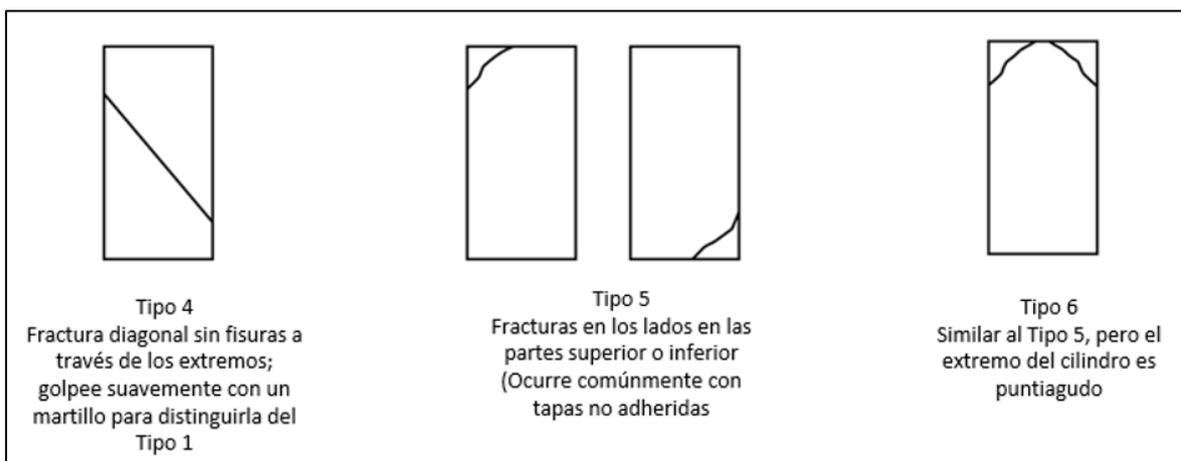


Figura 13: Esquema de los modelos de fallas típicas según norma ASTM C39

Fuente: Norma ASTM C39

Tabla 25: Resistencia a la compresión de probetas

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS							
EDAD	UND	DSH/ACI	DSH/SF	DSH/F-2	DSH/F-4	DSH/F-6	DSHO/F-3
7	kg/cm <sup>2</sup>	310.8	337.3	369.4	386.0	403.5	376.2
14	kg/cm <sup>2</sup>	376.2	391.7	429.0	448.3	468.6	438.8
28	kg/cm <sup>2</sup>	412.4	431.0	458.2	472.5	482.4	466.1

Fuente: Elaboración propia

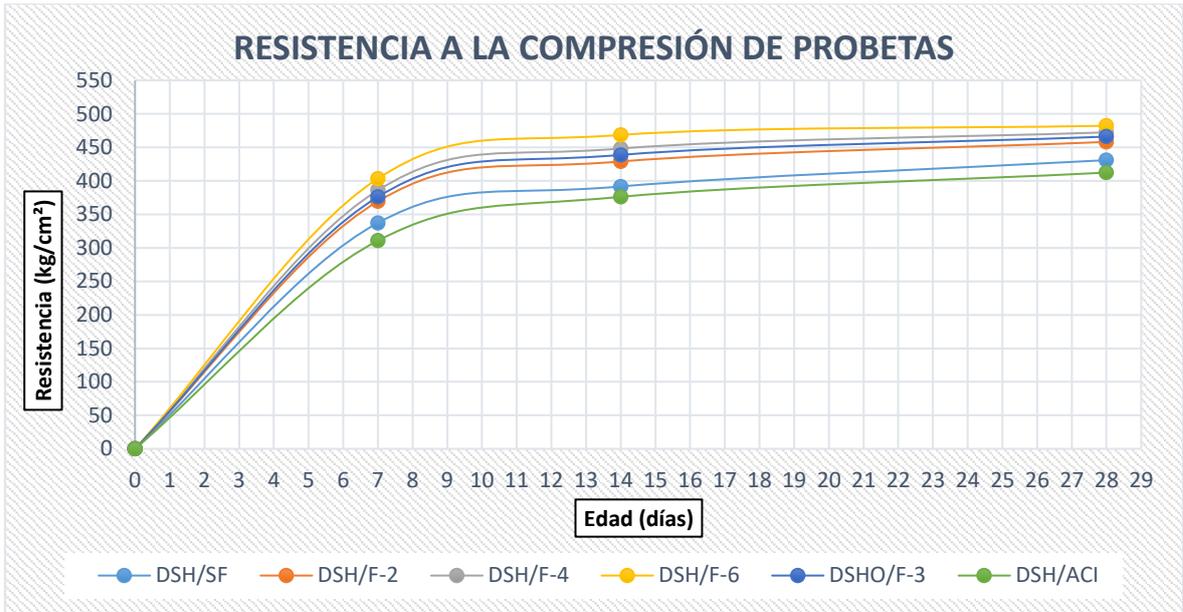


Figura 14: Curva de resistencia a la compresión de probetas

Fuente: Elaboración propia

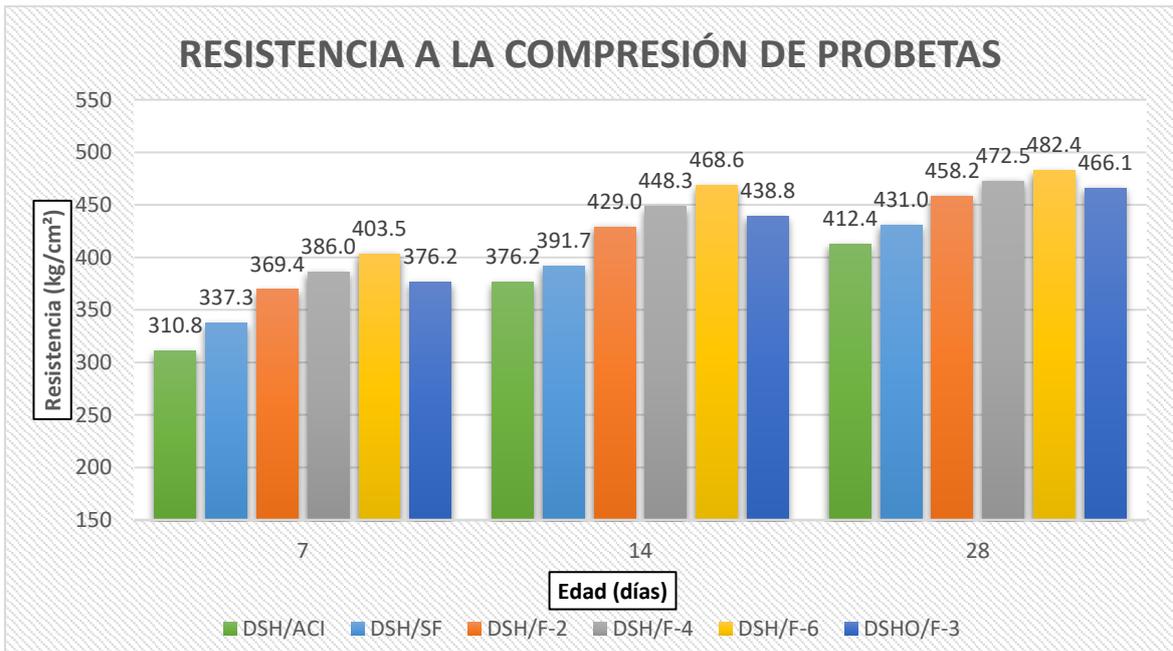


Figura 15: Diagrama de resistencia a la compresión de probetas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se aprecia los resultados de los ensayos realizados de resistencia a la compresión a las edades de 07, 14 y 28 días; se observa que a la edad de 28 días el diseño DSH/F-6 obtiene una mayor resistencia con un valor de 482.4 kg/cm<sup>2</sup> y con el diseño DSHO/F-3 que es el diseño óptimo se obtiene una resistencia a la compresión de 466.1 kg/cm<sup>2</sup>.

## Ensayo de Resistencia a la Compresión de Testigos diamantinos

Para determinar el valor de la resistencia a la compresión de las muestras de shotcrete se realiza la extracción de testigos cilíndricos siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM C 42/42M-16.

**Equipo.** – Para realizar la extracción de los testigos diamantinos se utilizan una máquina de perforación provista de brocas diamantadas, un vernier o pie de rey para la medición del espécimen, una máquina de compresión universal y una máquina para realizar el perfilado del testigo.

**Procedimiento.** - Los testigos diamantinos se extraen de paneles trapezoidales proyectados de mezcla de shotcrete que hayan sido curados mínimo 24 horas, una vez anclado el equipo de extracción con su respectiva broca diamantina de 3" de diámetro se procede a extraer los núcleos cilíndricos de shotcrete, posterior a ello se realiza el refrentado de los testigos con el objetivo que la esbeltez L/D se encuentre dentro de los factores establecidos en la norma de referencia.

Tabla 26: Resultados de resistencia a la compresión de testigos diamantinos

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DIAMANTINOS						
EDAD (días)	UND	DSH/SF	DSH/F-2	DSH/F-4	DSH/F-6	DSHO/F-3
7	kg/cm <sup>2</sup>	-	221.2	276.5	292.5	250.2
14	kg/cm <sup>2</sup>	-	276.8	332.6	359.5	319
28	kg/cm <sup>2</sup>	-	302.1	382.9	402.7	356.6

Fuente: Elaboración propia

En la table 25 se observa que no hay datos del diseño de shotcrete DSH/SF porque cuando se realizó los ensayos de asentamiento se obtuvo una perdida considerable y no tiene trabajabilidad por lo tanto no se pudo muestrear en los paneles trapezoidales.

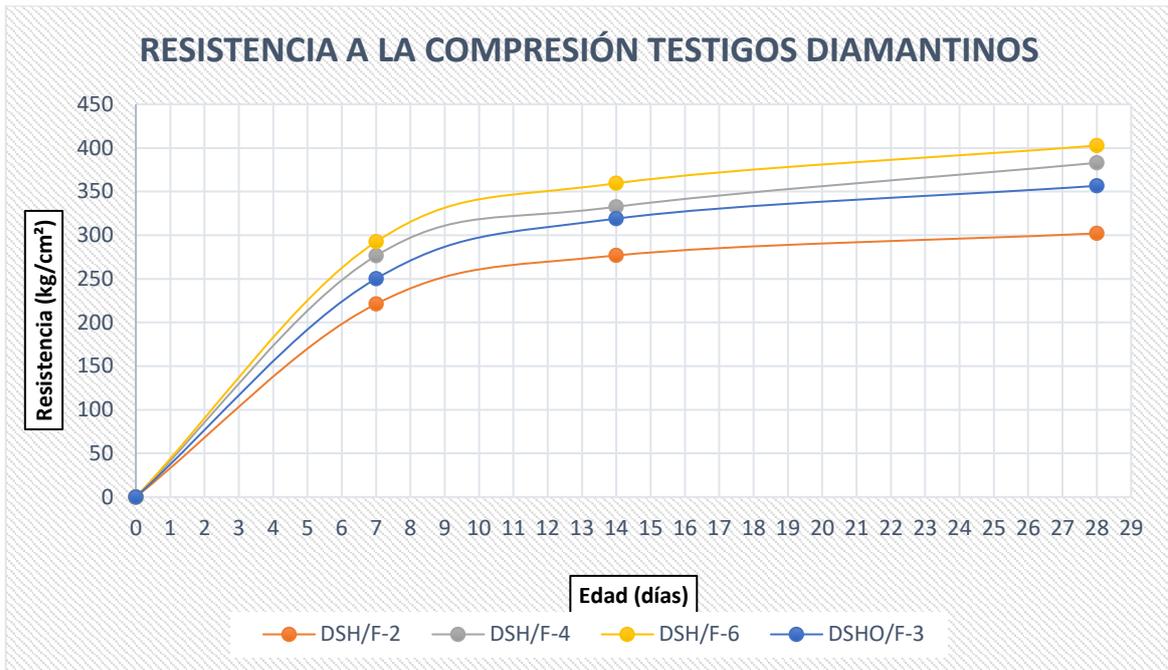


Figura 16: Curva de resistencia a la compresión de testigos diamantinos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se observan los resultados de los ensayos realizados de resistencia a la compresión a edades de 07, 14 y 28 días; se observa que a la edad de 28 días el diseño DSH/F-6 obtiene una mayor resistencia con un valor de 402.7 kg/cm<sup>2</sup> y con el diseño DSHO/F-3 que es el diseño óptimo se obtiene una resistencia a la compresión de 356.6 kg/cm<sup>2</sup>.

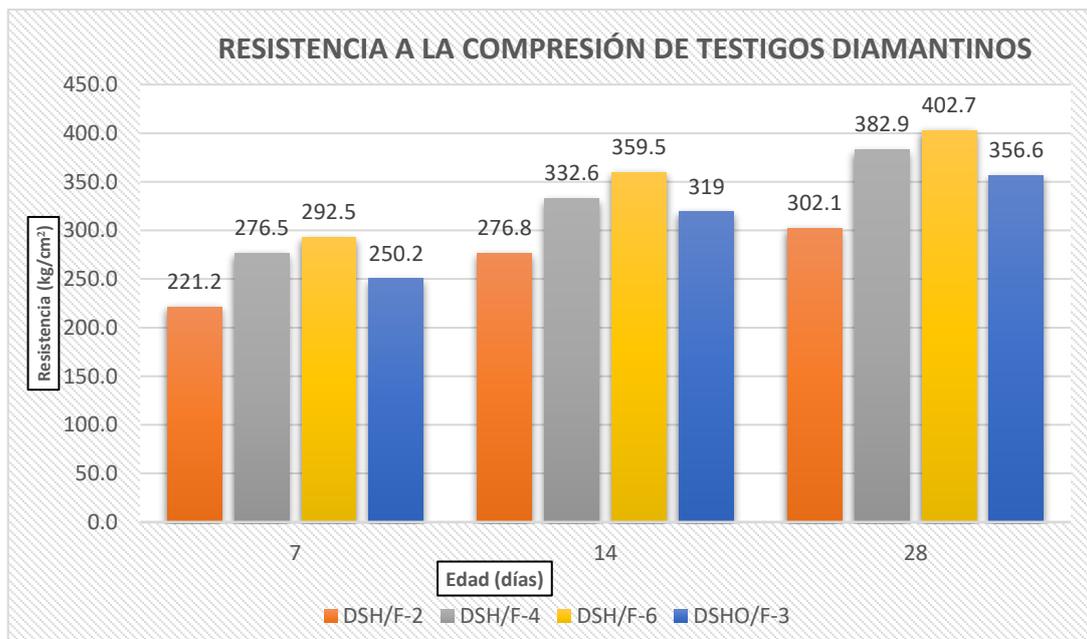


Figura 17: Diagrama de resistencia a la compresión de testigos diamantinos

Fuente: Elaboración propia

### Ensayo de absorción de Energía con Paneles cuadrados

Para realizar el ensayo de absorción de energía se toma como referencia la norma española EN 14488-5 “Determinación de la capacidad de absorción de energía de probetas planas reforzadas con fibras”.

En dicha norma se especifica un procedimiento para determinar la respuesta de carga vs deflexión de una probeta plana con dimensiones especificadas, con el fin de calcular la capacidad de absorción de energía hasta una deflexión de 25 mm.

**Equipos y aplicación de la carga.** – Se tiene un marco de reacción con un valor mínimo de 200 KN/mm de rigidez, una herramienta de deformación (deformímetro) con rango de 0.01 mm y un actuador o bomba hidráulica. El dispositivo que soporta la carga aplicada es un soporte cuadrado metálico rígido de  $20 \pm 1$  mm de espesor y  $(500 \pm 2)$  mm x  $(500 \pm 2)$  mm de dimensiones internas.

Adicionalmente, se tiene que emplear un bloque cuadrado metálico de carga con las siguientes dimensiones  $(100 \pm 1)$  mm x  $(100 \pm 1)$  mm y un espesor de  $(20 \pm 1)$  mm, el cual se instala en el centro del espécimen, en la cara opuesta al que fue muestreado.

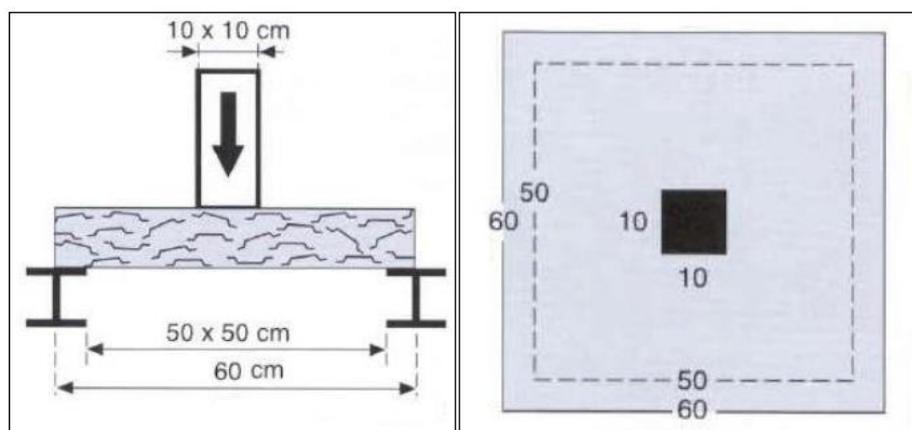


Figura 18: Aplicación de la carga en paneles cuadrados

Tabla 27: Absorción de energía en paneles cuadrados

ABSORCIÓN DE ENERGÍA (TENACIDAD)						
EDAD (días)	UND	DSH/SF	DSH/F-2	DSH/F-4	DSH/F-6	DSHO/F-3
28	J.	-	549.6	834.8	1089.2	732.5

Fuente: Elaboración propia.

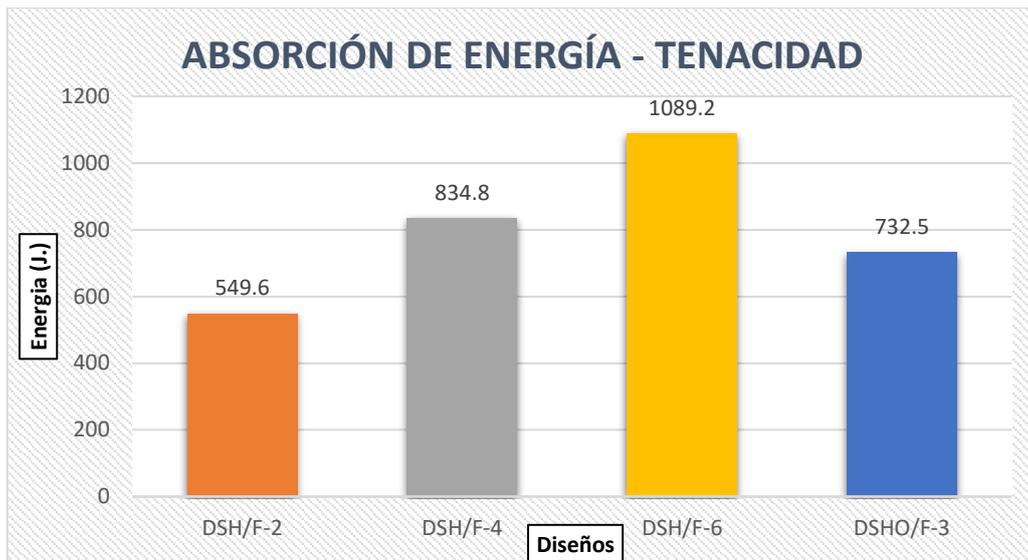


Figura 19: Gráfico de absorción de energía

Fuente: Elaboración propia

### Costos por cada diseño de shotcrete y dosificación de fibra sintética

Para el análisis de costos unitarios de cada diseño de mezcla de shotcrete se realizaron para 1.00 m<sup>3</sup> sin incluir el porcentaje del IGV, considerándose los materiales siguientes:

- Cemento Andino Tipo I.
- Aditivo Superplastificante (Plastol 20+).
- Aditivo Acelerante de fragua (Gunitoc L-33 Plus).
- Agregado Global (Cantera Vicco).
- Fibra Sintética (BarChip R50).

Los Costos Unitarios se encuentran en el Anexo N° 6

Tabla 28: Costo del diseño de shotcrete sin superplastificante ni fibra (DSH/ACI).

MATERIALES	UND	CANTIDAD	P. U. (S/. - Unidad)	Costo S/. - m <sup>3</sup>	%
Cemento Andino Tipo I	kg	517	S/ 0.471	S/ 243.29	71%
Agua	L	220	S/ 0.020	S/ 4.40	1%
Agregado Global	kg	1475	S/ 0.036	S/ 53.10	16%
Aditivo acelerante GUNITOC L-33 PLUS	L	14	S/ 2.970	S/ 41.58	12%
				<b>S/ 342.37</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Costo del diseño de shotcrete sin fibra (DSH/SF).

MATERIALES	UND	CANTIDAD	P. U. (S/. - Unidad)	Costo S/. - m <sup>3</sup>	%
Cemento Andino Tipo I	kg	400.0	S/ 0.471	S/ 188.24	59%
Agua	L	172.0	S/ 0.020	S/ 3.44	1%
Agregado Global	kg	1653.0	S/ 0.036	S/ 59.51	19%
Aditivo superplastificante PLASTOL 20+	L	3.57	S/ 7.788	S/ 27.80	9%
Aditivo acelerante GUNITOC L-33 PLUS	L	14.0	S/ 2.970	S/ 41.58	13%
				<b>S/ 320.57</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Costo del diseño de shotcrete con 2.0 Kg de fibra (DSH/F-2).

MATERIALES	UND	CANTIDAD	P. U. (S/. - Unidad)	Costo S/. - m <sup>3</sup>	%
Cemento Andino Tipo I	kg	400.0	S/ 0.471	S/ 188.24	52%
Agua	L	172.0	S/ 0.020	S/ 3.44	1%
Agregado Global	kg	1653.0	S/ 0.036	S/ 59.51	17%
Aditivo superplastificante PLASTOL 20+	L	3.57	S/ 7.788	S/ 27.80	8%
Aditivo acelerante GUNITOC L-33 PLUS	L	14.0	S/ 2.970	S/ 41.58	12%
Fibra Sintética BarChip R50	kg	2.0	S/ 17.000	S/ 24.00	10%
				<b>S/ 354.57</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Costo del diseño de shotcrete con 4.0 Kg de fibra (DSH/F-4).

MATERIALES	UND	CANTIDAD	P. U. (S/. - Unidad)	Costo S/. - m <sup>3</sup>	%
Cemento Andino Tipo I	kg	400.0	S/ 0.471	S/ 188.24	47%
Agua	L	172.0	S/ 0.020	S/ 3.44	1%
Agregado Global	kg	1653.0	S/ 0.036	S/ 59.51	16%
Aditivo superplastificante PLASTOL 20+	L	3.57	S/ 7.788	S/ 27.80	7%
Aditivo acelerante GUNITOC L-33 PLUS	L	14.0	S/ 2.970	S/ 41.58	11%
Fibra Sintética BarChip R50	kg	4.0	S/ 17.000	S/ 68.00	18%
				<b>S/ 388.57</b>	<b>100%</b>

Tabla 32: Costo del diseño de shotcrete con 6.0 Kg de fibra (DSH/F-6).

MATERIALES	UND	CANTIDAD	P. U. (S/. - Unidad)	Costo S/. - m <sup>3</sup>	%
Cemento Andino Tipo I	kg	400.0	S/ 0.471	S/ 188.24	43%
Agua	L	172.0	S/ 0.020	S/ 3.44	1%
Agregado Global	kg	1653.0	S/ 0.036	S/ 59.51	14%
Aditivo superplastificante PLASTOL 20+	L	3.57	S/ 7.788	S/ 27.80	7%
Aditivo acelerante GUNITOC L-33 PLUS	L	14.0	S/ 2.970	S/ 41.58	10%
Fibra Sintética BarChip R50	kg	6.0	S/ 17.000	S/ 102.00	25%
				<b>S/ 422.57</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Costo del diseño de shotcrete con 3.0 Kg de fibra (DSH/F-3).

MATERIALES	UND	CANTIDAD	P. U. (S/. - Unidad)	Costo S/. - m <sup>3</sup>	%
Cemento Andino Tipo I	kg	400.0	S/ 0.471	S/ 188.24	51%
Agua	L	172.0	S/ 0.020	S/ 3.44	1%
Agregado Global	kg	1653.0	S/ 0.036	S/ 59.51	20%
Aditivo superplastificante PLASTOL 20+	L	3.57	S/ 7.788	S/ 27.80	9%
Aditivo acelerante GUNITOC L-33 PLUS	L	14.0	S/ 2.970	S/ 41.58	14%
Fibra Sintética BarChip R50	kg	3.0	S/ 17.000	S/ 51.00	5%
				<b>S/ 371.57</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

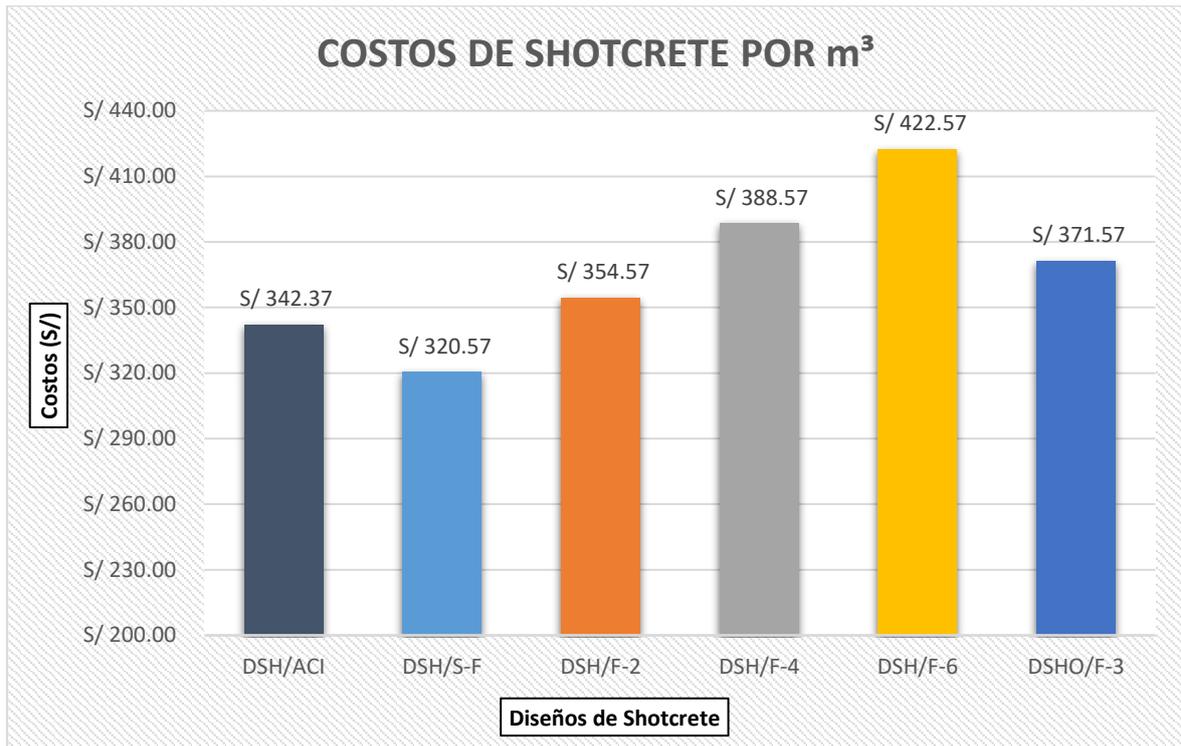


Figura 20: Costos de los diseños de Shotcrete por m<sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 20 se observan los costos de los diseños de shotcrete observándose que el DH/F-6 obtiene el costo más elevado de S./ 422.57. y que el diseño de shotcrete optimo DSHO/F-3 tiene un costo de S./ 371.57 que comparado con el diseño patron DSH/ACI tiene un sobrecosto de S./ 29.20.

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1 Mejora de las propiedades del diseño de shotcrete.**

Teniendo en cuenta a Tapia (2017), en su investigación realizó el diseño de shotcrete vía húmeda adicionando el aditivo superplastificante y fibra, logrando cambiar las propiedades del diseño de shotcrete en comparación a su diseño patron; en el desarrollo de la presente tesis se realizó el diseño de shotcrete adicionando aditivo superplastificante y fibra sintética, obteniendo mejoras en las propiedades del diseño de shotcrete.

La dosificación del aditivo superplastificante y las fibras sintéticas mejoraran las propiedades del diseño de shotcrete. Puesto que al realizar el diseño de shotcrete además de las tablas del ACI 211 que se utiliza para diseño de mezcla convencional, también se utiliza las recomendaciones del ACI 506R (Guía para diseño de shotcrete), de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio y las figuras desarrolladas en base a estos, se aprueba la hipótesis de que al utilizar la dosificación de aditivo superplastificante y las fibras sintéticas mejoran las propiedades del diseño de shotcrete.

¿De qué manera la dosificación del aditivo superplastificante y la fibra sintética influyen en las propiedades del diseño de shotcrete? Al realizar el diseño de shotcrete mediante los parámetros recomendados por el ACI, se obtienen una cierta cantidad de los volúmenes de los materiales; con cantidades de cemento elevados, haciendo este el volumen de pasta más alto, y elevando así el costo por metro cúbico, al utilizar el aditivo superplastificante en el diseño de shotcrete, tenemos que cambiar las proporciones de los volúmenes de este, lo cual nos es favorable ya que con el uso del aditivo superplastificante se puede reducir uno de los parámetros de diseño que es la relación agua – cemento, aprovechando dicha característica a la vez se reduce la cantidad de cemento. Adicionando la fibra sintética en cantidades distintas al diseño de shotcrete, se cambian los parámetros de consistencia propuesta, por lo cual se utiliza la fibra sintética con el aditivo plastificante para mantener dicha consistencia, a su vez la fibra sintética nos proporciona disminución de fisuras por contracción plástica y aumentos significativos en la resistencia a la tenacidad.

## **5.2 Influencia del aditivo superplastificante y la fibra sintética en el shotcrete.**

Mendoza, Aire, Dávila (2011) en su investigación agregó fibra sintética en dosis de 1.0, 3.0 y 5.0 kg/m<sup>3</sup>, obteniendo mejoras en las propiedades físicas y mecánicas de su concreto, al incrementar la absorción de energía, y una disminución ligera en el revenimiento al aumentar la dosis de fibra; en el desarrollo de la presente tesis, se incorporó aditivo superplastificante y fibra sintética obteniendo mejoras en la resistencia a la compresión, el revenimiento y absorción de energía.

El diseño del shotcrete con la adición del aditivo superplastificante y la fibra sintética influirán en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete. De acuerdo a los ensayos realizados para las propiedades físicas se tiene lo siguiente: En el ensayo de asentamiento (Slump) se obtiene una disminución mínima de este, logrando así que el shotcrete mantenga su trabajabilidad por mayor tiempo; para el ensayo de peso unitario este mantiene sus valores; en el ensayo de contenido de aire este mantiene su porcentaje y para las propiedades mecánicas se tienen los siguientes ensayos: En la resistencia a la compresión aumenta significativamente sus valores al igual que en el ensayo de absorción de energía.

¿Cómo influye el diseño del shotcrete con la adición del aditivo superplastificante y la fibra sintética en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete? Se realizaron diseños de mezcla de shotcrete con cantidades de fibra sintética de 2.0 kg/m<sup>3</sup>, 4.0 kg/m<sup>3</sup>, 6.0 kg/m<sup>3</sup> y un óptimo de 3.0 kg/m<sup>3</sup>, el aditivo superplastificante se utilizó con una dosificación de 1.0% del peso del cemento realizándose los siguientes ensayos: en el ensayo de asentamiento (Slump) se obtienen los siguientes valores por cada diseño de shotcrete que son: DSH/SF igual a 9 ½", en el DSH/F-2 un asentamiento de 9 ½", DSH/F-4 igual a 9 ¼", DSH/F-6 igual a 9" y DSH/F-3 (óptimo) igual a 9 ¼"; observándose que al aumentar la cantidad de fibra se reduce el asentamiento; por lo tanto, se utiliza el superplastificante junto con la fibra sintética para mantener su trabajabilidad en el tiempo. En el ensayo de resistencia a la compresión a la edad de 28 días se obtienen los siguientes valores DSH/SF igual a 431.0 kg/cm<sup>2</sup>, DSH/F-2 da un valor de 458.2 kg/cm<sup>2</sup>, DSH/F-4 se obtiene un valor de 472.5 kg/cm<sup>2</sup>, DSH/F-6 se obtiene un promedio de 482.4 kg/cm<sup>2</sup> y en el DSH/F-3 (óptimo) se obtiene un valor promedio de 466.1 kg/cm<sup>2</sup>. De los resultados obtenidos en la resistencia a la compresión el diseño DSH/F-3 (óptimo) representa

un valor de 8% más de resistencia respecto al diseño DSH/SF (patron) y en el ensayo de absorción de energía se observa que a medida se aumenta la cantidad de fibra sintética es proporcional el incremento del resultado de absorción de energía, en los resultados del ensayo obtenidos el diseño patron no se obtuvo valor alguno mientras que al ir adicionando la fibra sintética este va aumentando su valor, por lo que con el resultado del diseño DSH/F-3 (optimo) se obtuvo un valor de 732.5 J.

### **5.3 Costos de diseño de shotcrete por m<sup>3</sup>.**

Según, Hurtubia (2017) en su investigación adicionó cantidades de 4.0 kg/m<sup>3</sup>, 8.0 kg/m<sup>3</sup> y 12.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética al hormigón, obteniendo mejoras en el resultado del ensayo de absorción de energía; en el desarrollo de la presente tesis, se adicionó fibras sintéticas en cantidades de 2.0kg/m<sup>3</sup>, 4.0 kg/m<sup>3</sup>, 6.0 kg/m<sup>3</sup> y un óptimo de 3.0 kg/m<sup>3</sup> al shotcrete (concreto lanzado) obteniendo mejoras en los resultados de asentamiento, resistencia a la compresión y absorción de energía.

El uso de la dosificación optima del aditivo superplastificante y la fibra sintética influirán en el costo del diseño de shotcrete, al realizar el precio unitario de los diseños de shotcrete por metro cubico se aprecia un incremento mínimo del costo en S/ 29.20 con respecto al diseño sin fibra sintética ni aditivo superplastificante, pero cuando se adicionan el aditivo superplastificante y la fibra sintética se observan ganancias en el Slump, resistencias a la compresión en un 13.0%, en absorción de energía se obtiene un resultado de 732.5 J.

¿De qué manera influye la dosificación optima del aditivo superplastificante y la fibra sintética en los costos del diseño de shotcrete? Luego de evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los diseños de shotcrete DSH/ACI, DSH/SF, DSH/F-2, DSH/F-4, DSH/F-6 y DSH/F-3 (optimo) mediante el análisis de los datos y las figuras, se obtienen mejoras considerablemente respecto a la del diseño de shotcrete patron; se realiza el análisis de costo unitario por metro cubico de shotcrete y se obtienen los siguientes costos de todos los diseños: en el diseño realizado por método ACI (patron) se obtiene un costo de S/ 342.37, en el diseño de shotcrete aumentando el aditivo superplastificante (DSH/SF) se obtiene un costo de S/ 320.57, comparándolo con el diseño del ACI se obtiene una reducción de costo de S/ 21.8 por metro cúbico, que en porcentaje viene a ser 6.4% menos.

Luego cuando se adicionó la fibra sintética en cantidades de 2.0 kg/m<sup>3</sup>, 4.0 kg/m<sup>3</sup>, 6.0 kg/m<sup>3</sup> se incrementan los valores obtenidos en resistencias, como los costos unitarios, con el DH/F-3 (diseño óptimo), se obtiene un costo de S/ 371.57 comparándolo con el diseño de shotcrete patron se tiene un aumento de costo de S/29.2 que en porcentaje viene a ser un mínimo del 8.6%; pero se incrementa considerablemente la absorción de energía en comparación con el diseño patron de 0 Joules a 732.5 Joules, en las labores mineras se pide una absorción de energía mínima de 600 Joules.

## VI. CONCLUSIONES

Se evaluó la influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética mejorando así las propiedades físicas – mecánicas del shotcrete, observándose en los resultados como estos incrementan, según los siguientes ensayos: en el asentamiento se observa una disminución mínima, en el ensayo de peso unitario y contenido de aire no se visualiza cambios en los resultados; en el ensayo de resistencia a la compresión, este se incrementa en medida se adiciona más cantidad de fibra sintética al igual que en el ensayo de absorción de energía; en los costos se evidencia que este tiene un incremento mínimo.

Se analizó la influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en las propiedades del diseño de shotcrete y se verifica que al utilizar estos dos, cambian los volúmenes del diseño, ya que éste se realiza con las recomendaciones de las tablas del ACI 211 que son para diseño de mezcla convencional y del ACI 506R que es la guía para diseño de shotcrete; con estas recomendaciones se obtienen ciertos volúmenes de los materiales; para la presente tesis se obtuvo según ACI una cantidad de  $517 \text{ Kg/m}^3$ ; al utilizar el aditivo superplastificante este hace reducir la cantidad de agua de amasado, otorgándonos el beneficio de mantener la relación agua/cemento y permitir la reducción del volumen del cemento y se obtuvo una cantidad de  $400 \text{ Kg/m}^3$  reduciendo este en un 22.63% y un 22% de reducción de agua; al adicionar la fibra sintética, aumentando cantidades, este cambia los parámetros de consistencia, disminuye la fisuración por contracción plástica y aumenta la resistencia a la tenacidad.

Se estudió la influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el shotcrete, observándose que la fibra sintética tiene dependencia del aditivo superplastificante en shotcrete vía húmeda, ya que al incrementar las cantidades de fibra sintética en  $2.0 \text{ kg/m}^3$ ,  $4.0 \text{ kg/m}^3$  y  $6.0 \text{ kg/m}^3$ , el asentamiento se reduce de  $9 \frac{1}{2}$ " a 9", por el contrario, en la resistencia a la compresión este se incrementó de  $412.4 \text{ kg/cm}^2$  diseño ACI a  $482.4 \text{ kg/cm}^2$  que es con  $6.0 \text{ kg/m}^3$ . En el peso unitario del shotcrete este mantiene los valores entre 2300 a  $2400 \text{ kg/m}^3$ . En contenido de aire del shotcrete no se obtiene cambios del %, ya que este se mantiene con el aire del diseño que es de 4.5%. en la absorción de energía se observa un incremento

significativo, en el diseño ACI no se registró el valor y se considera 0 y en el DSH/F-6 se obtuvo un valor de 1089.2 J.

Realizada la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los diseños DSH/ACI, DSH/SF, DSH/F-2, DSH/F-4, DSH/F-6 y DSH/F-3 (optimo) mediante el análisis de datos y figuras, se realiza el análisis de precios unitarios de shotcrete por m<sup>3</sup> y se obtiene que el diseño de shotcrete según ACI tiene un costo de S./ 342.37 y el diseño óptimo de shotcrete tiene un costo de S./ 371.77; observándose así un incremento en el costo de S./29.4 que en porcentaje viene a ser 8.6%; lo que quiere decir que el incremento del costo es directamente proporcional al incremento de adición de fibras sintéticas.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el aditivo superplastificante y la fibra sintética para realizar el diseño de shotcrete ya que con el superplastificante podemos reducir la cantidad de agua y mantener la relación agua – cemento por lo tanto podemos reducir la cantidad de cemento, la fibra sintética ayuda a incrementar la capacidad de absorción de energía y reduce las fisuras por contracción plástica.

De acuerdo a la presente investigación se consideró la dosificación de 1.0% de aditivo superplastificante y de fibra sintética, que va de 2.0 kg/m<sup>3</sup> a 6.0 kg/m<sup>3</sup>, se obtuvo un incremento en la capacidad de absorción de energía comparándolos con el diseño patron, se utilizó la fibra sintética con una dosis de 3.0 kg/m<sup>3</sup> ya que con este se sobrepasa el valor mínimo de absorción de energía que es de 600 J., mantiene su asentamiento para así poder transportar la mezcla de shotcrete por más tiempo.

Se recomienda realizar pruebas con las fibras sintéticas a mayores o iguales cantidades de 3.0 kg/m<sup>3</sup> y verificar los resultados de acuerdo a los parámetros recomendados por las especificaciones técnicas de sus proyectos.

De acuerdo a la presente investigación se recomienda para que continúe la investigación se utilicen en una nueva investigación cantidades mayores a 6 kg/m<sup>3</sup> para encontrar un óptimo de fibra sintética.

Se recomienda un procedimiento de mezclado de los materiales del shotcrete considerándose el tiempo de mezcla, ya que los aditivos superplastificantes no reaccionan inmediatamente por la cantidad de agua efectiva del diseño.

Al utilizar el aditivo superplastificante y la fibra sintética se obtuvieron los costos y se observa un sobrecosto de S./ 29.4 que representa un 8.6% sobre el diseño patron; pero que garantiza una buena calidad (asentamiento, resistencia a la compresión y absorción de energía) de la mezcla de shotcrete. Se recomienda considerar este incremento de costos para futuras investigaciones.

## REFERENCIAS

LINARES PIPÓN, C. Determinación de Resistencia temprana de hormigón proyectado: Correlación entre método normado UNE-EN 14488-2 y método alternativo. Tesis titulación inédita, Universidad de Chile, 2018.

VARGAS NIQUÍN, E. Optimización del sostenimiento con shotcrete usando desmonte zarandeado como agregado, en la construcción de la rampa principal – marsa. Tesis titulación inédita. Universidad Nacional de Trujillo, 2017.

AMILCAR ROLDAN, M. Evaluación del soporte preventivo con shotcrete y fibra de acero aplicado en macizos rocosos inestables en la mina Animon – Cía. minera Volcan S.A. Cerro de Pasco – 2016. Tesis titulación inédita. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 2018.

TENGAN SHIMABUKURO, C. Análisis Comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de álcalis para concreto proyectado o shotcrete. Tesis titulación inédita. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2011.

CAMPOVERDE, S. y MUÑOZ, D. Estudio experimental del uso de diferentes aditivos como plastificantes reductores de agua en la elaboración de hormigón y su influencia en la propiedad de resistencia a la compresión. Tesis titulación inédita, Universidad de Cuenca, Ecuador, 2015.

ALONSO LOPEZ, M. Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos superplastificantes basados en policarboxilatos. Efecto de la naturaleza de los cementos y estructura de los aditivos. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, España, 2011.

REINA, J., SANCHEZ, M. y SOLANO, E. Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido, tesis titulación inédita, Universidad de El Salvador, 2010.

VERGARA POLO, B. Influencia de los aditivos plastificantes tipo A sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural, tesis titulación inédita, Universidad Nacional de Trujillo, 2018.

CHAPOÑAN, J. y QUISPE, J. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de

polipropileno en el A.A.H.H. Villa María – Nuevo Chimbote, tesis titulación inédita, Universidad Nacional del Santa – Chimbote, 2017.

VILLANUEVA, A. Influencia del aditivo superplastificante reductor de agua en las características del concreto de alta resistencia, tesis titulación inédita, Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

GAMARRA, K. Potential application of ultra-high -performance fiber-reinforced concrete with wet – mix shotcrete system in tunneling, thesis for the degree of Master of science in civil engineering, the university of Texas at Arlington, 2016.

CAGRI ÖZTÜRK, High performance macro synthetic fiber reinforced concrete, thesis for the degree of Master of science in civil engineering, Middle East Technical University, 2018.

MIRKO, M. The effects of fiber distribution on the performance of fiber-reinforced concrete and shotcrete, thesis of degree for the doctorate of philosophy, department of civil, mining and environmental engineering. The university of Western Australia, 2018.

MIRKO, M. The effects of fiber distribution on the performance of fiber-reinforced concrete and shotcrete, thesis of degree for the doctorate of philosophy, department of civil, mining and environmental engineering. The university of Western Australia, 2018.

MENDOZA, Carlos; AIRE, Carlos y DÁVILA, Paula. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. Concr. cem. investig. desarro [en línea]. 2011, vol.2, n.2, pp.35-47. ISSN 2007-3011.

MORENO, S. RODRIGUEZ, J. Evaluación de la técnica de aplicación y resistencia del concreto lanzado en minas mediante la metodología EFNARC. Rev. Téc. Ing. Univ. de Sonora [en línea]. 2017, vol. 22, pp. 20-26. ISSN 2007-8196.

ACI 506R-16 Guide to Shotcrete, American Concrete Institute, Farmington Hills, USA.

Biblioteca del Instituto del cemento y hormigón de Chile [en línea] [fecha de consulta: 12 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://ich.cl/biblioteca-tecnica/>

Biblioteca del Instituto del cemento y hormigón de Chile [en línea] [fecha de consulta: 12 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://ich.cl/biblioteca-tecnica/>

Biblioteca de Ingeniería y construcción [ en línea] [fecha de consulta: 06 noviembre 2019]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/>

Biblioteca de Ingeniería y construcción [ en línea] [fecha de consulta: 06 noviembre 2019]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/>

Biblioteca de Ingeniería y construcción [ en línea] [fecha de consulta: 06 noviembre 2019]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/>

KOSMATKA. Diseño y control de mezcla de concreto. [en línea] Kerkhoff, Panarese. Primera edición. Illinois: Portland Cement Association. [fecha de consulta: 02 noviembre 2019] ISBN 0-89312-233-5 Disponible en: <https://issuu.com/>

Euclid Group Toxement. Fibras para refuerzo de concreto. 2017[Fecha de consulta: 12 de enero de 2018] Disponible en: [http://www.toxement.com.co/media/1598/brochure\\_fibras.pdf](http://www.toxement.com.co/media/1598/brochure_fibras.pdf).

HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mcgraw-hill / Interamericana Editores,S.A. de C.V.2010 ISBN: 978-607-15-0291-9.

Biblioteca de Unife. [en línea] [fecha de consulta: 06 noviembre 2019]. Disponible en: [https://www.unife.edu.pe/biblioteca/biblio\\_virtual.html](https://www.unife.edu.pe/biblioteca/biblio_virtual.html)

COCCIA, M. Competition between Basic and Applied Research in the Organizational Behaviour of Public Research Labs (July 24, 2018). Journal of Economics Library - 2018, vol. 5, n. 2, pp. 118-133. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3219140>.

VARGAS CORDERO, Zoila. La investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación [en línea]. 2009, 33 (1), 155-165[fecha de Consulta 4 de Julio de 2020]. ISSN: 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>.

HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mcgraw-hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.2010 ISBN: 978-607-15-0291-9.

VALDERRAMA M., Santiago, Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa, cualitativa y mixta, San Marcos, 2da edición, Lima-Perú, 2013, 469 páginas. ISBN: 978-612-302-878-7.

HENRÍQUEZ, E. y ZEPEDA, M. Preparación de un proyecto de investigación. Cienc. enferm. [en línea]. 2003, vol.9, n.2 pp.23-28 [Fecha de consulta: 03 de febrero de 2020]. ISSN 0717-9553. Disponible en: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95532003000200003&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532003000200003&lng=es&nrm=iso)>.

HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mcgraw - hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.2010 ISBN: 978-607-15-0291-9.

VALDERRAMA M., Santiago, Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa, cualitativa y mixta, San Marcos, 2da edición, Lima-Perú, 2013, 469 páginas. ISBN: 978-612-302-878-7.

HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mcgraw - hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.2010 ISBN: 978-607-15-0291-9.

NIÑO, V. Metodología de la investigación. 1° ed. Bogotá. Ediciones de la U. 2011. ISBN. 978-958-8675-94-7

LAFUENTE, Carmen y MARÍN, Ainhoa. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea]. 2008, (64), 5-18[fecha de Consulta 4 de Julio de 2020]. ISSN: 0120-8160. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=>

PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción [en línea]. 2015, 31(1), 1137-1156[fecha de Consulta 4 de Julio de 2020]. ISSN: 1012-1587. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>.

NIÑO, V. Metodología de la investigación. 1° ed. Bogotá. Ediciones de la U. 2011. ISBN. 978-958-8675-94-7.

NIÑO, V. Metodología de la investigación. 1° ed. Bogotá. Ediciones de la U. 2011. ISBN. 978-958-8675-94-7

VALDERRAMA M., Santiago, Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa, cualitativa y mixta, San Marcos, 2da edición, Lima-Perú, 2013, 469 páginas. ISBN: 978-612-302-878-7

NIÑO, V. Metodología de la investigación. 1° ed. Bogotá. Ediciones de la U. 2011. ISBN. 978-958-8675-94-7.

Biblioteca del Instituto del cemento y hormigón de Chile [en línea] [fecha de consulta: 12 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://ich.cl/biblioteca-tecnica/>

ASTM C 29/C 29M – 2017. Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. American Society of Testing Materials. 2017.

ASTM C 136 / C 136M – 19. Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. American Society of Testing Materials, 2019.

ASTM D 2216 – 19. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. American Society of Testing Materials, 2019.

ASTM C128 – 15. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. American Society of Testing Materials. 2015.

ACI 506R – 16. Guide to Shotcrete. American Concrete Institute. 2016.

ASTM C 39/C 39M-17. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. American Society of Testing Materials, 2017.

ACI 211.1. Práctica Estándar para Seleccionar el Proporcionamiento de Concreto de Peso Normal, Pesado y Masivo.

UNE-EN 14488-5:2007. Ensayos de hormigón proyectado. Parte 5: Determinación de la capacidad de absorción de energía de probetas planas reforzadas con fibras. Normalización española. 2007.

UNE-EN 14488-2:2007. Ensayos de hormigón proyectado. Parte 2: Resistencia a compresión del hormigón proyectado a corta edad. Normalización española. 2007.

Mendoza, C., Aire, C, y Dávila, P. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo [en línea]. 2011, 2(2), 35-47[fecha de Consulta 03 de Julio de 2020]. ISSN: 2007-3011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361233548003>.

## ANEXOS

### Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Influencia del aditivo superplastificante y la fibra sintética en el diseño de shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la mina Uchucchacua, Lima 2019					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>V.I:</b>  Aditivo superplastificante y fibra sintética	<p>Raymond J.Shutz ,2011, "Manual de la construcción de concreto " Aditivos de alto rango (superplastificante Hrw).Estos aditivos son poderosos agentes dispersores y, por esta acción se puede predecir su acción en las pastas de concreto portland ,morteros y concretos.</p> <p>TUF - STRAND S, Son fibras sintéticas estructurales, utilizadas exitosamente para reemplazar la malla electrosoldada y las fibras metálicas. (manual Eucomex)</p>	<p>El aditivo superplastificante y la fibra sintética se utiliza como adición en el concreto. El aditivo superplastificante permite aumentar la trabajabilidad y mantención de las mezclas de concreto.</p> <p>Las fibras sintéticas hacen que el concreto gane resistencia a la flexión y vida útil</p>	Dosis de aditivo y de fibra sintética	Dosificación de aditivo respecto al peso del cemento	La dosificación estará sujeta a la ficha técnica obtenida por el proveedor
				Dosificación de 2.0kg, 4.0 kg y 6.0 kg	La dosificación estará sujeta a la ficha técnica obtenida por el proveedor
				Contracción por evaporación a edad temprana	Ensayo de contracción
<b>V.D.:</b>  Propiedades del shotcrete	<p>En el código ACI 506R – 05 define el shotcrete como "concreto o mortero neumáticamente proyectado a alta velocidad sobre una superficie" además el concreto lanzado es colocado y a su vez compactado debido a la velocidad con la que es lanzado contra la superficie. Esta colocación y compactación puede ser realizada sobre cualquier posición de superficie, ya sea vertical o invertida.</p>	<p>Para tener un buen diseño de shotcrete, que cumpla con los requisitos para el sostenimiento en mina, se evalúa tomando en cuenta el contenido de cemento, las proporciones adecuadas de sus materias, mediante ensayos establecidos según corresponda.</p>	Propiedades físicas	Asentamiento	Ensayo en cono de abrams
				Tiempo de trabajabilidad	Ensayo en cono de abrams
				Peso unitario	Recipiente volumétrico
				Contenido de aire	Equipo olla Washington
			Propiedades mecánicas	Resistencia Temprana	Método de accionamiento con clavos de impacto
				Esfuerzo a compresión	Ensayo de resistencia a la compresión
				Esfuerzo de tenacidad	Ensayo de absorción de energía
costos	costo directo	hojas de presupuesto			
	costo indirecto	hojas de presupuesto			

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Influencia del aditivo superplastificante y la fibra sintética en el diseño de shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la mina Uchucchacua, Lima 2019						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<u>Problema general</u>	<u>Objetivo general</u>	<u>Hipótesis general</u>	<u>Variable independiente</u>			
¿De qué manera influye el aditivo superplastificante y la fibra sintética en el diseño de shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la mina Uchucchacua?	¿Evaluar la influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de shotcrete, aplicado como elemento sostenimiento del macizo rocoso en la mina Uchucchacua?	El uso del aditivo superplastificante y la fibra sintética, mejorarán el diseño de shotcrete, aplicado como elemento sostenimiento del macizo rocoso en la mina Uchucchacua	Aditivo Superplastificante y fibra sintética	Dosis de aditivo y fibra sintética	Dosificación de aditivo respecto al peso del cemento	<b>Diseño de investigación</b>  Experimental  <b>Tipo de Investigación</b>  Aplicada  <b>Nivel de Investigación</b>  Explicativo  <b>Enfoque de Investigación</b>  Cuantitativo  <b>Técnica</b>  Observación sistemática
				Diseño de shotcrete	Dosificación de 2.0 kg, 4.0 kg y 6.0 kg	
<u>Problemas específicos</u>	<u>Objetivos específicos</u>	<u>Hipótesis específicas</u>	<u>Variable dependiente</u>	Propiedades físicas	Asentamiento	<b>Nivel de Investigación</b>  Explicativo  <b>Enfoque de Investigación</b>  Cuantitativo  <b>Técnica</b>  Observación sistemática
¿De qué manera la dosificación del aditivo superplastificante y la fibra sintética influyen en las propiedades del diseño de shotcrete?	Analizar la influencia de la dosificación del aditivo superplastificante y la fibra sintética en las propiedades del diseño de shotcrete.	La dosificación del aditivo superplastificante y las fibras sintéticas mejoraran las propiedades del diseño de shotcrete.	Propiedades del shotcrete		Tiempo de trabajabilidad	
					Peso unitario	
					Contenido de aire	
				Resistencia Temprana		
¿Cómo influye el diseño del shotcrete con la adición del aditivo superplastificante y la fibra sintética en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete?	Estudiar la influencia del diseño de shotcrete con la adición del aditivo superplastificante y la fibra sintética en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete	El diseño de shotcrete con la adición del aditivo superplastificante y la fibra sintética influirán en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete	Propiedades del shotcrete	Propiedades mecánicas	Esfuerzo a compresión	
				costos	Esfuerzo de tenacidad	
¿De qué manera influye la dosificación optima del aditivo plastificante y la fibra sintética en los costos del diseño de shotcrete?	Indicar de qué manera influye la dosificación optima del aditivo plastificante y la fibra sintética en los costos del diseño de shotcrete.	El uso de la dosificación optima del aditivo superplastificante y la fibra sintética influirán en el costo del diseño de shotcrete.	Propiedades del shotcrete	costos	costo directo	
				costo indirecto		

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 3: Ficha técnica del aditivo superplastificante PLASTOL 20+



### **PLASTOL 20+®**

#### **ADITIVO REDUCTOR DE AGUA ALTO - HIPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO**

##### **DESCRIPCIÓN**

PLASTOL 20+ es aditivo reductor de agua de alto rango, formulado con polycarboxilatos de última generación que permite incrementar la plasticidad y mantención de mezclas de concreto de baja relación agua/cemento. Incrementa la resistencia a compresión a edades tempranas debido a la alta fuerza de dispersión de las partículas de cemento.

##### **APLICACIONES PRINCIPALES**

PLASTOL 20+ está especialmente recomendado cuando se requiere:

- Concreto lanzado (Shotcrete)
- Concreto para la elaboración de elementos prefabricados
- Concreto de baja relación agua/cemento.
- Concreto autocompactados.
- Concreto de alta fluidez.
- Concreto bombeable.
- Concreto de resistencia a edades tempranas.
- Concreto de alto desempeño.

##### **BENEFICIOS**

- Rápido desarrollo de resistencia temprana.
- Incrementa la cohesividad del concreto fluido así como también disminuye la segregación.
- Mejora la durabilidad en el concreto debido a que reduce la permeabilidad.
- Proporciona alta fluidez en mezclas secas.
- Facilita la colocación del concreto.
- Reduce riesgos de adición de agua por pérdida de asentamiento.
- No contiene cloruros ni agentes corrosivos.

##### **ESPECIFICACIONES / NORMAS**

Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 494 Tipo A y F.



## **PLASTOL 20+®**

### **ADITIVO REDUCTOR DE AGUA ALTO - HIPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO**

#### **INFORMACIÓN TÉCNICA**

Apariencia : Líquido.  
 Color : Marrón oscuro.  
 Densidad : 1.12 kg/l.

#### **INSTRUCCIONES DE USO**

- El PLASTOL 20+ se presenta listo para su uso y debe incorporarse a la mezcla cuando ésta se encuentra húmeda dentro del mezclador, ya sea en planta o en la obra.
- PLASTOL 20+ se puede dosificar en obra o en planta dependiendo de las necesidades y condiciones particulares de cada vaciado.
- Se recomienda verificar la hermeticidad de los encofrados cuando se utilicen concretos de alta fluidez (>8 pulgadas) debido al incremento de presión en el encofrado por el comportamiento fluido del concreto
- Los resultados a obtener varían con los diversos tipos de cemento, la calidad de agregados y las características de diseño de mezcla. Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada de acuerdo al tipo de obra o proyecto a realizar.
- PLASTOL 20+ se puede dosificar en obra o en planta dependiendo de las necesidades y comportamiento del diseño.
- La máxima cantidad de agua a reducir se logra cuando se llegue al mínimo asentamiento permitido.
- PLASTOL 20+ es compatible con otros aditivos, sin embargo cada aditivo debe ser agregado por separado.
- PLASTOL 20+ no contiene cloruro de calcio u otros ingredientes potenciales de corrosión.

#### **DOSIFICACIÓN**

PLASTOL 20+ es usado a una dosificación de 0.5 – 2.0% por peso del cemento. Se recomienda hacer ensayos previos en la obra para precisar la dosis requerida las cuales podrían variar de las dosificaciones recomendadas debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados.

Cualquier consulta contacte al Departamento de Química Suiza Industrial.

#### **PRESENTACIÓN**

Cilindro 180 kg.  
 Baldes 20 kg.



## **PLASTOL 20+®**

### **ADITIVO REDUCTOR DE AGUA ALTO - HIPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO**

#### **PRECAUCIONES / RESTRICCIONES**

- Se debe proteger el PLASTOL 20+ contra el congelamiento.
- La dosificación de PLASTOL 20+ puede variar de acuerdo a la temperatura ambiente y las condiciones propias de cada obra. La dosificación de aditivo puede variar en función al tipo de cemento, condiciones ambientales, agregados y proporciones de los diseños de mezcla.
- PLASTOL 20+ puede reaccionar con el agente incorporador de aire AIRMIX 200 incrementando su eficiencia para incluir aire. Se debe reducir la cantidad de AIRMIX 200 aproximadamente en un 50%
- No permita que el concreto se congele hasta que haya alcanzado una resistencia mínima de 72kg/cm<sup>2</sup>.
- No vierta el aditivo directamente sobre el cemento o agregados secos.
- No utilice aire para su agitación.
- Limpie con agua las herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.
- Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua. Para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

#### **MANEJO Y ALMACENAMIENTO**

PLASTOL 20+ debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.  
Vida útil de almacenamiento: 1 año.

## Anexo 4: Ficha Técnica Fibra sintética Barchip R50

BarChip R50

Ficha Técnica

BarChip R50

Para hormigón ecológico

BarChip R50 es una fibra sintética estructural de alto rendimiento para refuerzo del concreto, ecológica y optimizada para diversas aplicaciones.

Hecho con materiales reciclables, BarChip R50 ofrece un enorme ahorro de carbono para sus trabajos de hormigón sin la necesidad de sacrificar su rendimiento.

¿Cuánta cantidad de carbono podría ahorrar?

### Beneficios

- Diseño integral y soporte técnico
- Redistribuye la carga - mayor ductilidad/ tenacidad
- Elimina la corrosión - durabilidad a largo plazo
- Elimina la instalación de mallas de acero
- Reducción en un 85% de los niveles de emisión de carbono en comparación con el acero
- Más seguro y liviano de manejar que el acero
- Reducción del desgaste en bombas y mangueras para hormigón
- Reducción de tiempos de ciclo y de cierres por mantenimiento
- La fibra BarChip está estabilizada a los rayos UV para resistir el deterioro solar
- Empaque a prueba de intemperie sobre múltiples palets UPVC

**Características del producto** (vea la FDS para más detalles)

Característica	BarChip R50	Estándar
Clase de Fibra II	Para uso estructural en hormigón, argamasa y lechada de cemento	EN 14889 - 2
Resistencia a la tensión	610 MPa	JIS L 1013/ISO 2062
Módulo de Young	10 GPa	JIS L 1013/ISO 2062
Longitud	48 mm	
Anclaje	Relieve continuo	
Material de base	Polipropileno	
Resistencia alcalina	Excelente	
Certificado CE		0120 - GB10/79678
Certificado ISO 9001:2015		0044943



Empaquetado en bolsas de papel y bolsas grandes para dosificación automatizada. Apilado de forma segura sobre 3 palets reciclables de UPVC.



### Dosificación

BarChip R50 tiene un rango típico de dosificación de 4 kg a 6 kg por metro cúbico. El rango de dosificación debe ser determinado en función de los requisitos de funcionamiento. Los rangos típicos de dosificación pueden reducir la medida del slump.

### Mezclado

BarChip R50 se añade junto a su respectiva bolsa a la mezcladora con agua de mezcla inicial. Adicione materiales secos y mezcle a alta velocidad para las revoluciones requeridas. Se pueden aplicar técnicas alternativas de mezclado.

Realice la optimización de la mezcla junto a los especialistas de BarChip para garantizar que obtenga un rendimiento óptimo de su mezcla de shotcrete. Para más información, vea la guía de dosificación y mezclado de BarChip.

### Bombeo

BarChip R50 puede ser bombeado fácilmente a través de mangueras de goma de 50 mm. Se deben tomar precauciones para asegurar que las fibras pasen libremente a través de la rejilla del equipo.

### Manipulación y almacenamiento

BarChip R50 es empaquetado en bolsas de papel de 3 kg (432 kg por palet) y entregado en palets de plástico durable y reciclable, con una capucha de lluvia equipada para permitir su almacenamiento en el exterior. Las bolsas almacenadas individualmente deben ser protegidas contra daños causados por agua. Para dosificaciones automatizadas, BarChip R50 también es empacado en discos.

Para más información contacte a su representante BarChip más cercano.

### Conformity

Cumple con la ASTM C 1116 – Tipo III  
Cumple con EN 14889 – 2

**BarChip Inc.**  
The Synthetic Fibre Experts

[www.barchip.com](http://www.barchip.com)



Vista ampliada de la fibra BarChip R50

**BarChip R50 reduce sus niveles de emisión de carbono**

**Estudio de caso de carbono – Revestimiento de hormigón proyectado permanente**

Las investigaciones han demostrado que no se puede esperar que el SFRS (Shotcrete Reforzado con Fibras de Acero) alcance una vida útil de 120 años si está expuesto a entornos agresivos (Nordström 2016). Para lograr esta vida útil, es necesario llevar a cabo trabajos significantes de rehabilitación, lo que aumentaría en gran medida el nivel de las emisiones de carbono del proyecto. BarChip ha analizado estos niveles para un túnel nominal de 8.5 m de ancho por 6.5 m de alto y 50 km.

Fibra de acero kg CO <sub>2</sub> e	Rehabilitación de hormigón 2 x 25% (kg CO <sub>2</sub> e)*	Rehabilitación de acero 2 x 25% (kg CO <sub>2</sub> e)*	CO <sub>2</sub> total en 120 años (kg CO <sub>2</sub> e)
6,973,670	22,422,881	3,486,834	32,883,385

BarChip R50 kg CO <sub>2</sub> e	Rehabilitación de hormigón	Rehabilitación de acero	Total de BarChip R50 (kg CO <sub>2</sub> e)	Ahorro total de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> e)
1,131,218	Not Required	Not Required	1,131,218	<b>31,752,167</b>

\*Investigación realizada por Nordström (2016), E., 2016. "Evaluación después de 17 años de desgaste de shotcrete reforzado con fibra de acero agrietado". Rock Engineering Research Foundation, Reporte de BeFo 153 Estocolmo, ISSN 1104-1773 (en sueco).

Podría darse un potencial de ahorro de carbono emitido de **31,752,167 kg** para 50 km de obras de túneles, simplemente al utilizar el refuerzo de fibra sintética BarChip. Esto es equivalente a;



10,077

Toneladas de desecho reciclados en lugar de ir a un vertedero de residuos.



3,353

Hogares que usen electricidad por un año.



822,894

Semillas de árboles plantadas durante 10 años.



¿Cuánto carbono ahorraría al elegir el refuerzo de fibra sintética BarChip R50?

BarChip Inc.

info@barchip.com

N. America: +1 704 843 8401

Australia: +61 1300 131 158

EMEA: +353 (0) 1 469 3197

Asia: +65 6835 7716

S. America: +56 2 2703 1563

Brazil: +55 19 3722 2199



Los distribuidores se encuentran ubicados en otras regiones. Para detalles de contacto, visite [www.barchip.com](http://www.barchip.com).

Aviso legal: Esta información ha sido prevista únicamente como una guía de rendimiento en condiciones específicas y supervisadas. Se le aconseja al usuario que realice su propia evaluación y use los servicios de profesionales para determinar la aptitud del producto para cualquier proyecto o aplicación en particular previo a su uso comercial. ISO 9001:2015. © BarChip Inc. 2019. PSR50\_2019\_3\_SPA

[www.barchip.com](http://www.barchip.com)

## Anexo 5: Ficha técnica del Cemento andino Tipo I



### Ficha Técnica

## CEMENTO ANDINO PREMIUM

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

#### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

#### Usos:

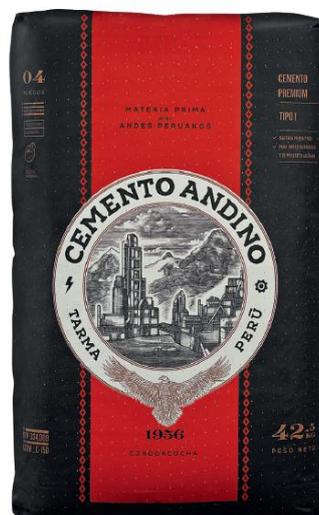
- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

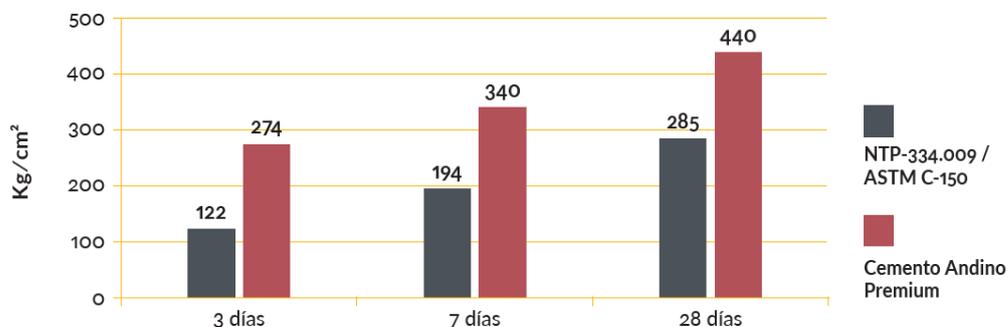
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	15.53	No específica
C <sub>3</sub> S	%	57.35	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.50	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.61	No específica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

\*Requisito opcional

## Anexo 6: Análisis de Costo Unitario de Shotcrete Vía Húmeda

LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA DESDE SUPERFICIE DE 3 PULG. - CON MATERIAL					
					20 m <sup>3</sup> /guardia
<b>Mano de obra</b>					
Código	Descripción	Factor	Total por	Costo Unit.	Costo Real
Recurso		de Pago	Guardia	del recurso	S./
MO 21	LANZADOR DE ROBOT	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 22	OPERADOR DE BOMBA	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 23	OPERADOR DE MIXER	2.2080	2.00 TAR	88.80	392.14
MO 20	AYUDANTE DE SERVICIO	2.2080	1.00 TAR	85.80	189.45
MO 19	MANO DE OBRA - INDIRECTOS			2971.38	2971.38
					3945.11
<b>Maquinas y Equipos</b>					
Código	Descripción	Cantidad equipos	UTILIZACION	Costo Unit.	Sub - Total
Recurso		por Guardia	por Guardia	del recurso	S./
508	COSTOS DE PROPIEDAD - EQUIPO MIXER	2	6.0 Hr	179.01	2148.12
509	COSTOS DE PROPIEDAD -EQUIPO ROBOT LANZADOR	1	5.0 Hr	325.04	1625.20
					3773.32
<b>SUMUNISTRO</b>			<b>CONSUMO/GUARDIA</b>		
205	CEMENTO ANDINO TIPO I		8000 Kg.	0.471	3764.71
210	AGUA: POTABLE		3440 L.	0.020	68.80
206	AGREGADO GLOBAL: CANTERA VICCO		33060 Kg.	0.036	166.62
220	EUCO: PLASTOL 20+ (SUPERPLASTIFICANTE DE CONCRETO		71.4 L.	7.788	556.06
221	EUCO: GUNITOC L-33 PLUS (ACELERANTE DE FRAGUADO LIQUIDO ULTRA RA		280.0 L.	2.970	831.60
<b>HERRAMIENTAS</b>					
103	CAZILLA DE 24"		1 EA	1.67	1.67
104	COMBA DE ACERO FORIADO DE 6 LB		1 EA	0.18	0.18
105	COMBA DE ACERO FORIADO DE 12 LB		2 EA	0.20	0.40
106	COMBA DE ACERO FORIADO DE 20 LB		1 EA	0.36	0.36
107	ESCOBILLA DE ACERO DE 5 " CON MANGO DE MADERA		1 EA	0.12	0.12
108	HOJA DE SIERRA MECANICA DE 1/2" X 1/2"		1 EA	0.11	0.11
109	LAMPA TIPO CUCHARA MINERA NRO 603/604 NRO 2/206		1 EA	0.20	0.20
110	LLAVE FRANCESA DE 12"		5 EA	0.29	1.45
111	LLAVE STILSON DE 14"		3 EA	0.24	0.72
113	MANGO DE 36" PULGADAS PARA PICO		2 EA	0.10	0.20
114	PICO DE MINERO DE DOBLE PUNTA (SIN MANGO)		2 EA	0.19	0.38
115	PINTURA ESMALTE COLOR AMARILLO LUCERO		2 EA	0.42	0.84
116	LAVADERO DE OJOS		1 EA	4.17	4.17
117	CINTA AISLANTE		1 EA	0.07	0.07
118	PINTURA ESMALTE (AIRE/AGUA)		1 EA	0.28	0.28
119	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1/2" 200PSI		20 EA	0.08	1.60
120	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1" 200PSI		20 EA	0.04	0.80
121	PINTURA SPRAY		1 EA	2.25	2.25
124	BARRETILLA DE 4"		1 EA	0.58	0.58
125	BARRETILLA DE 6"		1 EA	0.63	0.63
126	BARRETILLA DE 8"		1 EA	0.67	0.67
127	BARRETILLA DE 10"		1 EA	0.60	0.60
128	CARRETILLA TIPO BOOGIE		1 EA	1.06	1.06
129	FLEXIMETRO		1 EA	0.25	0.25
130	LLAVE INGLESA DE 15"		1 EA	3.33	3.33
131	LLAVE INGLESA DE 18"		1 EA	2.74	2.74
132	MOCHILA DE LONA		1 EA	1.20	1.20
					5414.65
					7718.43
Gastos Generales				20.23%	1561.44
Utilidad				10.00%	771.84
Total Indirectos				30.23%	2333.28
					15466.36
<b>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>			<b>Nro Tar</b>	<b>Costo Unitario</b>	
FACTOR DE SEGURIDAD - OBREROS			5.00 Tar	21.03	105.15
FACTOR E SEGURIDAD - SUPERVISION			1.00 Tar	8.7	8.70
Tareas Totales			6.00		113.85
<b>Costo por guardia</b>					<b>15580.21</b>
<b>Factor de Lanzado m<sup>2</sup>/ guardia</b>					<b>190.55</b>
<b>Costo /m<sup>2</sup> 3 Pulg</b>					<b>81.76</b>

**LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA DESDE SUPERFICIE DE 3 PULG. - CON MATERIAL**

20 m<sup>3</sup>/guardia

<b>Mano de obra</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor</u>	<u>Total por</u>	<u>Costo Unit.</u>	<u>Costo Real</u>
<u>Recurso</u>		<u>de Pago</u>	<u>Guardia</u>	<u>del recurso</u>	<u>S./</u>
MO 21	LANZADOR DE ROBOT	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 22	OPERADOR DE BOMBA	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 23	OPERADOR DE MIXER	2.2080	2.00 TAR	88.80	392.14
MO 20	AYUDANTE DE SERVICIO	2.2080	1.00 TAR	85.80	189.45
MO 19	MANO DE OBRA - INDIRECTOS			2971.38	2971.38
					<b>3945.11</b>

<b>Maquinas y Equipos</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cantidad equipos</u>	<u>UTILIZACION</u>	<u>Costo Unit.</u>	<u>Sub - Total</u>
<u>Recurso</u>		<u>por Guardia</u>	<u>por Guardia</u>	<u>del recurso</u>	<u>S./</u>
508	COSTOS DE PROPIEDAD - EQUIPO MIXER	2	6.0 Hr	179.01	2148.12
509	COSTOS DE PROPIEDAD -EQUIPO ROBOT LANZADOR	1	5.0 Hr	325.04	1625.20
					<b>3773.32</b>

<b>SUMUNISTRO</b>					
			<b>CONSUMO/GUARDIA</b>		
205	CEMENTO ANDINO TIPO I		10340 Kg.	0.471	4865.88
210	AGUA: POTABLE		4400 L.	0.020	88.00
206	AGREGADO GLOBAL: CANTERA VICCO		29500 Kg.	0.036	166.62
221	EUCO: GUNITOC L-33 PLUS (ACELERANTE DE FRAGUADO LIQUIDO ULTRA RA		280.0 L.	2.970	831.60

<b>HERRAMIENTAS</b>					
103	CAZILLA DE 24"		1 EA	1.67	1.67
104	COMBA DE ACERO FORIADO DE 6 LB		1 EA	0.18	0.18
105	COMBA DE ACERO FORIADO DE 12 LB		2 EA	0.20	0.40
106	COMBA DE ACERO FORIADO DE 20 LB		1 EA	0.36	0.36
107	ESCOBILLA DE ACERO DE 5 " CON MANGO DE MADERA		1 EA	0.12	0.12
108	HOJA DE SIERRA MECANICA DE 1/2" X 1/2"		1 EA	0.11	0.11
109	LAMPA TIPO CUCHARA MINERA NRO 603/604 NRO 2/206		1 EA	0.20	0.20
110	LLAVE FRANCESA DE 12"		5 EA	0.29	1.45
111	LLAVE STILSON DE 14"		3 EA	0.24	0.72
113	MANGO DE 36" PULGADAS PARA PICO		2 EA	0.10	0.20
114	PICO DE MINERO DE DOBLE PUNTA (SIN MANGO)		2 EA	0.19	0.38
115	PINTURA ESMALTE COLOR AMARILLO LUCERO		2 EA	0.42	0.84
116	LAVADERO DE OJOS		1 EA	4.17	4.17
117	CINTA AISLANTE		1 EA	0.07	0.07
118	PINTURA ESMALTE (AIRE/AGUA)		1 EA	0.28	0.28
119	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1/2" 200PSI		20 EA	0.08	1.60
120	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1" 200PSI		20 EA	0.04	0.80
121	PINTURA SPRAY		1 EA	2.25	2.25
124	BARRETILLA DE 4"		1 EA	0.58	0.58
125	BARRETILLA DE 6"		1 EA	0.63	0.63
126	BARRETILLA DE 8"		1 EA	0.67	0.67
127	BARRETILLA DE 10"		1 EA	0.60	0.60
128	CARRETILLA TIPO BOOGIE		1 EA	1.06	1.06
129	FLEXIMETRO		1 EA	0.25	0.25
130	LLAVE INGLESA DE 15"		1 EA	3.33	3.33
131	LLAVE INGLESA DE 18"		1 EA	2.74	2.74
132	MOCHILA DE LONA		1 EA	1.20	1.20
					<b>5978.96</b>

<b>Gastos Generales</b>	20.23%	<b>1561.44</b>
<b>Utilidad</b>	10.00%	<b>771.84</b>
<b>Total Indirectos</b>	30.23%	<b>2333.28</b>

		<b>Sub Total Costos</b>		<b>16030.67</b>
<b>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>				
		<b>Nro Tar</b>	<b>Costo Unitario</b>	
	FACTOR DE SEGURIDAD - OBREROS	5.00	Tar	21.03
	FACTOR E SEGURIDAD - SUPERVICION	1.00	Tar	8.7
	<b>Tareas Totales</b>	<b>6.00</b>		<b>113.85</b>
	<b>Costo por guardia</b>			<b>16144.52</b>
	<b>Factor de Lanzado m<sup>2</sup>/ guardia</b>			<b>190.55</b>
	<b>Costo /m<sup>2</sup> 3 Pulg</b>			<b>84.73</b>

LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA DESDE SUPERFICIE DE 3 PULG. - CON MATERIAL						
					<b>20</b>	<b>m<sup>3</sup>/guardia</b>
<b>Mano de obra</b>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit. del recurso</u>	<u>Costo Real S./</u>	
MO 21	LANZADOR DE ROBOT	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07	
MO 22	OPERADOR DE BOMBA	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07	
MO 23	OPERADOR DE MIXER	2.2080	2.00 TAR	88.80	392.14	
MO 20	AYUDANTE DE SERVICIO	2.2080	1.00 TAR	85.80	189.45	
MO 19	MANO DE OBRA - INDIRECTOS			2971.38	2971.38	
					<b>3945.11</b>	
<b>Maquinas y Equipos</b>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cantidad equipos por Guardia</u>	<u>UTILIZACION por Guardia</u>	<u>Costo Unit. del recurso</u>	<u>Sub - Total S./</u>	
508	COSTOS DE PROPIEDAD - EQUIPO MIXER	2	6.0 Hr	179.01	2148.12	
509	COSTOS DE PROPIEDAD -EQUIPO ROBOT LANZADOR	1	5.0 Hr	325.04	1625.20	
					<b>3773.32</b>	
<b>SUMUNISTRO</b>			<b>CONSUMO/GUARDIA</b>			
205	CEMENTO ANDINO TIPO I		8000 Kg.	0.471	3764.71	
210	AGUA: POTABLE		3440 L.	0.020	68.80	
206	AGREGADO GLOBAL: CANTERA VICCO		33060 Kg.	0.036	166.62	
220	EUCO: PLASTOL 20+ (SUPERPLASTIFICANTE DE CONCRETO		71.4 L.	7.788	556.06	
221	EUCO: GUNITOC L-33 PLUS (ACELERANTE DE FRAGUADO LIQUIDO ULTRA RA		280.0 L.	2.970	831.60	
116	FIBRA HIBRIDA PLASTICA: BARCHIP R50		40 kg.	17.000	680.00	
<b>HERRAMIENTAS</b>						
103	CAZILLA DE 24"		1 EA	1.67	1.67	
104	COMBA DE ACERO FORIADO DE 6 LB		1 EA	0.18	0.18	
105	COMBA DE ACERO FORIADO DE 12 LB		2 EA	0.20	0.40	
106	COMBA DE ACERO FORIADO DE 20 LB		1 EA	0.36	0.36	
107	ESCOBILLA DE ACERO DE 5 " CON MANGO DE MADERA		1 EA	0.12	0.12	
108	HOJA DE SIERRA MECANICA DE 1/2" X 1/2"		1 EA	0.11	0.11	
109	LAMPA TIPO CUCHARA MINERA NRO 603/604 NRO 2/206		1 EA	0.20	0.20	
110	LLAVE FRANCESA DE 12"		5 EA	0.29	1.45	
111	LLAVE STILSON DE 14"		3 EA	0.24	0.72	
113	MANGO DE 36" PULGADAS PARA PICO		2 EA	0.10	0.20	
114	PICO DE MINERO DE DOBLE PUNTA (SIN MANGO)		2 EA	0.19	0.38	
115	PINTURA ESMALTE COLOR AMARILLO LUCERO		2 EA	0.42	0.84	
116	LAVADERO DE OJOS		1 EA	4.17	4.17	
117	CINTA AISLANTE		1 EA	0.07	0.07	
118	PINTURA ESMALTE (AIRE/AGUA)		1 EA	0.28	0.28	
119	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1/2" 200PSI		20 EA	0.08	1.60	
120	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1" 200PSI		20 EA	0.04	0.80	
121	PINTURA SPRAY		1 EA	2.25	2.25	
124	BARRETILLA DE 4"		1 EA	0.58	0.58	
125	BARRETILLA DE 6"		1 EA	0.63	0.63	
126	BARRETILLA DE 8"		1 EA	0.67	0.67	
127	BARRETILLA DE 10"		1 EA	0.60	0.60	
128	CARRETILLA TIPO BOOGIE		1 EA	1.06	1.06	
129	FLEXIMETRO		1 EA	0.25	0.25	
130	LLAVE INGLESA DE 15"		1 EA	3.33	3.33	
131	LLAVE INGLESA DE 18"		1 EA	2.74	2.74	
132	MOCHILA DE LONA		1 EA	1.20	1.20	
					<b>6094.65</b>	
					<b>7718.43</b>	
<b>Gastos Generales</b>				20.23%	<b>1561.44</b>	
<b>Utilidad</b>				10.00%	<b>771.84</b>	
<b>Total Indirectos</b>				30.23%	<b>2333.28</b>	
					<b>16146.36</b>	
			<b>Sub Total Costos</b>		<b>16146.36</b>	
<b>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>						
		<u>Nro Tar</u>		<u>Costo Unitario</u>		
	FACTOR DE SEGURIDAD - OBREROS	5.00	Tar	21.03	105.15	
	FACTOR E SEGURIDAD - SUPERVICION	1.00	Tar	8.7	8.70	
	<b>Tareas Totales</b>	<b>6.00</b>			<b>113.85</b>	
<b>Costo por guardia</b>					<b>16260.21</b>	
<b>Factor de Lanzado m<sup>2</sup>/ guardia</b>					<b>190.55</b>	
<b>Costo /m<sup>2</sup> 3 Pulg</b>					<b>85.33</b>	

**LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA DESDE SUPERFICIE DE 3 PULG. - CON MATERIAL**

**20 m<sup>3</sup>/guardia**

<b>Mano de obra</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor</u>	<u>Total por</u>	<u>Costo Unit.</u>	<u>Costo Real</u>
<u>Recurso</u>		<u>de Pago</u>	<u>Guardia</u>	<u>del recurso</u>	<u>S./</u>
MO 21	LANZADOR DE ROBOT	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 22	OPERADOR DE BOMBA	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 23	OPERADOR DE MIXER	2.2080	2.00 TAR	88.80	392.14
MO 20	AYUDANTE DE SERVICIO	2.2080	1.00 TAR	85.80	189.45
MO 19	MANO DE OBRA - INDIRECTOS			2971.38	2971.38
					<b>3945.11</b>

<b>Maquinas y Equipos</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cantidad equipos</u>	<u>UTILIZACION</u>	<u>Costo Unit.</u>	<u>Sub - Total</u>
<u>Recurso</u>		<u>por Guardia</u>	<u>por Guardia</u>	<u>del recurso</u>	<u>S./</u>
508	COSTOS DE PROPIEDAD - EQUIPO MIXER	2	6.0 Hr	179.01	2148.12
509	COSTOS DE PROPIEDAD -EQUIPO ROBOT LANZADOR	1	5.0 Hr	325.04	1625.20
					<b>3773.32</b>

<b>SUMUNISTRO</b>					
		<b>CONSUMO/GUARDIA</b>			
205	CEMENTO ANDINO TIPO I	8000 Kg.	0.471	3764.71	
210	AGUA: POTABLE	3440 L.	0.020	68.80	
206	AGREGADO GLOBAL: CANTERA VICCO	33060 Kg.	0.036	166.62	
220	EUCO: PLASTOL 20+ (SUPERPLASTIFICANTE DE CONCRETO	71.4 L.	7.788	556.06	
221	EUCO: GUNITOC L-33 PLUS (ACELERANTE DE FRAGUADO LIQUIDO ULTRA RA	280.0 L.	2.970	831.60	
116	FIBRA HIBRIDA PLASTICA: BARCHIP R50	80 kg.	17.000	1360.00	

<b>HERRAMIENTAS</b>					
103	CAZILLA DE 24"	1 EA	1.67	1.67	
104	COMBA DE ACERO FORIADO DE 6 LB	1 EA	0.18	0.18	
105	COMBA DE ACERO FORIADO DE 12 LB	2 EA	0.20	0.40	
106	COMBA DE ACERO FORIADO DE 20 LB	1 EA	0.36	0.36	
107	ESCOBILLA DE ACERO DE 5 " CON MANGO DE MADERA	1 EA	0.12	0.12	
108	HOJA DE SIERRA MECANICA DE 1/2" X 1/2"	1 EA	0.11	0.11	
109	LAMPA TIPO CUCHARA MINERA NRO 603/604 NRO 2/206	1 EA	0.20	0.20	
110	LLAVE FRANCESA DE 12"	5 EA	0.29	1.45	
111	LLAVE STILSON DE 14"	3 EA	0.24	0.72	
113	MANGO DE 36" PULGADAS PARA PICO	2 EA	0.10	0.20	
114	PICO DE MINERO DE DOBLE PUNTA (SIN MANGO)	2 EA	0.19	0.38	
115	PINTURA ESMALTE COLOR AMARILLO LUCERO	2 EA	0.42	0.84	
116	LAVADERO DE OJOS	1 EA	4.17	4.17	
117	CINTA AISLANTE	1 EA	0.07	0.07	
118	PINTURA ESMALTE (AIRE/AGUA)	1 EA	0.28	0.28	
119	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1/2" 200PSI	20 EA	0.08	1.60	
120	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1" 200PSI	20 EA	0.04	0.80	
121	PINTURA SPRAY	1 EA	2.25	2.25	
124	BARRETILLA DE 4"	1 EA	0.58	0.58	
125	BARRETILLA DE 6"	1 EA	0.63	0.63	
126	BARRETILLA DE 8"	1 EA	0.67	0.67	
127	BARRETILLA DE 10"	1 EA	0.60	0.60	
128	CARRETILLA TIPO BOOGIE	1 EA	1.06	1.06	
129	FLEXIMETRO	1 EA	0.25	0.25	
130	LLAVE INGLESA DE 15"	1 EA	3.33	3.33	
131	LLAVE INGLESA DE 18"	1 EA	2.74	2.74	
132	MOCHILA DE LONA	1 EA	1.20	1.20	
					<b>6774.65</b>

<b>Gastos Generales</b>				20.23%	<b>1561.44</b>
<b>Utilidad</b>				10.00%	<b>771.84</b>
<b>Total Indirectos</b>				30.23%	<b>2333.28</b>
<b>Sub Total Costos</b>					<b>16826.36</b>

<b>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>					
	<u>Nro Tar</u>	<u>Tar</u>	<u>Costo Unitario</u>		
FACTOR DE SEGURIDAD - OBREROS	5.00	Tar	21.03	105.15	
FACTOR E SEGURIDAD - SUPERVICION	1.00	Tar	8.7	8.70	
Tareas Totales	6.00			<b>113.85</b>	

<b>Costo por guardia</b>					<b>16940.21</b>
<b>Factor de Lanzado m<sup>2</sup>/ guardia</b>					<b>190.55</b>
<b>Costo /m<sup>2</sup> 3 Pulg</b>					<b>88.90</b>

**LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA DESDE SUPERFICIE DE 3 PULG. - CON MATERIAL**

**20 m<sup>3</sup>/guardia**

<b>Mano de obra</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit. del recurso</u>	<u>Costo Real S./</u>
MO 21	LANZADOR DE ROBOT	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 22	OPERADOR DE BOMBA	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 23	OPERADOR DE MIXER	2.2080	2.00 TAR	88.80	392.14
MO 20	AYUDANTE DE SERVICIO	2.2080	1.00 TAR	85.80	189.45
MO 19	MANO DE OBRA - INDIRECTOS			2971.38	2971.38
					<b>3945.11</b>

<b>Maquinas y Equipos</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cantidad equipos por Guardia</u>	<u>UTILIZACION por Guardia</u>	<u>Costo Unit. del recurso</u>	<u>Sub - Total S./</u>
508	COSTOS DE PROPIEDAD - EQUIPO MIXER	2	6.0 Hr	179.01	2148.12
509	COSTOS DE PROPIEDAD -EQUIPO ROBOT LANZADOR	1	5.0 Hr	325.04	1625.20
					<b>3773.32</b>

<b>SUMUNISTRO</b>					
<b>CONSUMO/GUARDIA</b>					
205	CEMENTO ANDINO TIPO I		8000 Kg.	0.471	3764.71
210	AGUA: POTABLE		3440 L.	0.020	68.80
206	AGREGADO GLOBAL: CANTERA VICCO		33060 Kg.	0.036	166.62
220	EUCO: PLASTOL 20+ (SUPERPLASTIFICANTE DE CONCRETO		71.4 L.	7.788	556.06
221	EUCO: GUNITOC L-33 PLUS (ACELERANTE DE FRAGUADO LIQUIDO ULTRA RA		280.0 L.	2.970	831.60
116	FIBRA HIBRIDA PLASTICA: BARCHIP R50		120 kg.	17.000	2040.00

<b>HERRAMIENTAS</b>					
103	CAZILLA DE 24"		1 EA	1.67	1.67
104	COMBA DE ACERO FORIADO DE 6 LB		1 EA	0.18	0.18
105	COMBA DE ACERO FORIADO DE 12 LB		2 EA	0.20	0.40
106	COMBA DE ACERO FORIADO DE 20 LB		1 EA	0.36	0.36
107	ESCOBILLA DE ACERO DE 5 " CON MANGO DE MADERA		1 EA	0.12	0.12
108	HOJA DE SIERRA MECANICA DE 1/2" X 1/2"		1 EA	0.11	0.11
109	LAMPA TIPO CUCHARA MINERA NRO 603/604 NRO 2/206		1 EA	0.20	0.20
110	LLAVE FRANCESA DE 12"		5 EA	0.29	1.45
111	LLAVE STILSON DE 14"		3 EA	0.24	0.72
113	MANGO DE 36" PULGADAS PARA PICO		2 EA	0.10	0.20
114	PICO DE MINERO DE DOBLE PUNTA (SIN MANGO)		2 EA	0.19	0.38
115	PINTURA ESMALTE COLOR AMARILLO LUCERO		2 EA	0.42	0.84
116	LAVADERO DE OJOS		1 EA	4.17	4.17
117	CINTA AISLANTE		1 EA	0.07	0.07
118	PINTURA ESMALTE (AIRE/AGUA)		1 EA	0.28	0.28
119	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1/2" 200PSI		20 EA	0.08	1.60
120	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1" 200PSI		20 EA	0.04	0.80
121	PINTURA SPRAY		1 EA	2.25	2.25
124	BARRETILLA DE 4"		1 EA	0.58	0.58
125	BARRETILLA DE 6"		1 EA	0.63	0.63
126	BARRETILLA DE 8"		1 EA	0.67	0.67
127	BARRETILLA DE 10"		1 EA	0.60	0.60
128	CARRETILLA TIPO BOOGIE		1 EA	1.06	1.06
129	FLEXIMETRO		1 EA	0.25	0.25
130	LLAVE INGLESA DE 15"		1 EA	3.33	3.33
131	LLAVE INGLESA DE 18"		1 EA	2.74	2.74
132	MOCHILA DE LONA		1 EA	1.20	1.20
					<b>7454.65</b>

				<b>7718.43</b>	
<b>Gastos Generales</b>				20.23%	<b>1561.44</b>
<b>Utilidad</b>				10.00%	<b>771.84</b>
<b>Total Indirectos</b>				30.23%	<b>2333.28</b>

<b>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>					
			<u>Nro Tar</u>	<u>Costo Unitario</u>	
<b>FACTOR DE SEGURIDAD - OBREROS</b>			5.00	Tar	21.03
<b>FACTOR E SEGURIDAD - SUPERVICION</b>			1.00	Tar	8.7
<b>Tareas Totales</b>			6.00		<b>113.85</b>
<b>Costo por guardia</b>					<b>17620.21</b>
<b>Factor de Lanzado m<sup>2</sup>/ guardia</b>					<b>190.55</b>
<b>Costo /m<sup>2</sup> 3 Pulg</b>					<b>92.47</b>

**LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA DESDE SUPERFICIE DE 3 PULG. - CON MATERIAL**

**20 m<sup>3</sup>/guardia**

<b>Mano de obra</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor</u>	<u>Total por</u>	<u>Costo Unit.</u>	<u>Costo Real</u>
<u>Recurso</u>		<u>de Pago</u>	<u>Guardia</u>	<u>del recurso</u>	<u>S./</u>
MO 21	LANZADOR DE ROBOT	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 22	OPERADOR DE BOMBA	2.2080	1.00 TAR	88.80	196.07
MO 23	OPERADOR DE MIXER	2.2080	2.00 TAR	88.80	392.14
MO 20	AYUDANTE DE SERVICIO	2.2080	1.00 TAR	85.80	189.45
MO 19	MANO DE OBRA - INDIRECTOS			2971.38	2971.38
					<b>3945.11</b>

<b>Maquinas y Equipos</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cantidad equipos</u>	<u>UTILIZACION</u>	<u>Costo Unit.</u>	<u>Sub - Total</u>
<u>Recurso</u>		<u>por Guardia</u>	<u>por Guardia</u>	<u>del recurso</u>	<u>S./</u>
508	COSTOS DE PROPIEDAD - EQUIPO MIXER	2	6.0 Hr	179.01	2148.12
509	COSTOS DE PROPIEDAD -EQUIPO ROBOT LANZADOR	1	5.0 Hr	325.04	1625.20
					<b>3773.32</b>

<b>SUMUNISTRO</b>					
		<b>CONSUMO/GUARDIA</b>			
205	CEMENTO ANDINO TIPO I	8000 Kg.		0.471	3764.71
210	AGUA: POTABLE	3440 L.		0.020	68.80
206	AGREGADO GLOBAL: CANTERA VICCO	33060 Kg.		0.036	166.62
220	EUCO: PLASTOL 20+ (SUPERPLASTIFICANTE DE CONCRETO	71.4 L.		7.788	556.06
221	EUCO: GUNITOC L-33 PLUS (ACELERANTE DE FRAGUADO LIQUIDO ULTRA RA	280.0 L.		2.970	831.60
116	FIBRA HIBRIDA PLASTICA: BARCHIP R50	60 kg.		17.000	1020.00

<b>HERRAMIENTAS</b>					
103	CAZILLA DE 24"	1 EA		1.67	1.67
104	COMBA DE ACERO FORIADO DE 6 LB	1 EA		0.18	0.18
105	COMBA DE ACERO FORIADO DE 12 LB	2 EA		0.20	0.40
106	COMBA DE ACERO FORIADO DE 20 LB	1 EA		0.36	0.36
107	ESCOBILLA DE ACERO DE 5 " CON MANGO DE MADERA	1 EA		0.12	0.12
108	HOJA DE SIERRA MECANICA DE 1/2" X 1/2"	1 EA		0.11	0.11
109	LAMPA TIPO CUCHARA MINERA NRO 603/604 NRO 2/206	1 EA		0.20	0.20
110	LLAVE FRANCESA DE 12"	5 EA		0.29	1.45
111	LLAVE STILSON DE 14"	3 EA		0.24	0.72
113	MANGO DE 36" PULGADAS PARA PICO	2 EA		0.10	0.20
114	PICO DE MINERO DE DOBLE PUNTA (SIN MANGO)	2 EA		0.19	0.38
115	PINTURA ESMALTE COLOR AMARILLO LUCERO	2 EA		0.42	0.84
116	LAVADERO DE OJOS	1 EA		4.17	4.17
117	CINTA AISLANTE	1 EA		0.07	0.07
118	PINTURA ESMALTE (AIRE/AGUA)	1 EA		0.28	0.28
119	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1/2" 200PSI	20 EA		0.08	1.60
120	MANGUERA DE JEBE Y LONA 1" 200PSI	20 EA		0.04	0.80
121	PINTURA SPRAY	1 EA		2.25	2.25
124	BARRETILLA DE 4"	1 EA		0.58	0.58
125	BARRETILLA DE 6"	1 EA		0.63	0.63
126	BARRETILLA DE 8"	1 EA		0.67	0.67
127	BARRETILLA DE 10"	1 EA		0.60	0.60
128	CARRETILLA TIPO BOOGIE	1 EA		1.06	1.06
129	FLEXIMETRO	1 EA		0.25	0.25
130	LLAVE INGLESA DE 15"	1 EA		3.33	3.33
131	LLAVE INGLESA DE 18"	1 EA		2.74	2.74
132	MOCHILA DE LONA	1 EA		1.20	1.20
					<b>6434.65</b>

				<b>7718.43</b>	
<b>Gastos Generales</b>				20.23%	<b>1561.44</b>
<b>Utilidad</b>				10.00%	<b>771.84</b>
<b>Total Indirectos</b>				30.23%	<b>2333.28</b>
					<b>16486.36</b>

<b>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>					
		<u>Nro Tar</u>	<u>Costo Unitario</u>		
<b>FACTOR DE SEGURIDAD - OBREROS</b>		5.00	Tar	21.03	105.15
<b>FACTOR E SEGURIDAD - SUPERVICION</b>		1.00	Tar	8.7	8.70
<b>Tareas Totales</b>		6.00			<b>113.85</b>

<b>Costo por guardia</b>				<b>16600.21</b>
<b>Factor de Lanzado m<sup>2</sup>/ guardia</b>				<b>190.55</b>
<b>Costo /m<sup>2</sup> 3 Pulg</b>				<b>87.12</b>

## Anexo 7: Resultados de laboratorio.



R.U.C. 20506076235  
 Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
 Teléfono: 968632055  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

### INFORME DE ENSAYO

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
 EXPEDIENTE : 2002AOG  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 de febrero de 2020  
 FECHA DE EMISIÓN : 06 de febrero de 2020

#### REFERENCIAS DE LAS MUESTRAS

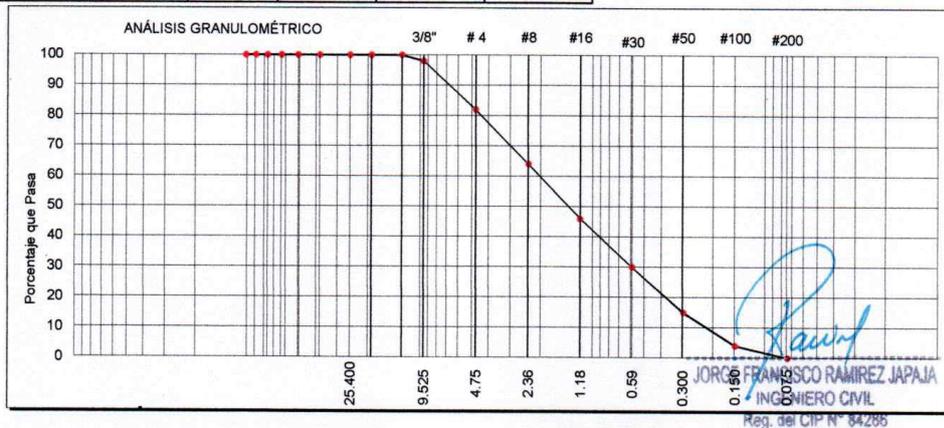
IDENTIFICACION : Cantera VICCO  
 PRESENTACION : 01 saco de polipropileno  
 DESCRIPCION : Agregado global con humedad natural  
 CANTIDAD : 80 kg aprox.

ASTM C 135-05 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGAGO GRUESO, FINO Y GLOBAL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE ACUMULADO (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	39.0	2.3	2.3	97.7
# 4	4.750	272.0	16.1	18.4	81.6
# 8	2.360	305.0	18.0	36.4	63.6
# 16	1.180	305.0	18.0	54.4	45.6
# 30	0.590	275.0	16.3	70.7	29.3
# 50	0.297	250.0	14.8	85.5	14.5
# 100	0.149	186.0	11.0	96.5	3.5
# 200	0.074	60.0	3.5	100.0	0.0
Fondo	-	0.0	0.0	100.0	0.0

ASTM C 125-06	MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO GLOBAL
RESULTADO	3.64

OBSERVACIONES:  
 Muestra tomada e identificada por el solicitante



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.C.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

INFORME DE ENSAYO

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
EXPEDIENTE : 20020AOG  
FECHA DE RECEPCIÓN : 03 de febrero de 2020 FECHA DE EMISIÓN : 06 de febrero de 2020

REFERENCIAS DE LAS MUESTRAS  
IDENTIFICACION : Cantera VICCO Agregado para Shotcrete PRESENTACION : 01 saco de polipropileno  
DESCRIPCION : Agregado con humedad natural CANTIDAD : 80 kg. aprox.

ASTM C 128-05a		MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO Y LA ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	DATOS		PROMEDIO
Nº DE MUESTRA			1	2	
Peso del material saturado y superficie seca (en aire)		(g)	500	500	
Peso de la fiola + H <sub>2</sub> O		(g)	672.5	674.8	
Peso de la fiola + H <sub>2</sub> O + material		(g)	1172.5	1174.8	
Peso de la fiola + H <sub>2</sub> O + material saturado y superficie seca		(g)	985.6	986.8	
Volumen masa + volumen vacios		(cm <sup>3</sup> )	186.9	188.0	
Peso material seco a 105 °C		(g)	488.7	488.6	
Volumen de masa		(g/cm <sup>3</sup> )	175.6	176.6	
Peso bulk base seca		(g/cm <sup>3</sup> )	2.61	2.60	2.61
Peso bulk base saturada		(g/cm <sup>3</sup> )	2.68	2.83	2.75
Peso Aparente Base Seca		(g/cm <sup>3</sup> )	2.78	2.77	2.77
Absorción		(%)	2.26	2.28	2.27

ASTM C 117-03		MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MAS FINO QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 Um /Nº 200) POR LAVADO DE AGREGADOS			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	DATOS		PROMEDIO
Nº DE MUESTRA			1	2	
Peso del agregado seco		(g)	812.1	815.0	
Peso del recipiente		(g)	334.0	332.8	
Peso del agregado seco + peso del recipiente		(g)	1146.1	1147.8	
Peso seco de la muestra ensayada + recipiente		(g)	985.6	986.8	
Peso del agregado ensayado seco		(g)	784.4	786.1	
% < malla Nº 200		%	3.4	3.5	3.5

OBSERVACIONES: - La muestra fue tomada e identificada por el solicitante

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP Nº 84286



**MASTERLEM S.A.C.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
**ATENCION** : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE,  
 : APLICADO  
 COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
 EXPEDIENTE : 20020AOG  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 03 de febrero de 2020 **FECHA DE EMISIÓN** : 06 de febrero 2020

REFERENCIAS DE LAS MUESTRAS  
 IDENTIFICACION : Cantera VICCO PRESENTACION : 01 saco  
 Agregado para Shotcrete  
 DESCRIPCION : Agregado con humedad natural CANTIDAD : 80 kg. aprox.

ASTM D 2216-05	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
----------------	--

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS
Peso del agregado en estado natural	(g)	880.0
Peso del recipiente	(g)	334.0
Peso del agregado seco + Peso del recipiente	(g)	1214.0
Peso del Agregado Seco ensayado	(g)	812.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	8.4

ASTM C 29/C 29M	MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE Y LOS VACIOS EN EL AGREGADO
-----------------	--

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS		
		Peso Unitario Suelto (kg/m³)		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	(g)	6.013	6.008	6.017
Peso del molde	(g)	2.723	2.723	2.723
Peso de la muestra	(g)	3.290	3.285	3.294
Volumen del molde	(cm³)	2.115	2.115	2.115
Peso Unitario Húmedo	(kg/cm³)	1.556	1.553	1.557
Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5	0.5
Peso Unitario Seco	(kg/cm³)	1.548	1.545	1.550
Peso Unitario	(kg/cm³)	1.548		

OBSERVACIONES: La muestra fue tomada e identificada por el solicitante

*Jawf*  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.C.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**DE** : Laboratorio MASTERLEM  
**ATENCION** : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla de shotcrete  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 03 de febrero de 2020 **FECHA DE EMISIÓN** : 06 de febrero de 2020  
**EXPEDIENTE** : 20020AOG

**REFERENCIAS DE DISEÑO**

MÉTODO DE DISEÑO : ACI (COMITÉ 211 y COMITÉ 506R)  
RESISTENCIA  $f'c$  : 300 kg/cm<sup>2</sup>  
RELACION A/C : 0.43  
ASENTAMIENTO A 10 MIN : 9 1/4 "  
ASENTAMIENTO A 30 MIN : 4 3/4 "  
ASENTAMIENTO A 60 MIN : 0 "  
ASENTAMIENTO A 90 MIN : 0 "

**CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)**

TIPO I MARCA : Andino  
PESO ESPECIFICO : 3.150 g/cm<sup>3</sup>  
FACTOR CEMENTO : 12.2 bolsas/m<sup>3</sup>  
CONTENIDO DE AIRE : 4.5 %  
PESO UNITARIO CONCRETO : 2200 kg/m<sup>3</sup>  
RENDIMIENTO : 0.99 M<sup>3</sup>

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACION	UNIDAD	NORMA	AGREGADO GLOBAL
I. PESO ESPECIFICO BULK SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	ASTM C-127/C-128	2.61
II. PESO UNITARIO SUELTO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1548
III. PESO UNITARIO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1754
IV. ABSORCION	(%)	ASTM C-127/C-128	2.27
V. CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	ASTM C-566	8.4
VI. MÓDULO DE FINEZA		ASTM C-125	3.64
VII. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(pulg.)		3/8"

**DISEÑO TEORICO DE MEZCLA DE SHOTCRETE CON CEMENTO PORTLAND**

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	517	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	220	L/m <sup>3</sup>	18.1 L/bolsa	18.1 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1475	kg/m <sup>3</sup>	2.9	4.0
VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	517	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	68	L/m <sup>3</sup>	5.6 L/bolsa	5.6 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1599	kg/m <sup>3</sup>	3.1	7.4

**OBSERVACIONES** : Las muestras del agregado y cemento fueron proporcionadas por el solicitante.  
**RECOMENDACIONES** : El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados cambien.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.C.**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**DE** : Laboratorio MASTERLEM  
**ATENCION** : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla de shotcrete  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 03 de febrero de 2020  
**FECHA DE EMISIÓN** : 06 de febrero de 2020  
**EXPEDIENTE** : 20020AOG

**REFERENCIAS DE DISEÑO**

**MÉTODO DE DISEÑO** : ACI (COMITÉ 211 y COMITÉ 506R)  
**RESISTENCIA F<sub>c</sub>** : 300 kg/cm<sup>2</sup>  
**RELACION A/C** : 0.43  
**ASENTAMIENTO A 10 MIN** : 9 1/2 "  
**ASENTAMIENTO A 30 MIN** : 9 "  
**ASENTAMIENTO A 60 MIN** : 8 1/4 "  
**ASENTAMIENTO A 90 MIN** : 7 1/4 "

**CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)**

**TIPO I MARCA** : Andino  
**PESO ESPECIFICO** : 3.150 g/cm<sup>3</sup>  
**FACTOR CEMENTO** : 9.4 bolsas/m<sup>3</sup>  
**CONTENIDO DE AIRE** : 4.2 %  
**PESO UNITARIO CONCRETO** : 2284 kg/m<sup>3</sup>  
**RENDIMIENTO** : 1.00 M<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACION	UNIDAD	NORMA	AGREGADO GLOBAL
I. PESO ESPECIFICO BULK SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	ASTM C-127/C-128	2.61
II. PESO UNITARIO SUELTO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1548
III. PESO UNITARIO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1754
IV. ABSORCIÓN	(%)	ASTM C-127/C-128	2.27
V. CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	ASTM C-566	8.4
VI. MÓDULO DE FINEZA		ASTM C-125	3.64
VII. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(pulg.)		3/8"

**CARACTERÍSTICAS DE LOS ADITIVO**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	: Aditivo Super Plastificante	Aditivo Acelerante de fragua	Fibra sintética
<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	: Plastol 20+	Gunitoc L-33	Barchip R50
<b>ASPECTO</b>	: Líquido	Líquido	Material Polipropileno
<b>COLOR</b>	: Pardo Oscuro	Ambar	Uso estructural
<b>DENSIDAD</b>	: 1.19 kg/L	1.48 kg/L	0.91 kg/L

**DISEÑO TEORICO DE MEZCLA DE SHOTCRETE CON CEMENTO PORTLAND**

**VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
			CEMENTO	400
AGUA	172	L/m <sup>3</sup>	18.3 L/bolsa	18.3 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1653	kg/m <sup>3</sup>	4.1	4.0
SUPER PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	0	kg/m <sup>3</sup>		

**VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
			CEMENTO	400
AGUA	68	L/m <sup>3</sup>	7.2 L/bolsa	7.2 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1798	kg/m <sup>3</sup>	4.5	4.0
SUPER PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	0	kg/m <sup>3</sup>	0	0

**OBSERVACIONES** : Las muestras del agregado y cemento fueron proporcionadas por el solicitante.  
**RECOMENDACIONES** : El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados cambien.

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

**INFORME DE ENSAYO**

**DE** : Laboratorio MASTERLEM  
**ATENCION** : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla de shotcrete  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 03 de febrero de 2020 **FECHA DE EMISIÓN** : 06 de febrero de 2020  
**EXPEDIENTE** : 20020AOG

**REFERENCIAS DE DISEÑO**

MÉTODO DE DISEÑO : ACI (COMITÉ 211 y COMITÉ 506R)  
RESISTENCIA f'c : 300 kg/cm<sup>2</sup>  
RELACION A/C : 0.43  
ASENTAMIENTO A 10 MIN : 9 1/2 "  
ASENTAMIENTO A 30 MIN : 8 3/4 "  
ASENTAMIENTO A 60 MIN : 7 3/4 "  
ASENTAMIENTO A 90 MIN : 7 1/4 "

**CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)**

TIPO I MARCA : Andino  
PESO ESPECIFICO : 3.150 g/cm<sup>3</sup>  
FACTOR CEMENTO : 4.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
CONTENIDO DE AIRE : 4.4 %  
PESO UNITARIO CONCRETO : 2284 kg/m<sup>3</sup>  
RENDIMIENTO : 1.00 M<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACION	UNIDAD	NORMA	AGREGADO GLOBAL
I. PESO ESPECIFICO BULK SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	ASTM C-127/C-128	2.61
II. PESO UNITARIO SUELTO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1548
III. PESO UNITARIO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1754
IV. ABSORCION	(%)	ASTM C-127/C-128	2.27
V. CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	ASTM C-566	8.4
VI. MÓDULO DE FINEZA		ASTM C-125	3.64
VII. TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	(pulg.)		3/8"

**CARACTERÍSTICAS DE LOS ADITIVO**

<b>CARACTERÍSTICA</b> : Aditivo Super Plastificante	Aditivo Acelerante de fragua	Fibra sintetica
<b>NOMBRE COMERCIAL</b> : Plastol 20+	Gunitoc L-33	Barchip R50
<b>ASPECTO</b> : Líquido	Líquido	Material Polipropileno
<b>COLOR</b> : Pardo Oscuro	Ambar	Uso estructural
<b>DENSIDAD</b> : 1.19 kg/L	1.48 kg/L	0.91 kg/L

**DISEÑO TEORICO DE MEZCLA DE SHOTCRETE CON CEMENTO PORTLAND**

**VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	400	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	172	L/m <sup>3</sup>	18.3 L/bolsa	18.3 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1653	kg/m <sup>3</sup>	4.1	4.0
PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	2.0	kg/m <sup>3</sup>	0.21 kg/bolsa	0.21 kg/bolsa

**VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	400	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	68	L/m <sup>3</sup>	7.2 L/bolsa	7.2 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1798	kg/m <sup>3</sup>	4.5	8.5
PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	2.0	kg/m <sup>3</sup>	0.21 kg/bolsa	0.21 kg/bolsa

**OBSERVACIONES** : Las muestras del agregado y cemento fueron proporcionadas por el solicitante.  
**RECOMENDACIONES** : El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados cambien.

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**DE** : Laboratorio MASTERLEM  
**ATENCION** : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla de shotcrete  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 03 de febrero de 2020  
**EXPEDIENTE** : 20020AOG  
**FECHA DE EMISIÓN** : 06 de febrero de 2020

**REFERENCIAS DE DISEÑO**

**MÉTODO DE DISEÑO** : ACI (COMITÉ 211 y COMITÉ 506R)  
**RESISTENCIA f'c** : 300 kg/cm<sup>2</sup>  
**RELACION A/C** : 0.43  
**ASENTAMIENTO A 10 MIN** : 9 1/4 "  
**ASENTAMIENTO A 30 MIN** : 8 1/4 "  
**ASENTAMIENTO A 60 MIN** : 7 1/2 "  
**ASENTAMIENTO A 90 MIN** : 7 "

**CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)**

**TIPO I MARCA** : Andino  
**PESO ESPECIFICO** : 3.150 g/cm<sup>3</sup>  
**FACTOR CEMENTO** : 0.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
**CONTENIDO DE AIRE** : 4.5 %  
**PESO UNITARIO CONCRETO** : 2284 kg/m<sup>3</sup>  
**RENDIMIENTO** : 1.00 M<sup>3</sup>

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACION	UNIDAD	NORMA	AGREGADO GLOBAL
I. PESO ESPECIFICO BULK SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	ASTM C-127/C-128	2.61
II. PESO UNITARIO SUELTO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1548
III. PESO UNITARIO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1754
IV. ABSORCION	(%)	ASTM C-127/C-128	2.27
V. CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	ASTM C-566	8.4
VI. MÓDULO DE FINEZA		ASTM C-125	3.64
VII. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(pulg.)		3/8"

**CARACTERISTICAS DE LOS ADITIVO**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	: Aditivo Super Plastificante	Aditivo Acelerante de fragua	Fibra sintética
<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	: Plastol 20+	Gunitoc L-33	Barchip R50
<b>ASPECTO</b>	: Líquido	Líquido	Material Polipropileno
<b>COLOR</b>	: Pardo Oscuro	Ambar	Uso estructural
<b>DENSIDAD</b>	: 1.19 kg/L	1.48 kg/L	0.91 kg/L

**DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE SHOTCRETE CON CEMENTO PORTLAND**

**VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	400	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	172	L/m <sup>3</sup>	18.3 L/bolsa	18.3 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1653	kg/m <sup>3</sup>	4.1	4.0
SUPER PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	3.0	kg/m <sup>3</sup>	0.32 kg/bolsa	0.32 kg/bolsa

**VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	400	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	68	L/m <sup>3</sup>	7.2 L/bolsa	7.2 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1798	kg/m <sup>3</sup>	4.5	8.3
SUPER PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	3.0	kg/m <sup>3</sup>	0.32 kg/bolsa	0.32 kg/bolsa

**OBSERVACIONES** : Las muestras del agregado y cemento fueron proporcionadas por el solicitante.  
**RECOMENDACIONES** : El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados cambien.

*J. Ramirez*  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**DE** : Laboratorio MASTERLEM  
**ATENCION** : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla de shotcrete  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 03 de febrero de 2020 **FECHA DE EMISIÓN** : 06 de febrero de 2020  
**EXPEDIENTE** : 20020AOG

**REFERENCIAS DE DISEÑO**

MÉTODO DE DISEÑO : ACI (COMITÉ 211 y COMITÉ 506R)  
RESISTENCIA f'c : 300 kg/cm<sup>2</sup>  
RELACION A/C : 0.43  
ASENTAMIENTO A 10 MIN : 9 "  
ASENTAMIENTO A 30 MIN : 8 1/4 "  
ASENTAMIENTO A 60 MIN : 7 1/4 "  
ASENTAMIENTO A 90 MIN : 6 1/2 "

**CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)**

TIPO I MARCA : Andino  
PESO ESPECIFICO : 3.150 g/cm<sup>3</sup>  
FACTOR CEMENTO : 4.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
CONTENIDO DE AIRE : 4.5 %  
PESO UNITARIO CONCRETO : 2284 kg/m<sup>3</sup>  
RENDIMIENTO : 1.00 M<sup>3</sup>

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACION	UNIDAD	NORMA	AGREGADO GLOBAL
I. PESO ESPECIFICO BULK SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	ASTM C-127/C-128	2.61
II. PESO UNITARIO SUELTO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1548
III. PESO UNITARIO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1754
IV. ABSORCION	(%)	ASTM C-127/C-128	2.27
V. CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	ASTM C-566	8.4
VI. MÓDULO DE FINEZA		ASTM C-125	3.64
VII. TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	(pulg.)		3/8"

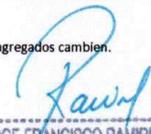
**CARACTERISTICAS DE LOS ADITIVO**

<b>CARACTERISTICA</b>	: Aditivo Super Plastificante	Aditivo Acelerante de fragua	Fibra sintetica
<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	: Plasto 20+	Gunitoc L-33	Barchip R50
<b>ASPECTO</b>	: Líquido	Líquido	Material Polipropileno
<b>COLOR</b>	: Pardo Oscuro	Ambar	Uso estructural
<b>DENSIDAD</b>	: 1.19 kg/L	1.48 kg/L	0.91 kg/L

**DISEÑO TEORICO DE MEZCLA DE SHOTCRETE CON CEMENTO PORTLAND**

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	400	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	172	L/m <sup>3</sup>	18.3 L/bolsa	18.3 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1653	kg/m <sup>3</sup>	4.1	4.0
SUPER PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	4.0	kg/m <sup>3</sup>	0.43 kg/bolsa	0.43 kg/bolsa
VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	400	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	68	L/m <sup>3</sup>	7.2 L/bolsa	7.2 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1798	kg/m <sup>3</sup>	4.5	8.3
SUPER PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	4.0	kg/m <sup>3</sup>	0.43 kg/bolsa	0.43 kg/bolsa

**OBSERVACIONES** : Las muestras del agregado y cemento fueron proporcionadas por el solicitante.  
**RECOMENDACIONES** : El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados cambien.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.C.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**DE** : Laboratorio MASTERLEM  
**ATENCIÓN** : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla de shotcrete  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 03 de febrero de 2020  
**EXPEDIENTE** : 20020AOG  
**FECHA DE EMISIÓN** : 06 de febrero de 2020

**REFERENCIAS DE DISEÑO**

**MÉTODO DE DISEÑO** : ACI (COMITÉ 211 y COMITÉ 506R)  
**RESISTENCIA f'c** : 300 kg/cm<sup>2</sup>  
**RELACION A/C** : 0.43  
**ASENTAMIENTO A 10 MIN** : 9 1/2"  
**ASENTAMIENTO A 30 MIN** : 8 3/4"  
**ASENTAMIENTO A 60 MIN** : 8"  
**ASENTAMIENTO A 90 MIN** : 7 1/4"

**CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)**

**TIPO I MARCA** : Andino  
**PESO ESPECIFICO** : 3.150 g/cm<sup>3</sup>  
**FACTOR CEMENTO** : 38.9 bolsas/m<sup>3</sup>  
**CONTENIDO DE AIRE** : 4.5 %  
**PESO UNITARIO CONCRETO** : 2290 kg/m<sup>3</sup>  
**RENDIMIENTO** : 1.00 m<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACION	UNIDAD	NORMA	AGREGADO GLOBAL
I. PESO ESPECIFICO BULK SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	ASTM C-127/C-128	2.61
II. PESO UNITARIO SUELTO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1548
III. PESO UNITARIO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	ASTM C-29	1754
IV. ABSORCIÓN	(%)	ASTM C-127/C-128	2.27
V. CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	ASTM C-566	8.4
VI. MÓDULO DE FINEZA		ASTM C-125	3.64
VII. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(pulg.)		3/8"

**CARACTERÍSTICAS DE LOS ADITIVO**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	: Aditivo Super Plastificante	Aditivo Acelerante de fragua	Fibra sintética
<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	: Plastol 20+	Gunitoc L-33	Barchip R50
<b>ASPECTO</b>	: Líquido	Líquido	Material Polipropileno
<b>COLOR</b>	: Pardo Oscuro	Ambar	Uso estructural
<b>DENSIDAD</b>	: 1.19 kg/L	1.48 kg/L	0.91 kg/L

**DISEÑO TEORICO DE MEZCLA DE SHOTCRETE CON CEMENTO PORTLAND**

**VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	400	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	172	L/m <sup>3</sup>	18.3 L/bolsa	18.3 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1653	kg/m <sup>3</sup>	4.1	4.0
SUPER PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	6.0	kg/m <sup>3</sup>	0.64 kg/bolsa	0.64 kg/bolsa

**VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
			EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	400	kg/m <sup>3</sup>	1	1
AGUA	68	L/m <sup>3</sup>	7.2 L/bolsa	7.2 L/bolsa
AGREGADO GLOBAL	1798	kg/m <sup>3</sup>	4.5	8.3
SUPER PLASTIFICANTE	3.6	L/m <sup>3</sup>	0.4 L/bolsa	0.4 L/bolsa
ACELERANTE	14.0	L/m <sup>3</sup>	1.5 L/bolsa	1.5 L/bolsa
FIBRA SINTÉTICA	6.0	kg/m <sup>3</sup>	0.64 kg/bolsa	0.64 kg/bolsa

**OBSERVACIONES** : Las muestras del agregado y cemento fueron proporcionadas por el solicitante.  
**RECOMENDACIONES** : El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados cambien.

*Jawir*  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.C.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

INFORME

DE ATENCION OBRA : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
: ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO  
: COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
FECHA : 17/02/2020  
EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 09 probetas cilíndricas de concreto

Fecha de ensayo : 12/02/2020

2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
Certificado de calibración CMC-081-2019.

3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034

4. RESULTADOS :

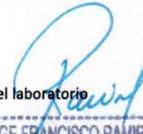
Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DSH / ACI	05/02/2020	07	10.15	20.32	80.9	25250	312
2	DSH / ACI	05/02/2020	07	10.16	20.31	81.1	24980	308
3	DSH / ACI	05/02/2020	07	10.17	20.30	81.2	25355	312
4	DSH / SF	05/02/2020	07	10.16	20.30	81.1	27384	338
5	DSH / SF	05/02/2020	07	10.16	20.30	81.1	26920	332
6	DSH / SF	05/02/2020	07	10.15	20.31	80.9	27680	342
7	DSH / F-2	05/02/2020	07	10.14	20.29	80.8	29750	368
8	DSH / F-2	05/02/2020	07	10.12	20.28	80.4	30050	374
9	DSH / F-2	05/02/2020	07	10.15	20.30	80.9	29640	366

5. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

**INFORME**

DE ATENCION OBRA : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
: ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO  
: COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCHACUA, LIMA - 2019  
ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
FECHA : 17/02/2020  
EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 09 probetas cilíndricas de concreto  
Fecha de ensayo : 12/02/2020
2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
Certificado de calibración CMC-081-2019.
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034

**4. RESULTADOS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)
1	DSH / F-4	05/02/2020	07	10.15	20.30	80.9	31040	384
2	DSH / F-4	05/02/2020	07	10.15	20.3	80.9	31570	390
3	DSH / F-4	05/02/2020	07	10.14	20.29	80.8	31030	384
4	DSH / F-6	05/02/2020	07	10.16	20.31	81.1	33050	408
5	DSH / F-6	05/02/2020	07	10.16	20.32	81.1	31010	382
6	DSH / F-6	05/02/2020	07	10.14	20.28	80.8	33950	420
7	DSH / F-3	05/02/2020	07	10.13	20.28	80.6	30248	375
8	DSH / F-3	05/02/2020	07	10.16	20.29	81.1	30685	378
9	DSH / F-3	05/02/2020	07	10.15	20.31	80.9	30320	375

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

**NOTA**

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

INFORME

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO  
 ASUNTO : COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
 FECHA : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 EXPEDIENTE : 25/02/2020  
 : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 09 probetas cilíndricas de concreto

Fecha de ensayo : 19/02/2020

2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
 Certificado de calibración CMC-081-2019.

3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034

4. RESULTADOS

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)
1	DSH / ACI	05/02/2020	14	10.16	20.32	81.1	30500	376
2	DSH / ACI	05/02/2020	14	10.16	20.32	81.1	30840	380
3	DSH / ACI	05/02/2020	14	10.15	20.31	80.9	30100	372
4	DSH / SF	05/02/2020	14	10.14	20.29	80.8	32050	397
5	DSH / SF	05/02/2020	14	10.13	20.27	80.6	31085	386
6	DSH / SF	05/02/2020	14	10.15	20.31	80.9	31755	392
7	DSH / F-2	05/02/2020	14	10.16	20.30	81.1	34662	428
8	DSH / F-2	05/02/2020	14	10.14	20.28	80.8	33830	419
9	DSH / F-2	05/02/2020	14	10.13	20.28	80.6	35514	441

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPA JA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

INFORME

DE ATENCION OBRA : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
: ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO  
: COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
FECHA : 25/02/2020  
EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 09 probetas cilindricas de concreto  
Fecha de ensayo : 19/02/2020
2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
Certificado de calibración CMC-081-2019.
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034
4. RESULTADOS :

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DSH / F-4	05/02/2020	14	10.12	20.26	80.4	36684	456
2	DSH / F-4	05/02/2020	14	10.13	20.31	80.6	36150	449
3	DSH / F-4	05/02/2020	14	10.15	20.32	80.9	35626	440
4	DSH / F-6	05/02/2020	14	10.15	20.31	80.9	37444	463
5	DSH / F-6	05/02/2020	14	10.16	20.30	81.1	38620	476
6	DSH / F-6	05/02/2020	14	10.16	20.30	81.1	37836	467
7	DSH / F-3	05/02/2020	14	10.15	20.30	80.9	35902	444
8	DSH / F-3	05/02/2020	14	10.15	20.28	80.9	35256	436
9	DSH / F-3	05/02/2020	14	10.14	20.32	80.8	35282	437

5. OBSERVACIONES: 1) La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

INFORME

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO  
 ASUNTO : COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
 FECHA : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 : 11/03/2020  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 09 probetas cilíndricas de concreto  
 Fecha de ensayo : 4/03/2020
2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
 Certificado de calibración CMC-081-2019.
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034

4. RESULTADOS

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DSH / ACI	05/02/2020	28	10.14	20.30	80.8	33004	409
2	DSH / ACI	05/02/2020	28	10.15	20.3	80.9	33684	416
3	DSH / ACI	05/02/2020	28	10.15	20.32	80.9	33348	412
4	DSH / SF	05/02/2020	28	10.16	20.31	81.1	35802	442
5	DSH / SF	05/02/2020	28	10.15	20.29	80.9	33856	418
6	DSH / SF	05/02/2020	28	10.15	20.31	80.9	35040	433
7	DSH / F-2	05/02/2020	28	10.15	20.31	80.9	37984	469
8	DSH / F-2	05/02/2020	28	10.14	20.31	80.8	37088	459
9	DSH / F-2	05/02/2020	28	10.16	20.32	81.1	36154	446

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

INFORME

DE ATENCION OBRA : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
: ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO  
ASUNTO : COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCHACUA, LIMA - 2019  
FECHA : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
: 11/03/2020  
EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 09 probetas cilíndricas de concreto  
Fecha de ensayo : 4/03/2020
2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
Certificado de calibración CMC-081-2019.
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034

4. RESULTADOS

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DSH / F-4	05/02/2020	28	10.16	20.32	81.1	38984	481
2	DSH / F-4	05/02/2020	28	10.16	20.31	81.1	38046	469
3	DSH / F-4	05/02/2020	28	10.15	20.30	80.9	37810	467
4	DSH / F-6	05/02/2020	28	10.16	20.30	81.1	39680	489
5	DSH / F-6	05/02/2020	28	10.15	20.31	80.9	39784	492
6	DSH / F-6	05/02/2020	28	10.15	20.32	80.9	37704	466
7	DSH / F-3	05/02/2020	28	10.14	20.28	80.8	38604	478
8	DSH / F-3	05/02/2020	28	10.16	20.30	81.1	37612	464
9	DSH / F-3	05/02/2020	28	10.15	20.32	80.9	36928	456

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

**INFORME**

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
 ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 FECHA : 17/02/2020  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 02 muestras de testigos cilindricos de concreto, extraidos por el solicitante  
 Fecha de ensayo : 12/02/2020
2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
 Certificado de calibración CMC-081-2019.
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034

**4. RESULTADOS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN (Alt./Diám.)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)
1	DSH /F-2	05/02/2020	07	6.91	13.80	37.5	8328	1.00	222
2	DSH /F-2	05/02/2020	07	6.99	13.78	38.4	8686	1.00	226
3	DSH /F-2	05/02/2020	07	6.95	13.84	37.9	8162	1.00	215
4	DSH /F-4	05/02/2020	07	6.90	13.80	37.4	10878	1.00	291
5	DSH /F-4	05/02/2020	07	6.90	13.82	37.4	10292	1.00	275
6	DSH /F-4	05/02/2020	07	6.91	13.78	37.5	9880	1.00	263

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

**NOTA**

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

INFORME

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
 ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 FECHA : 17/02/2020  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 02 muestras de testigos cilindricos de concreto, extraidos por el solicitante  
 Fecha de ensayo : 12/02/2020
2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
 Certificado de calibración CMC-081-2019.
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034  
 Procedimiento interno AT-PR-11.

4. RESULTADOS

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN (Alt./Diám.)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)
1	DSH / F-6	05/02/2020	07	6.90	13.81	37.4	10778	1.00	288
2	DSH / F-6	05/02/2020	07	6.90	13.82	37.4	11252	1.00	301
3	DSH / F-6	05/02/2020	07	6.92	13.80	37.6	10845	1.00	288
4	DSH / F-3	05/02/2020	07	6.89	13.81	37.3	9302	1.00	249
5	DSH / F-3	05/02/2020	07	6.89	13.80	37.3	9950	1.00	267
6	DSH / F-3	05/02/2020	07	6.91	13.80	37.5	8780	1.00	234

5. OBSERVACIONES: 1) La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

INFORME

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
 ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 FECHA : 21/02/2020  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 02 muestras de testigos cilindricos de concreto, extraidos por el solicitante  
 Fecha de ensayo : 19/02/2020
2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
 Certificado de calibración CMC-081-2019.
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034  
 Procedimiento interno AT-PR-11.

4. RESULTADOS

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm)	CARGA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN (Alt./Diám.)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DSH /F-2	05/02/2020	14	6.90	13.82	37.4	10990	1.00	293.9
2	DSH /F-2	05/02/2020	14	6.92	13.78	37.6	10784	1.00	286.7
3	DSH /F-2	05/02/2020	14	6.88	13.60	37.2	9284	1.00	249.7
4	DSH /F-4	05/02/2020	14	6.88	13.62	37.2	12040	1.00	323.9
5	DSH /F-4	05/02/2020	14	6.91	13.70	37.5	13010	1.00	346.9
6	DSH /F-4	05/02/2020	14	6.91	13.82	37.5	12260	1.00	326.9

5. OBSERVACIONES: 1) La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

INFORME

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCHACUA, LIMA - 2019  
 ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 FECHA : 21/02/2020  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 02 muestras de testigos cilíndricos de concreto, extraídos por el solicitante  
 Fecha de ensayo : 19/02/2020
2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
 Certificado de calibración CMC-081-2019.
3. MÉTODO DE ENSAY : Norma de referencia NTP 339.034  
 Procedimiento interno AT-PR-11.

4. RESULTADOS

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm)	CARGA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN (Alt./Diám.)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DSH / F-6	05/02/2020	14	6.89	13.81	37.3	13080	1.00	351
2	DSH / F-6	05/02/2020	14	6.84	13.82	36.7	13682	1.00	372
3	DSH / F-6	05/02/2020	14	6.90	13.80	37.4	13230	1.00	354
4	DSH / F-3	05/02/2020	14	6.90	13.81	37.4	11920	1.00	319
5	DSH / F-3	05/02/2020	14	6.88	13.80	37.2	12118	1.00	326
6	DSH / F-3	05/02/2020	14	6.86	13.80	37.0	11542	1.00	312

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.C.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

R.U.C. 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
Teléfono: 968632055  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

INFORME

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C  
ATENCIÓN : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO  
: COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
FECHA : 11/03/2020  
EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 02 muestras de testigos cilindricos de concreto, extraidos por el solicitante

Fecha de ensayo : 4/03/2020

2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIUS OLSEN  
Certificado de calibración CMC-081-2019.

3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034  
Procedimiento interno AT-PR-11.

4. RESULTADOS

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm)	CARGA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN (Alt./Diám.)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DSH /F-2	05/02/2020	28	6.86	13.80	37.0	11084	1.00	300
2	DSH /F-2	05/02/2020	28	6.88	13.80	37.2	11680	1.00	314
3	DSH /F-2	05/02/2020	28	6.90	13.82	37.4	10922	1.00	292
4	DSH /F-4	05/02/2020	28	6.90	13.76	37.4	14008	1.00	375
5	DSH /F-4	05/02/2020	28	6.86	13.76	37.0	14394	1.00	389
6	DSH /F-4	05/02/2020	28	6.89	13.81	37.3	14336	1.00	385

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

INFORME

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 ATENCION : ADDERLY ENRIQUE ORTEGA GAONA  
 OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO  
 COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA - 2019  
 ASUNTO : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 FECHA : 11/03/2020  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 02 muestras de testigos cilíndricos de concreto, extraídos por el solicitante

Fecha de ensayo : 4/03/2020

2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial, TINIIUS OLSEN  
 Certificado de calibración CMC-081-2019.

3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034  
 Procedimiento interno AT-PR-11.

4. RESULTADOS

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN (Alt./Diám.)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	DSH / F-6	05/02/2020	28	6.91	13.80	37.5	15680	1.00	418
2	DSH / F-6	05/02/2020	28	6.92	13.82	37.6	15022	1.00	399
3	DSH / F-6	05/02/2020	28	6.91	13.80	37.5	14646	1.00	391
4	DSH / F-3	05/02/2020	28	6.89	13.80	37.3	13280	1.00	356
5	DSH / F-3	05/02/2020	28	6.88	13.78	37.2	12980	1.00	349
6	DSH / F-3	05/02/2020	28	6.88	13.78	37.2	13554	1.00	365

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

NOTA

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente



JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalación 5/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**RESULTADOS DE ENSAYOS FLEXION EN LOSAS CUADRADAS DE SHOTCRETE CON FIBRAS  
 (FLEXION CON CARGA CENTRADA EN LOSAS CUADRADAS DE SHOTCRETE CON FIBRAS, APOYADA EN SUS CUATRO EXTREMOS)**

DE: Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
 SOLICITANTE: Adderly Ortega Gaona  
 MUESTRAS: 01 Losa cuadrada de shotcrete reforzado con fibra sintética (2.0 kg/m<sup>3</sup>)  
 PROYECTO: INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
 FECHA DE LANZADO: 05 de Febrero de 2020  
 FECHA DE ENSAYO: 04 de Marzo de 2020  
 EXPEDIENTE: 20020A0G  
 COND. AMBIENTALES: Ensayo en condiciones ambientales en Lima: (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)

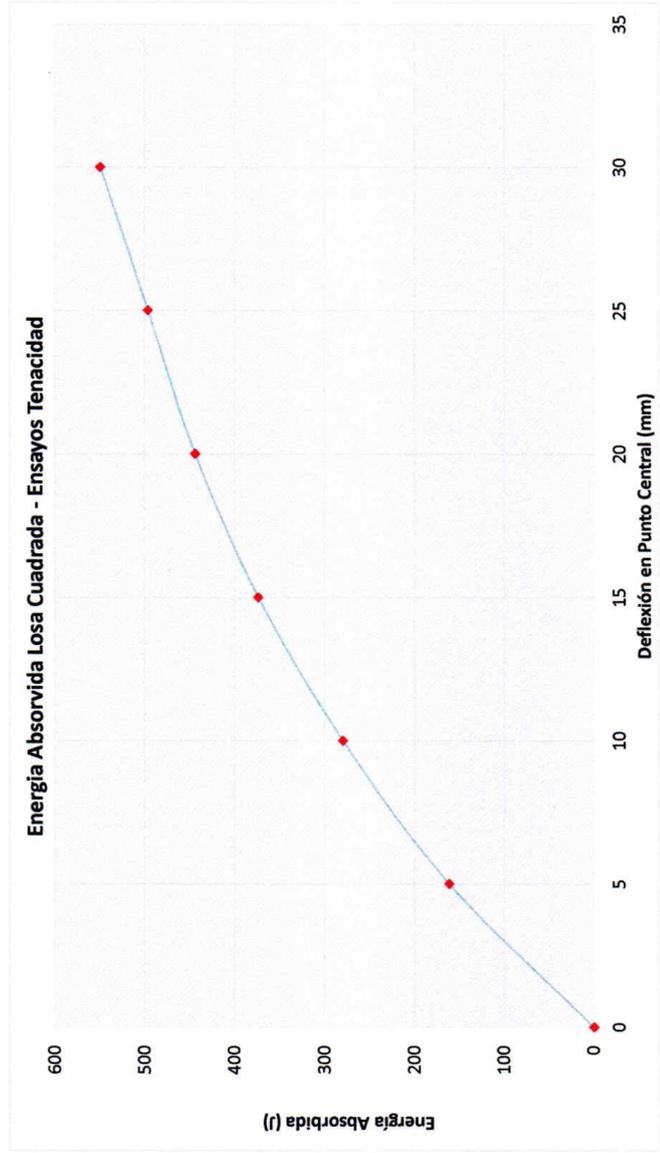
Identificación Muestra/panel	Parámetro medido	Valores Registrados y/o Calculados EN 14488-5: 2007									
		Fiuración	Máxima o Última	Máxima Alcanzada	0-5mm	0-10mm	0-15mm	0-20mm	0-25mm	0-30mm	0-Final Ensayo*
2.0 kg/m <sup>3</sup> Fibra	Carga (kN)	39.239	41.919	7.704	35.374	21.280	15.885	12.160	10.181	7.704	7.704
	Deflexión (mm)	1.072	2.365	30.025	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	30.025
	Energ. Abs. (J)	16.012	143.244	549.612	161.458	279.602	373.59	444.121	496.471	549.589	549.612

(\*) : Valores finales presentados referencialmente, no solicitados en norma de ensayo ( en este caso, iguales a máx. alcanzados)  
 (-) : Valores no alcanzados en el ensayo  
 (\*\*) : El gráfico Carga vs desplazamiento muestra "caídas de carga" evidenciando deslizamiento entre la malla electrosoldada y el concreto

El Dispositivo de ensayo esta formado por perfiles metálicos rígidos (tipo mecano) con una Máquina estructural de 500KN de Capacidad y +/- 200mm de desplazamiento.  
 Este informe contiene "Resultados de Ensayos", que corresponden y son válidos solamente para los especímenes ensayados; y no deben ser utilizados como una "Certificación de Conformidad" con normas de productos o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que los produce.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

Se prohíbe su producción parcial, sin autorización expresa del Laboratorio.



*Ramón*  
JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**RESULTADOS DE ENSAYOS FLEXION EN LOSAS CUADRADAS DE SHOTCRETE CON FIBRAS  
 (FLEXION CON CARGA CENTRADA EN LOSAS CUADRADAS DE SHOTCRETE CON FIBRAS, APOYADA EN SUS CUATRO EXTREMOS)**

**DE** Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
**SOLICITANTE:** Adderly Ortega Gaona  
**MUESTRAS:** 01 Losa cuadrada de shotcrete reforzado con fibra sintética (3.0 kg/m<sup>3</sup>)  
**PROYECTO** INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
**FECHA DE LANZADO:** 05 de Febrero de 2020  
**FECHA DE ENSAYO:** 04 de Marzo de 2020  
**EXPEDIENTE** 20020AOG  
**COND. AMBIENTALES:** Ensayo en condiciones ambientales en Lima: (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)

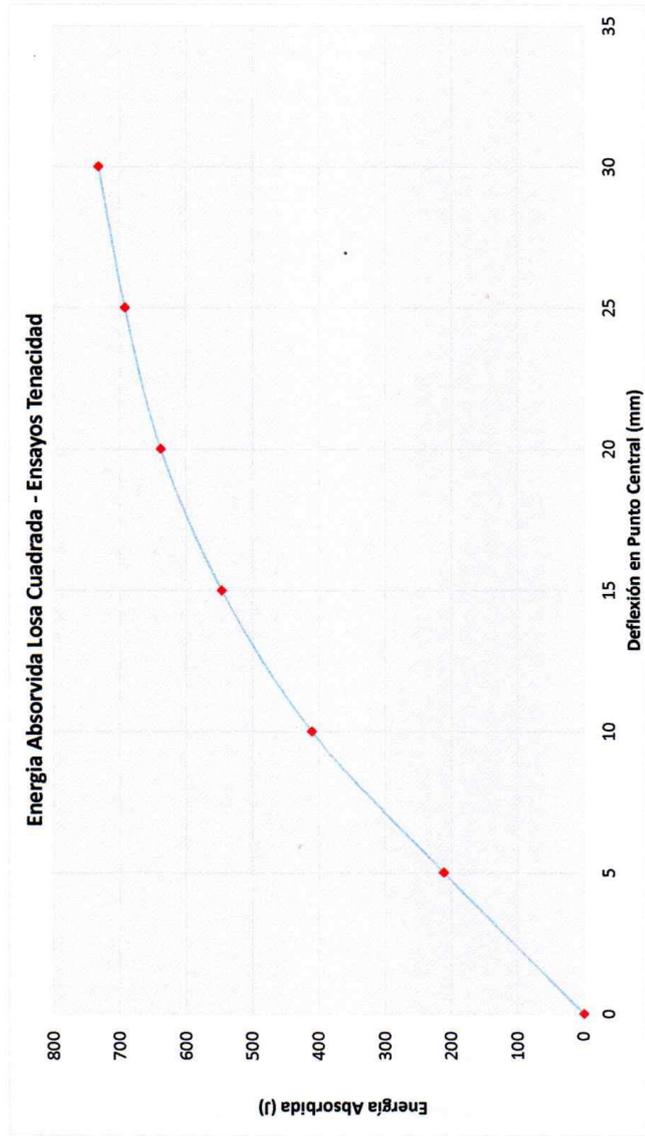
Identificación Muestra/panel	Parámetro medido	Valores Registrados y/o Calculados EN 14488-5: 2007									
		Fisuración	Máxima o Última	Máxima Alcanzada	0-5mm	0-10mm	0-15mm	0-20mm	0-25mm	0-30mm	0-Final Ensayo*
6.0 kg/m <sup>3</sup> Fibra	Carga (kN)	42.987	53.395	9.895	46.025	37.215	30.235	20.128	13.659	9.895	9.895
	Deflexión (mm)	1.021	3.456	30.025	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	30.025
	Energ. Abs. (J)	19.215	138.985	732.654	211.584	410.856	546.542	638.596	692.52	732.546	732.654

(\*) : Valores finales presentados referencialmente, no solicitados en norma de ensayo ( en este caso, iguales a máx. alcanzados)  
 (-) : Valores no alcanzados en el ensayo  
 (\*\*) : El gráfico Carga vs desplazamiento muestra "caídas de carga" evidenciando deslizamiento entre la malla electrosoldada y el concreto

El Dispositivo de ensayo esta formado por perfiles metálicos rígidos (tipo mecano) con una Máquina estructural de 500KN de Capacidad y +/- 200mm de desplazamiento.  
 Este informe contiene "Resultados de Ensayos", que corresponden y son válidos solamente para los especímenes ensayados; y no deben ser utilizados como una "Certificación de Conformidad" con normas de productos o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que los produce.

*Jorge Ramirez Japaja*  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

Se prohíbe su producción parcial, sin autorización expresa del Laboratorio.



*Ramiro*  
JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**RESULTADOS DE ENSAYOS FLEXION EN LOSAS CUADRADAS DE SHOTCRETE CON FIBRAS  
 (FLEXION CON CARGA CENTRADA EN LOSAS CUADRADAS DE SHOTCRETE CON FIBRAS, APOYADA EN SUS CUATRO EXTREMOS)**

**DE SOLICITANTE:** Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
**MUESTRAS:** Adderly Ortega Gaona  
 01 Losa cuadrada de shotcrete reforzado con fibra sintética (4.0 kg/m<sup>3</sup>)  
**PROYECTO:** INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCHACUA, LIMA 2019  
**FECHA DE LANZADO:** 05 de Febrero de 2020  
**FECHA DE ENSAYO:** 04 de Marzo de 2020  
**EXPEDIENTE:** 20020AOG  
**COND. AMBIENTALES:** Ensayo en condiciones ambientales en Lima: (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)

Identificación Muestra/panel	Parámetro medido	Valores Registrados y/o Calculados EN 14488-5: 2007							0-Final Ensayo*		
		Fisuración	Máxima o Última	Máxima Alcanzada	0-5mm	0-10mm	0-15mm	0-20mm		0-25mm	0-30mm
4.0 kg/m <sup>3</sup> Fibra	Carga (kN)	34.258	39.586	7.704	35.374	21.280	15.885	12.160	10.181	7.704	7.704
	Deflexión (mm)	1.146	3.159	30.025	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	30.025
	Energ. Abs. (J)	18.589	135.699	834.839	200.693	403.298	578.327	708.969	798.258	834.812	834.839

(\*) : Valores finales presentados referencialmente, no solicitados en norma de ensayo ( en este caso, iguales a máx. alcanzados)  
 (-) : Valores no alcanzados en el ensayo  
 (\*\*) : El gráfico Carga vs desplazamiento muestra "caídas de carga" evidenciando deslizamiento entre la malla electrosoldada y el concreto

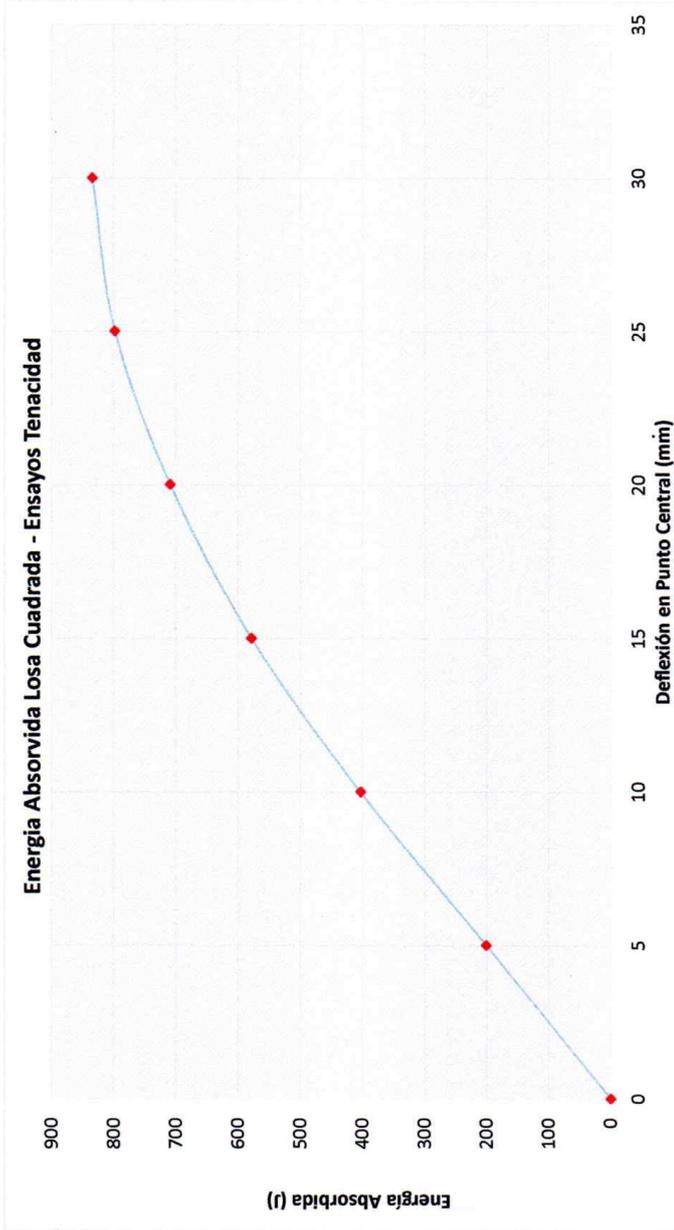
El Dispositivo de ensayo esta formado por perfiles metálicos rígidos (tipo mecano) con una Máquina estructural de 500KN de Capacidad y +/- 200mm de desplazamiento.  
 Este informe contiene "Resultados de Ensayos", que corresponden y son válidos solamente para los especímenes ensayados; y no deben ser utilizados como una 'Certificación de Conformidad' con normas de productos o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que los produce.

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

Se prohíbe su producción parcial, sin autorización expresa del Laboratorio.



RUC 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
E-mail [serviciosmasterlem@gmail.com](mailto:serviciosmasterlem@gmail.com)



  
-----  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**RESULTADOS DE ENSAYOS FLEXION EN LOSAS CUADRADAS DE SHOTCRETE CON FIBRAS  
 (FLEXION CON CARGA CENTRADA EN LOSAS CUADRADAS DE SHOTCRETE CON FIBRAS, APOYADA EN SUS CUATRO EXTREMOS)**

**DE** Laboratorio MASTERLEM S.A.C.  
**SOLICITANTE:** Adderly Ortega Gaona  
**MUESTRAS:** 01 Losa cuadrada de shotcrete reforzado con fibra sintética (6.0 kg/m<sup>3</sup>)  
**PROYECTO** INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTETICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019

**FECHA DE LANZADO:** 05 de Febrero de 2020  
**FECHA DE ENSAYO:** 04 de Marzo de 2020  
**EXPEDIENTE** 20020AOG  
**COND. AMBIENTALES:** Ensayo en condiciones ambientales en Lima: (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)

Identificación Muestra/panel	Parámetro medido	Fisuración	Máxima o Última	Valores Registrados y/o Calculados EN 14488-5: 2007							0-Final Ensayo*
				Máxima Alcanzada	0-5mm	0-10mm	0-15mm	0-20mm	0-25mm	0-30mm	
6.0 kg/m <sup>3</sup> Fibra	Carga (kN)	55.357	61.236	52.199	43.640	34.764	25.449	19.456	12.568	12.568	
	Deflexión (mm)	1.163	3.658	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	30.025	
	Energ. Abs. (J)	20.984	153.205	246.723	466.395	661.429	825.321	954.254	1089.632	1089.632	

(\*) : Valores finales presentados referencialmente, no solicitados en norma de ensayo ( en este caso, iguales a máx. alcanzados)  
 (-) : Valores no alcanzados en el ensayo  
 (\*\*) : El gráfico Carga vs desplazamiento muestra "caídas de carga" evidenciando deslizamiento entre la malla electrosoldada y el concreto

El Dispositivo de ensayo esta formado por perfiles metálicos rígidos (tipo mecano) con una Máquina estructural de 500KN de Capacidad y +/- 200mm de desplazamiento.  
 Este informe contiene "Resultados de Ensayos", que corresponden y son válidos solamente para los especímenes ensayados; y no deben ser utilizados como una "Certificación de Conformidad" con normas de productos o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que los produce.

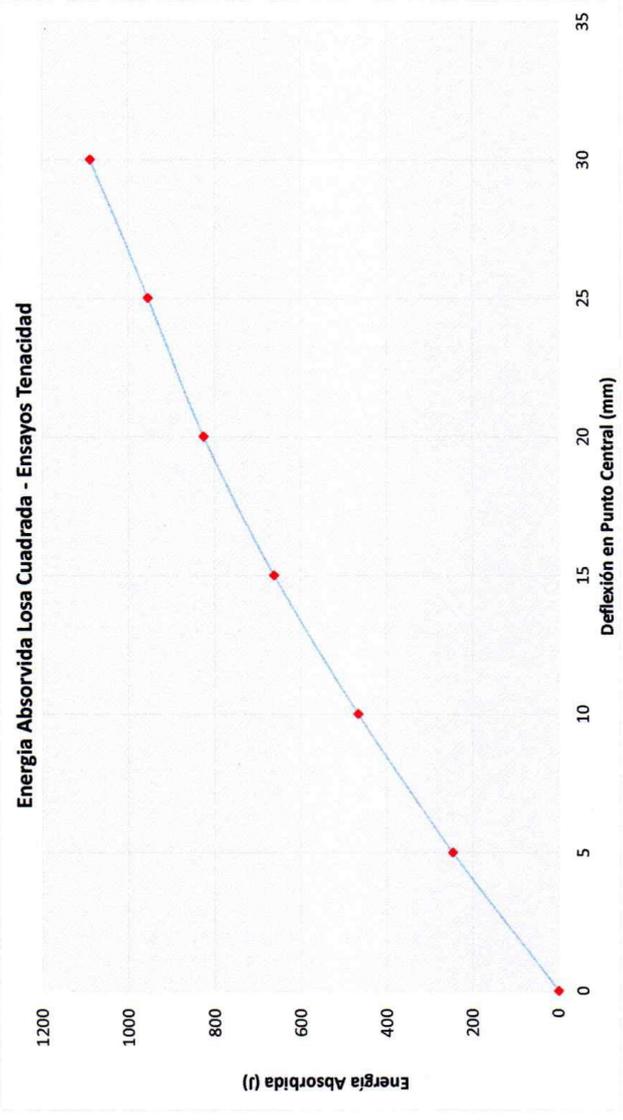
  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286

Se prohíbe su producción parcial, sin autorización expresa del Laboratorio.



**MASTERLEM S.A.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235  
Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com



*Ramiro*  
-----  
JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**ENSAYOS DE CONCRETO LANZADO. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO LANZADO A CORTA EDAD.**

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C  
 SOLICITANTE : Adderly Ortega G.  
 MUESTRAS : 01 Panel trapezoidal de shotcrete, reforzado con 2.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
 FECHA DE LANZADO : 05 de febrero de 2020  
 FECHA DE ENSAYO : 05 de febrero de 2020  
 COND. AMBIENTALES : Ensayo en condiciones ambiente (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

Tiempo de Ensayo		Penetrómetro: Lectura de Ensayo de Resistencia a la Penetración EN 14488-2:2007													
Min.	Inicio	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	Mpa	T°: Montero
6	10:00		121.0	109.0	99.0	131.0	116.0	112.0	125.0	101.0	107.0	119.0	114.0	0.22	23.0
20			222.0	232.0	240.0	229.0	260.0	250.0	246.0	235.0	239.0	259.0	241.2	0.40	24.0
40			320.0	313.0	290.0	325.0	293.0	211.0	299.0	323.0	302.0	345.0	302.1	0.49	25.0
60			470.0	463.0	436.0	418.0	476.0	461.0	428.0	433.0	441.0	490.0	451.6	0.71	25.5
90			670.0	686.6	693.4	682.5	687.9	695.0	689.9	687.2	693.0	698.7	688.4	1.05	26.0

OBSERVACIONES: Ninguna.

*Ramiro*  
 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286





RUC 20506076235  
 Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**ENSAYOS DE CONCRETO LANZADO. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO LANZADO A CORTA EDAD.**

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C  
 SOLICITANTE : Adderly Ortega G.  
 MUESTRAS : 01 Panel trapezoidal de shotcrete, reforzado con 3.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
 FECHA DE LANZADO : 05 de febrero de 2020  
 FECHA DE ENSAYO : 05 de febrero de 2020  
 COND. AMBIENTALES : Ensayo en condiciones ambiente: (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

Tiempo de Ensayo		Penetrómetro: Lectura de Ensayo de Resistencia a la Penetración EN 14488-2:2007										Promedio	Mpa	T° Mortero	
Min.	Inicio	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
6	11:00		119.8	116.7	118.8	121.8	129.8	118.7	120.6	128.0	110.5	123.5	120.8	0.23	23.0
20			210.5	238.5	238.5	230.5	237.5	238.6	240.5	229.9	238.5	243.5	234.7	0.39	24.0
40			339.5	343.5	346.8	338.5	340.5	343.5	346.6	343.5	340.5	337.6	342.1	0.55	25.0
60			483.5	486.6	486.9	479.9	480.9	483.5	479.8	483.5	468.9	488.9	482.2	0.75	25.5
90			650.5	679.9	680.8	683.5	690.5	691.2	693.5	691.5	686.5	694.5	684.2	1.04	26.0

OBSERVACIONES: Ninguna.

*Ramón*  
 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPANA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**ENSAYOS DE CONCRETO LANZADO. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO LANZADO A CORTA EDAD.**

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C  
 SOLICITANTE : Alderly Ortega G.  
 MUESTRAS : 01 Panel trapezoidal de shotcrete, reforzado con 3.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE. APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
 FECHA DE LANZADO : 05 de febrero de 2020  
 FECHA DE ENSAYO : 05 de febrero de 2020  
 COND. AMBIENTALES : Ensayo en condiciones ambientales en Litr (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)  
 EXPEDIENTE : 20020A0G

**CALCULO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL SHOTCRETE CON HILTI DX 450, CARTUCHO VERDE**

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Hora (h : min.)	Tiempo Trans. Completarse el gunitado (h : min.)	Tipo de Perno/ Longitud total L <sub>tot</sub> (mm)	Saliente NVS (mm)	Penetración h <sub>nom</sub> = L <sub>tot</sub> - NVS (mm)	Lectura de la carga de tracción Nu (N)	Carga de tracción real Nu (2) (N)	Nu' / h <sub>nom</sub> (7) / (5) (N/mm)	Nu' / h <sub>nom</sub> 2 Nu' / h <sub>nom</sub> / 1.0 (N/mm)	Resistencia del hormigón f <sub>c</sub> (Mpa) Lectura del gráfico FK-7
to =	0		19	84	1300		15.5		
			19	84	1400		16.7		
			18	85	1100		12.9		
			18	85	1300		15.3		
		M6-8-95	19	84	1300		15.5		
	03:00:00	103	19	84	1300		15.5		
			21	82	1200		14.6		
			23	80	1300		16.3		
			21	82	1400		17.1		
			21	82	1100		13.4		
						Σ=	152.7	15.3	2.3

OBSERVACIONES: Ninguna.

*Jorge Ramírez Japaja*  
 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84206



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalacion S/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**ENSAYOS DE CONCRETO LANZADO. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO LANZADO A CORTA EDAD.**

DE SOLICITANTE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C  
 MUESTRAS : Adderly Ortega G.  
 PROYECTO : 01 Panel trapezoidal de shotcrete, reforzado con 4.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética  
 : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCACUA, LIMA 2019  
 FECHA DE LANZADO : 05 de febrero de 2020  
 FECHA DE ENSAYO : 05 de febrero de 2020  
 COND. AMBIENTALES : Ensayo en condiciones ambiente: (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

Tiempo de Ensayo		Penetrómetro: Lectura de Ensayo de Resistencia a la Penetración EN 14488-2:2007										Promedio	Mpa	T° Mortero	
Min.	Inicio	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
6	10:30		120.8	115.9	105.5	113.2	106.8	109.8	123.8	108.4	109.6	120.2	113.4	0.22	23.0
20			223.8	240.1	238.9	230.5	263.1	249.2	249.8	238.6	237.8	260.1	243.2	0.40	24.0
40			335.8	329.5	330.8	329.5	330.8	345.8	320.9	326.8	331.8	319.2	330.1	0.53	25.0
60			496.5	486.2	462.8	485.6	496.5	479.8	465.5	462.5	485.4	468.9	479.0	0.74	25.5
90			676.5	689.9	687.8	692.4	679.9	683.8	687.8	693.5	686.7	692.5	687.1	1.05	26.0

OBSERVACIONES: Ninguna.

*Jorge Francisco Ramírez Japala*  
 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPALA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
 E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**ENSAYOS DE CONCRETO LANZADO. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO LANZADO A CORTA EDAD.**

DE SOLICITANTE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C  
 MUESTRAS : Adlerly Ortega G.  
 PROYECTO : 01 Panel trapezoidal de shotcrete, reforzado con 4.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética  
 : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCAGUA, LIMA 2019  
 FECHA DE LANZADO : 05 de febrero de 2020  
 FECHA DE ENSAYO : 05 de febrero de 2020  
 COND. AMBIENTALES : Ensayo en condiciones ambientales en Lin (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)  
 EXPEDIENTE : 20020AOG

**CALCULO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL SHOTCRETE CON HILTI DX 450, CARTUCHO VERDE**

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Hora (h : min.)	Tiempo trans. Completarse el gunitado (h : min.)	Tipo de Pernos/ Longitud total L <sub>tot</sub> (mm)	Saliente NVS (mm)	Penetración h <sub>nom</sub> = L <sub>tot</sub> - NVS (mm)	Lectura de la carga de tracción Nu (N)	Carga de tracción real Nu (2) (N)	Nu' / h <sub>nom</sub> (N/mm)	Nu' / h <sub>nom</sub> Σ Nu' / h <sub>nom</sub> / 10 (N/mm)	Resistencia del hormigón f <sub>c</sub> (Mpa) Lectura del gráfico FK-7
to =	0								
10:30:00	03:00:00	M6-8-95 103	19	84	1300		15.5		
			18	85	1400		16.5		
			18	85	1400		16.5		
			19	84	1100		13.1		
			20	83	1200		14.5		
			19	84	1000		11.9		
			21	82	1100		13.4		
			23	80	1400		17.5		
			21	82	1300		15.9		
			21	82	1400		17.1		
					Σ =		151.7		2.3

Todas las mediciones y cálculos están en el mismo orden de colocación de pernos

OBSERVACIONES: Ninguna.

*Raúl*  
 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPALA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



**MASTERLEM S.A.**  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235  
Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
E-mail: serviciosmasterlem@gmail.com

**ENSAYOS DE CONCRETO LANZADO. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO LANZADO A CORTA EDAD.**

DE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C  
SOLICITANTE : Adderly Ortega G.  
MUESTRAS : 01 Panel trapezoidal de shotcrete, reforzado con 6.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética  
PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y FIBRA SINTÉTICA EN EL DISEÑO DE SHOTCRETE, APLICADO COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MACIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
FECHA DE LANZADO : 05 de febrero de 2020  
FECHA DE ENSAYO : 05 de febrero de 2020  
COND. AMBIENTALES : Ensayo en condiciones ambiente (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)  
EXPEDIENTE : 20020AOG

Tiempo de Ensayo			Penetrómetro: Lectura de Ensayo de Resistencia a la Penetración EN 14488-2:2007										Promedio	Mpa	T° Mortero
Min.	Inicio	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
6	11:00		126.8	119.8	138.9	120.8	130.8	119.8	123.2	118.7	116.7	119.8	123.5	0.23	23.0
20			230.5	242.1	235.8	236.5	245.9	240.8	243.5	241.8	248.2	243.5	240.9	0.40	24.0
40			340.5	338.7	336.8	334.8	338.5	345.8	319.8	330.8	337.1	336.9	336.0	0.54	25.0
60			496.8	482.5	486.9	479.9	481.2	479.8	478.3	478.9	491.5	473.8	483.0	0.75	25.5
90			670.8	676.5	679.5	682.5	689.5	691.2	696.2	697.8	691.0	693.7	686.9	1.05	26.0

OBSERVACIONES: Ninguna.

*Ramón*  
JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



RUC 20506076235  
 Av. Circunvalación S/N - Huachipa  
 E-mail: servivictosmasterlem@gmail.com

**ENSAYOS DE CONCRETO LANZADO. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO LANZADO A CORTA EDAD.**

DE SOLICITANTE : Laboratorio MASTERLEM S.A.C  
 MUESTRAS : Adierly Ortega G.  
 PROYECTO : 01 Panel trapezoidal de shotcrete, reforzado con 6.0 kg/m<sup>3</sup> de fibra sintética  
 COMO ELEMENTO DE SOSTENIMIENTO DEL MAGIZO ROCOSO EN LA MINA UCHUCCHACUA, LIMA 2019  
 FECHA DE LANZADO : 05 de febrero de 2020  
 FECHA DE ENSAYO : 05 de febrero de 2020  
 COND. AMBIENTALES : Ensayo en condiciones ambientales en Lit (T = 25.0 °C y 62 % H.R., aprox.)  
 EXPEDIENTE : 20020A0G

**CALCULO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL SHOTCRETE CON HILTI DX 450, CARTUCHO VERDE**

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Hora (h : min.)	Tiempo trans. Completarse el gunitado (h : min.)	Tipo de Perno/ Longitud total L <sub>tot</sub> (mm)	Saliente NVS (mm)	Penetración h <sub>nom</sub> = L <sub>tot</sub> - NVS (mm)	lectura de la carga de tracción Nu (N)	Carga de tracción real Nu' (N)	Nu' / h <sub>nom</sub> (N/mm)	Nu' / h <sub>nom</sub> Σ Nu' / h <sub>nom</sub> (N/mm)	Resistencia del hormigón f <sub>c</sub> (Mpa) Lectura del gráfico FK-7
to =	0								
11:00:00	03:00:00	MG-8-95 103	18	85	1400		16.5		
			17	86	1300		15.1		
			17	86	1400		16.3		
			19	84	1200		14.3		
			19	84	1400		16.7		
			20	83	1200		14.5		
			19	84	1100		13.1		
			18	85	1200		14.1		
			20	83	1300		15.7		
			20	83	1200		14.5		
					Σ =		150.6		
								15.1	2.3

OBSERVACIONES: Ninguna.

*Raúl*  
 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPALA  
 INGENIERO CIVIL CIP N° 84296