

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC 210 KG/CM²,
SUSTITUYENDO EL 10% DE ARENA GRUESA POR POLVO DE ROCA
GRANITO DE LA CANTERA DE TALAMBO EN LA CIUDAD DE CHEPEN – LA
LIBERTAD”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Línea de Investigación: Construcción y Materiales

BACH. DÍAZ ALAYO JORGE JUNIOR

BACH. RODRÍGUEZ REYNA JHORDANO STOLIN

ASESOR

ING. RODRÍGUEZ RAMOS MAMERTO

TRUJILLO – PERU

2019

MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC 210
KG/CM2, SUSTITUYENDO EL 10% DE ARENA GRUESA POR
POLVO DE ROCA GRANITO DE LA CANTERA DE TALAMBO EN LA
CIUDAD DE CHEPEN – LA LIBERTAD

POR

BACH. DÍAZ ALAYO JORGE JUNIOR

BACH. RODRÍGUEZ REYNA JHORDANO STOLIN

PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD
PRIVADA ANTONOR ORREGO PARA OBTAR EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

ING. Rolando Ochoa Zevallos CIP: 9133

Presidente

ING. Merino Martínez Marcelo CIP: 77111 ING. German Sagástegui Plasencia
CIP: 75984

Secretario

Vocal

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC 210 KG/CM²,
SUSTITUYENDO EL 10% DE ARENA GRUESA POR POLVO DE ROCA
GRANITO DE LA CANTERA DE TALAMBO EN LA CIUDAD DE CHEPEN – LA
LIBERTAD

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Línea de Investigación: CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES

BACH. DÍAZ ALAYO JORGE JUNIOR

BACH. RODRÍGUEZ REYNA JHORDANO STOLIN

ASESOR

ING. RODRÍGUEZ RAMOS MAMERTO

TRUJILLO – PERU

2019

DEDICATORIA

A Dios, por siempre darme la fortaleza de nunca rendirme. A mis padres, Margarita y Jorge, que siempre me dieron su apoyo incondicional. A mis hermanas Melissa y Ana, que nunca me dejaron solo en este camino.

Jorge Junior Díaz Alayo

A Dios, por ayudarme a superar los obstáculos. A mis padres, Teresa y Wilson por haber sido mi soporte y haberme encaminado con sus sabios consejos. A mis hermanos, por siempre aconsejarme de no rendirme.

Jhordano Stolin Rodríguez Reyna

AGRADECIMIENTO

A Dios que siempre estuvo con nosotros fortaleciéndonos y guiándonos en todo el momento importante de nuestras vidas, dándonos la fuerza necesaria en aquellos momentos difíciles que nos tocó vivir, gracias ya que hiciste de nosotros unos triunfadores.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

A mi Asesor de tesis, Ing. Rodríguez Ramos Mamerto por su constante dedicación y perseverancia, quien, con sus conocimientos, experiencia, visión crítica, consejos, paciencia y motivación ha logrado que nosotros pudiésemos terminar con éxito el presente proyecto.

También nos gustaría agradecer a nuestros docentes que durante nuestra carrera profesional han ayudado a aportado con un granito de arena a nuestra formación, con sus constantes consejos, su profesional enseñanza y más que todo por su eterna amistad.

Son muchas las personas que siempre nos apoyaron y han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles eternamente su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

Para ello que hicieron esto posible, muchas gracias y que Dios los bendiga.

RESUMEN

En esta investigación denominada “mejoramiento de la resistencia de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de Talambo en la ciudad de Chepen – la libertad” buscamos determinar y analizar la tecnología ofrecida por el polvo de granito al sustituirla por la arena al 10%, además determinar sus propiedades físicas en estado fresco y endurecido del concreto. Se estudiaron las propiedades de los agregados y normas técnicas peruanas, los que con conocimientos empleados se determina cuál es el comportamiento del concreto en estudio realizados en un laboratorio, que luego son procesado e interpretado por tablas y gráficos de los resultados obtenidos de distintos ensayos. El estudio realizado de compresión a la resistencia del concreto fue realizado en 7, 14 y 28 días.

Finalmente, estos resultados obtenidos pueden favorecer a la investigación realizada, ya que sería un nuevo material adicional, para el tema de la construcción e implementación de esta, ya que el polvo de granito no es utilizado por considerarlo como desperdicio.

Palabras clave

Polvo de granito, concreto, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

In this research called "improving the strength of a concrete f'c 210 kg / cm², substituting 10% of coarse sand for granite rock dust from the quarry of Talambo in the city of Chepen - freedom" we seek to determine and analyze the technology offered by the granite dust to replace it with 10% sand, in addition to determine its physical properties in fresh and hardened concrete. The properties of the aggregates and Peruvian technical standards were studied, which with knowledge used determines the behavior of the concrete under study made in a laboratory, which are then processed and interpreted by tables and graphs of the results obtained from different tests. The study carried out to compress the resistance of the concrete was carried out in 7, 14 and 28 days.

Finally, these results can favor the research carried out, since it would be a new additional material for the construction and implementation of this, since the granite dust is not used as waste.

Keywords

Granite powder, concrete, resistance to compression.

PRESENTACION

En los últimos años la construcción civil viene siendo a pesar de los tiempos, la principal actividad económica del país, la cual lleva a la explotación de recursos para la obtención de materiales necesarios; por lo que tiene relación directa con la contaminación ambiental al realizar el proceso de obtención de los distintos materiales que se utilizan para la construcción civil. Cada material utilizado en la construcción es importante y necesario. Sin embargo, existen otros materiales distintos a los comúnmente utilizados que ofrecen similar o mejores resultados, esto acompañado de criterios técnicos del profesional a cargo puede resultar mucho más beneficioso en relación al aspecto económico.

Los proyectos de construcción no solo afectan el medio ambiente sino también a quienes manipulan los materiales, es por eso que constantemente se realizan estudios para implementar nuevos materiales que puedan disminuir el costo, la contaminación ambiental y daños personales que puedan producir.

El presente proyecto plantea la introducción del polvo de roca granito como material alternativo a los que ya se usan para darle un uso productivo a un material actualmente encontrado como desperdicio y contaminando no solo el medio ambiente sino también a las personas aledañas. Este material se encuentra ubicado en el centro poblado de Talambo a 3km de la ciudad de Chepen, exactamente dentro de la cantera de mismo nombre (Talambo). Este material conocido como polvo de granito se acumula producto del proceso de chancado de piedra el cual se acumula en forma de cerros al aire libre, se conforma de pequeñas partículas de piedra de granito que viene a ser polvo, aproximadamente la cantera tiene una producción de 40m³ diarios según información brindada por trabajadores de la cantera, este afecta al medio ambiente y es muy perjudicial para las personas que laboran dentro de la cantera y para todo el centro poblado de Talambo. Según un estudio realizado en Pontevedra, España por el Centro de Seguridad e Saúde Laboral de Pontevedra (ISSGA) en el año 2005 detectaron 77 casos de silicosis producida por la exposición constante de sílice, todos trabajadores de la cantera del lugar.

Se planteó el uso de polvo de granito sustituyendo el 10 % de arena gruesa, de esta manera mejorar la resistencia de un concreto patrón $f'c$ 210. Es por eso que se pretendió comprobar la hipótesis: mejorara la resistencia del concreto al utilizar el polvo de granito como un material adicional activándolo mecánicamente para sustituir a la arena gruesa en un 10% por ser una roca ígnea y tener un alto contenido de sílice y aluminio en su composición para un concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 dando lugar a una nueva tecnología del concreto a la integración de un nuevo material.

Como objetivo general se planteó analizar la tecnología ofrecida por el polvo granito al sustituirla por la arena, la cual tendría un impacto ambiental en la ciudad población de Chepen, por lo que se planteó los siguientes objetivos específicos; ensayar probetas patrón sin sustitución a los 7, 14 y 28 días con un diseño $f'c$ 210 kg/cm^2 ; ensayar probetas sustituyendo la arena gruesa por polvo de roca granito al 10% a los 7, 14 y 28 días con un diseño $f'c$ 210 kg/cm^2 ; finalmente se buscó obtener costo – beneficio de implementar esta nueva dosificación para las edificaciones.

INDICE

I.	INTRODUCCION	
1.1.	Antecedentes del estudio	17
1.2.	Problema de investigación.....	17
	a) Descripción de la realidad problemática	17
	b) Formulación del problema.....	18
1.3.	Objetivos.....	18
1.4.	Justificación del estudio.....	19
II.	MARCO DE REFERENCIA	
2.1.	Antecedentes del estudio.....	20
2.2.	Marco teórico.....	22
	Unidades geológicas en el Perú.....	23
	Tecnología del concreto.....	26
2.3.	Marco conceptual.....	36
2.4.	Sistema de hipótesis.....	41
	a) Variables e indicadores.....	42
III.	METODOLOGIA EMPLEADA	
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	42
3.2.	Población y muestra de estudio.....	43
3.3.	Diseño de investigación.....	43
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación.....	44
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	54

IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS	
4.1.	Análisis e interpretación de resultados.....	64
4.2.	Docimasia de hipótesis.....	74
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	
	CONCLUSIONES.....	77
	RECOMENDACIONES.....	78
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	79
	ANEXOS.....	81

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Contenido de sustancias apropiadas del agua.....	40
Tabla N° 2. Operacionalización de las variables.....	42
Tabla N° 3. Muestra de ensayo del agregado.	44
Tabla N° 4. Cuadro para calcular el contenido de humedad.	45
Tabla N° 5. Capacidad del depósito medidor (molde) en función del tamaño máximo nominal del agregado.	45
Tabla N° 6. Requisitos de espesor para depósitos a ser utilizados para la determinación de pesos unitarios.	46
Tabla N° 7. Cuadro para calcular el peso unitario suelto.	46
Tabla N° 8. Capacidad del depósito medidor (molde) en función del tamaño máximo nominal del agregado.	47
Tabla N° 9. Requisitos de espesor para depósitos a ser utilizados para la determinación de pesos unitarios.	47
Tabla N° 10. Cuadro para calcular el peso unitario compactado.	48
Tabla N° 11. Cuadro para calcular la absorción del agregado.....	49
Tabla N° 12. Cuadro para calcular el análisis granulométrico.	50
Tabla N° 13. Condición de obra para obtener el valor de k.....	51
Tabla N° 14. Valores del slump para cada obra.	51
Tabla N° 15. Contenido de agua según el slump.	52
Tabla N° 16. Cuadro para determinar el tipo de arena.	52
Tabla N° 17. Proporción de agregado fino según el tipo de arena.	52
Tabla N° 18. Diseño de mezcla.	53
Tabla N° 19. Cuadro para calcular la resistencia alcanzada por el concreto.	53

Tabla N° 20. Resultados del contenido de humedad del agregado fino.	54
Tabla N° 21. Resultados del contenido de humedad del agregado grueso.....	54
Tabla N° 22. Resultados del peso unitario suelto del agregado fino.	55
Tabla N° 23. Resultados del peso unitario compactado del agregado fino.....	55
Tabla N° 24. Resultados del peso unitario suelto del agregado grueso.	56
Tabla N° 25. Resultados del peso unitario compactado del agregado grueso.	56
Tabla N° 26. Resultados del peso específico del agregado fino.	57
Tabla N° 27. Resultados de la absorción del agregado fino.	57
Tabla N° 28. Resultados del peso específico del agregado grueso.	58
Tabla N° 29. Resultados de la absorción del agregado grueso.	58
Tabla N° 30. Resultados del peso específico del polvo de roca granito.	59
Tabla N° 31. Resultados de la absorción del polvo de roca granito.	59
Tabla N° 32. Resultados del análisis granulométrico del agregado fino.	60
Tabla N° 33. Resultados del análisis granulométrico del agregado grueso.	62
Tabla N° 34. Resistencia a la compresión a los 7 días del concreto patrón.....	64
Tabla N° 35. Resistencia a la compresión a los 14 días del concreto patrón.....	66
Tabla N° 36. Resistencia a la compresión a los 28 días del concreto patrón.	66
Tabla N° 37. Resistencia a la compresión a los 7 días del concreto experimental.	67
Tabla N° 38. Resistencia a la compresión a los 14 días del concreto experimental.	68
Tabla N° 39. Resistencia a la compresión a los 28 días del concreto experimental.	69

Tabla N° 40. Costo unitario del polvo de roca granito.	72
Tabla N° 41. Costo unitario del concreto patrón f'c 210.	73
Tabla N° 42. Costo unitario del concreto experimental.	74
Tabla N° 43. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión.	74

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 1. Curva granulométrica del agregado fino.	61
Grafico N° 2. Curva granulométrica del agregado grueso.	63
Grafico N° 3. Curva de resistencias y su promedio a 7 días del concreto patrón.	64
Grafico N° 4. Curva de resistencias y su promedio a 14 días del concreto patrón.	65
Grafico N° 5. Curva de resistencias y su promedio a 28 días del concreto patrón.	66
Grafico N° 6. Curva de resistencias a 7, 14 y 28 días del concreto patrón.	67
Grafico N° 7. Curva de resistencias y su promedio a 7 días del concreto experimental.	68
Grafico N° 8. Curva de resistencias y su promedio a 14 días del concreto experimental.	69
Grafico N° 9. Curva de resistencias y su promedio a 28 días del concreto experimental.	70
Grafico N° 10. Curva de resistencias a 7, 14 y 28 días del concreto experimental.	70
Grafico N° 11. Curva comparativa de resistencias de concreto patrón y experimental.	71

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemas de Investigación

a. Descripción de la realidad problemática.

Durante mucho tiempo se viene haciendo estudios con respecto al tema de la búsqueda de nuevos materiales en la construcción, la cual servirá para reemplazar en la elaboración del concreto ya sea al cemento, el cual conforma el principal material del concreto o a los agregados que conforman esto. El correcto empleo del concreto garantiza que un proyecto se desarrolle eficientemente, como describe en un artículo que se presentó en el Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuencas de Campo 2014 España, la cual los autores de la investigación Marcos y Bausa que realizaron en 1879, indica que la sostenibilidad de una construcción se obtiene empleando piedras cercanas al lugar de la construcción a realizar. Aunque en casos excepcionales, es necesaria la importación del material pues se requieren características distintas a las de las piedras de construcción locales. Un artículo de España habla sobre la utilización del granito como material en patrimonios culturales de refacción traídos de Colmenar Viejo y según lo que se conocen que también fue utilizado en pequeños tramos de calzada romana, construidos en el siglo VII, y en la construcción de la basílica parroquial de la Asunción (siglos XV y XVI) (Menduiña y Fort, 2005). Además de los diques de esta localidad, el granito de Colmenar Viejo ha sido muy utilizado como adoquines en la pavimentación de Madrid (García del Cura, et al., 2008) (Anexo II). El granito de Zarzalejo (España) ha sido utilizado como piedra de construcción desde la Edad de Bronce.

En el Perú, nuestra realidad con respecto en la búsqueda de la implementación de una nueva tecnología en el mundo de la construcción nos ha llevado a evolucionar de las estructuras que eran construidas con adobe como viviendas y monumentos, a la construcción de concreto en las nuevas y actuales edificaciones de nuestro país, pero dentro de esta evolución, se han visto con la necesidad de buscar un nuevo material que complemente o reemplace a los materiales conformados por el concreto. Debido a las condiciones climatológicas y ambientales que presenta

nuestro país, nos basamos en la realidad del polvo de granito por lo que es un material que no se ha utilizado por considerarlo como material de desperdicio.

En nuestra localidad la empresa Cementos Pacasmayo S.A, es una empresa orientada a la fabricación de cemento en su planta industrial en el puerto de Pacasmayo a 96 km al norte de la ciudad de Trujillo, considerada una de las plantas de distribución y fabricación más grande de la región La Libertad, no han investigado con respecto a una nueva tecnología empleada para la elaboración y mejor resistencia del polvo de granito debido al costo que les demandaría realizar un reajuste al material o complementar una nueva tecnología, a pesar de que existen en grandes cantidades polvo de granito en la localidad de Talambo ubicada a 10 minutos de la ciudad de Chepén, la cual la cantera del mismo nombre, no utiliza y deja como desperdicio. Al día se dejan como desperdicio 40 m³ aproximadamente, lo cual se podría procesar o dar un uso al concreto por la búsqueda de una nueva tecnología.

En esta investigación, nos estamos basando en antecedentes que demuestran la utilización del polvo de granito, en nuestro caso estamos sustituyéndola en un 10% a la arena gruesa para poder realizar la resistencia del concreto y el costo beneficio que generaría solo hacer esa modificación con el material de desperdicio de la cantera de Talambo.

b. Formulación del Problema

¿Cuál serían los resultados a obtener de la resistencia de un concreto f'c 210 kg/cm², sustituyendo el 10 % de arena gruesa por polvo de roca granito, durante un periodo de 7, 14 y 28 días, utilizando el polvo de roca granito que se encuentra en la cantera de Talambo, ubicada en Chepén?

1.2. Objetivos

- Objetivo General

- Obtener la resistencia del concreto sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera Talambo en la ciudad de Chepén – La Libertad.

- Objetivos Específicos

- Ensayar probetas patrón sin sustitución a las 7, 14 y 28 días con un diseño fc 210 kg/cm².
- Ensayar probetas sustituyendo a la arena gruesa por polvo de roca granito al 10% a los 7, 14 y 28 días con un diseño fc 210 kg/cm².
- Obtener costo – beneficio de implementar esta nueva dosificación para las edificaciones.

1.3. Justificación del Estudio

El proyecto de investigación nos permitirá determinar si la piedra de granito, transformado en polvo reemplazado en un 10 % por la arena gruesa, brinda mejor resistencia al concreto, así mismo se dará aporte en el área de la tecnología del concreto y principalmente en la ingeniería civil, porque el concreto elaborado con polvo de roca granito todavía no es aplicado en las edificaciones de nuestra localidad, región o a nivel nacional, esto se constató porque no se ha encontrado antecedentes, trabajos de edificaciones al respecto. Razón por la cual es importante estudiar esto para poder aplicarlo en las construcciones de edificaciones en la ciudad.

Además de ello, se ha percibido que hay poco conocimiento referente al tema concerniente en construcción, sin embargo, en las indagaciones realizadas hay profesionales que han experimentado de esta tecnología sin embargo no lo aplican por la falta de información que se obtiene del polvo de granito en nuestro país.

Este trabajo de investigación en base a ensayos de laboratorio permitirá dar a conocer si el empleo de polvo de granito en el concreto, va mejorar significativamente la calidad del mismo y probablemente ello disminuya el costo unitario del concreto.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

GUIDO CHAVARRY BOY (2018) en su investigación “elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén”, se propuso evaluar el concreto simple utilizando polvo de granito extraído de las partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo para la obtención de concretos de alta resistencia, para lo cual desarrollo la recolección de datos confiables en bibliografías existentes, manipular variables obtenidas y describir los resultados obtenidos mediante la experimentación. La investigación llego a los siguientes resultados que al utilizar polvo de granito en relación del cemento aumenta notoriamente la resistencia a la compresión del concreto.

FREUD EDISON MEZA HIJAR (2004) en su investigación “estudio de mortero de mediana a baja resistencia de cemento, con adición de cal aérea”, se propuso establecer características de mortero con adición de cal aérea en comparación con el mortero patrón (cemento-arena) para lo cual se experimentó 6 clases de morteros con proporciones variables de cemento y cal aérea la investigación llego a la conclusión que los morteros con adición de cal incrementan sus propiedades elásticas además que disminuye costos.

YENQUE SANCHEZ JENNY LUCERO (2016) en su investigación “resistencia de un concreto f'c 210 kg/cm² sustituyendo el cemento 7% por una combinación de polvo de roca granito y conchas de abanico”, se propuso determinar la resistencia a la compresión de un concreto f'c 210kg/cm² sustituyendo el peso del cemento por polvo de roca granito y conchas de abanico un 7% respecto a la relación a/c para lo cual se experimentó con 18 probetas, 9 probetas para el patrón y 9 para el experimental, 7% de sustitución del cemento (5% de polvo de roca granito y 2% de conchas de abanico).

DAVID MARTIN FREIRE LISTA (Madrid 2016) en su investigación “el granito como piedra de construcción en Madrid: durabilidad y puesta en valor” se propuso establecer la calidad y durabilidad de cuatro granitos muy utilizados en el patrimonio construido de la comunidad de Madrid, en base a su utilización a lo largo de la historia, a su calidad y a su durabilidad y su puesta en valor de los granitos a utilizar mediante un incremento de su difusión, para lo cual se aplicaran técnicas y ensayos adecuados según las propiedades a analizar en los granitos seleccionados, la investigación llegó a los siguientes resultados que los granitos estudiados son en general resistentes a los efectos agresivos de los ensayos de hielo/deshielo y choque térmico, siendo el choque térmico el más agresivo y el granito de zarzalejo es el que peor responde a ambos ensayos de su durabilidad.

ALBERTH HANNIBAL CRUZ ORDUÑA (2017) en su investigación “comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con residuos de mármol” se propuso determinar la influencia del concreto convencional (concreto estructural de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) adhiriendo residuos de mármol con el fin de obtener un concreto de alta calidad; para lo cual se someterá a pruebas de resistencia a la compresión muestras de concreto patrón y concreto modificado a 3, 7, 14 y 28 días; dando como resultado la resistencia a la compresión del concreto elaborado con residuos de mármol con porcentaje de 0%, 10% y 20% a los 3, 7, 14 y 28 días influye significativamente la resistencia a la compresión del concreto.

PATRICIA A. VILCA ARANDA (2013) en su investigación obtención del concreto de alta resistencia se propuso una tecnología apropiada para obtener concretos de altas resistencias, haciendo uso de súper plastificantes y adiciones de micro sílice; para lo cual la metodología planteó optimizar la proporción de los agregados para obtener la menor cantidad de vacíos, luego efectuó un diseño patrón con la mejor proporción de agregados, para después diseñar el concreto con aditivo tomando como base el concreto patrón y finalmente diseñar el concreto con aditivo más micro sílice adoptando como referencia los diseños anteriores.

XAVIER FUENTES BAYNE (2008) en su investigación modelamiento de la respuesta mecánica del cemento puzolanico mediante la adición de zeolita tipo I y curado al aire; se propuso determinar el porcentaje de variación en la resistencia a la compresión de la pasta de cemento tipo I curado al ambiente cuando se le adiciona 10% de zeolita. Para lo cual se efectuó ensayos de laboratorio con muestra patrón y muestra adicionado con la micro sílice dando como resultado que la mezcla con un 20% de zeolita presento la mayor resistencia a la compresión para los correspondientes días de curado en un 3.88% respecto al cemento tipo I y en un 80.60% respecto al cemento tipo IV.

2.2. Marco Teórico

La roca granito se encuentra dentro de las rocas intrusivas con textura granular formadas principalmente de componentes como feldespato, cuarzo y micas, y también presentan minerales como el apatito, turmalina, granate, etc. Esta es una definición científica que no es más que solo algunos granitos ornamentales.

Más de dos tercias partes del feldespato en los granitos son alcalinos. Los magmas graníticos pobres en calcio presentan únicamente un tipo de feldespato durante la mayor parte de su etapa de cristalización. Pero los magmas con gran contenido de calcio cristalizan tanto las plagioclasas como los feldespatos potásicos durante sus primeras etapas.

Igual que otros tipos de rocas, el granito presenta distintas características primarias de carácter estético como: color, tamaño de grano, textura, etc. Estas características al igual que con otras producidas por la existencia de procesos geológicos de distinto tipo (tectónico, hidrotermales, meteoritos, etc.) son las que definen su comportamiento del material para su extracción y tratamiento en planta.

Se conocen distintos tipos de granito ornamental, por su composición mineralógica:

- Los granitos y las granodioritas conforman el tipo más común debido a su abundancia en la corteza terrestre y por sus excelentes condiciones de afloramiento. Estas rocas te permiten desarrollar grandes explotaciones, con suficientes reservas

para operar con bastante tranquilidad. La adamelita, es una variedad de granito que contiene plagioclasa cálcica, feldespato potásico y la monzonita, que viene a ser una adamelita sin cuarzo, son importantes granitos ornamentales.

- Las tonalitas pertenecen a otra clase de rocas graníticas que por su composición mineralógica, minerales ferromagnesianos de color oscuro, originan variedades grises de gran atractivo. Por lo general son rocas compactas, de tamaño variable.

- Las Dioritas y los gabros se les conoce también como “granitos negros” esto debido al color de los minerales presentes en ellas. La diorita es una roca ígnea intrusiva, la cual se encuentra normalmente como stock en los batolitos y apófisis. Están compuestas principalmente de plagioclasas y de máficos. El gabro es una roca formada de plagioclasas estas son más cálcicas que sódicas (labradorita, bitownita, anortita), estas asociadas a un piroxeno. Los gabros pueden presentar anfíbol, olivino y óxidos de hierro. Por lo general tienen un color más oscuro que la diorita y su densidad es mucho mayor.

- Sienita nefelínica, también llamada “granito azul”, esta es una clase de roca intrusiva cuyo componente principal es la nefelina. Estas son rocas muy raras y no es común encontrarlas en la naturaleza, a comparación con los granitos o dioritas.

El granito, como denominación de roca ornamental, comprende a las rocas feldespáticas y también puede incluir a la sienita, gabro, anortosita y otras rocas; sin embargo, se debe tener en consideración las propiedades que lo diferencian de las demás, porque cada 1 de estas rocas ornamentales presentan características propias de ellas.

UNIDADES GEOLOGICAS EN EL PERÚ

El granito es utilizado en todo tipo de obras debido a que presenta una gran resistencia y pulimento de gran duración. Se emplea en forma de adoquines y losas.

Este tipo de material se encuentra en grandes proporciones en Ancash, arequipa, Lambayeque, Lima y Huancavelica. La empleabilidad comercial del granito implica una gran cantidad de rocas industriales, mayor que el termino geológico, se encuentra en el grupo del granito, pegmatitas, gneis, gabro, dolerita y peridotita, estas 3 ultimas también denominadas “granito negro” debido a que presentan un color oscuro después de haber sido pulido.

- Granito rosado (Chilca)
Se caracteriza por el color del feldespato, su abundancia en cuarzo y elementos ferromagnesianos. Se puede encontrar en un pequeño afloramiento al noreste de Chilca, en la región de San Cayetano.
- Granito orbicular (Huaraz)
Se encuentra a las afueras de Huaraz, a unos 10 km de la carretera hacia Casma y se extiende sobre un espacio de 5 hectáreas. El granito blanco-rojizo muestra una estructura orbicular muy pronunciada.
- Granito (Andes Centrales)
Los granitos son muy frecuentes y de gran importancia económica. El batolito en la Costa del Perú central posee rocas granodioríticas orbiculares. Este tipo de roca se encuentra en cuerpos de forma lenticular.
- Granito de rumichaca (Junín).
El contacto del granito y los sedimentos esta ubicado a 20m subiendo el rio desde la estación del ferrocarril de Rumi chaca.
- Granito de Huaccravilca
El granito de Huaccravilca aproximadamente tiene 3000 m de diámetro y en la zona adyacente se eleva aproximadamente 600 m hasta los 5.050 msnm. Presenta fenocristales, algo de augita y biotita oscura; la mayor parte del cuarzo se encuentra entre crecido con feldespato.

USOS

Entre los usos principales sobresale su empleo en la industria de la construcción, donde presenta múltiples aplicaciones, entre ellas, el recubrimiento de fachadas y arquitectura en general. Como material ornamental, se utiliza para crear figuras y monumentos; en las manufacturas se utiliza para la fabricación de cilindros para moler pulpa en molinos de la industria papelera, etc. En nuestro país se emplea en los siguientes sectores de la economía:

- Construcción

Es empleado como material para construcción, en el recubrimiento de fachadas y arquitectura en general, así como también en la elaboración de estructuras tales como puentes, muros de contención y escolleras en puertos. También es utilizado para construir cortinas de presas y como material base en la construcción de carreteras.

- Ornamentos

Es empleado como material para crear figuras ornamentales y monumentos.

- Manufacturas

En la fabricación de cilindros para moler pulpa en molinos de la industria.

El uso de la roca granito en la investigación se toma en cuenta, debido a los antecedentes que se presenta a lo largo de los años y las distintas investigaciones que se han hecho con respecto al tema.

En nuestro caso, se tomó como dato anteriores tesis, llegando a un mismo lugar como es la localidad de Talambo, ubicado a 10 minutos de la ciudad de Chepén, debido a que, según investigaciones hechas, el lugar sigue en funcionamiento y es el mayor abastecedor de la zona con respecto a agregados para las diferentes construcciones de la localidad, logrando notar que se encuentran en gran cantidad de desperdicio polvo de roca granito, manifestado por el administrador del mismo lugar que el polvo mayormente las universidades de la región y localidad, las llevan para estudios del polvo, ya que son favorables las pruebas a la compresión, hechas con este material, logrando un mejor fraguado y resistencia al concreto empleado

por los investigadores, este tiempo de fraguado traería mejor calidad al concreto por su mayor resistencia que aportaría en las edificaciones futuras a realizar.

En nuestro caso como resultado de nuestras investigaciones realizadas por el reemplazo por el 10% de la arena gruesa por polvo de roca granito, traería una nueva investigación y aporte a la tecnología del concreto, debido a que sería algo nuevo a emplear como parte de agregado, dando un uso mejor al material que no se utiliza, el cual produce contaminación al medio ambiente y también a las personas que se encuentran alrededor, generando enfermedades en las vías respiratorias debido a que se encuentran expuestas constantemente a este material, en especial si no se utiliza, dejando acumular aproximadamente 40 m³ de este polvo a diario, a la vez se generan pérdidas de un insumo importante en el mundo de la construcción.

TECNOLOGIA DEL CONCRETO

- CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS

EL PELIGRO SÍSMICO

El peligro sísmico existe, siempre hay un alto porcentaje de probabilidad que se presenten sismos en algún lugar y en un tiempo determinado. Este peligro sísmico no es el mismo en todos los lugares, existen zonas más expuestas que otras. El territorio peruano está dividido en 3 zonas, por su sismicidad observada y la potencialidad sísmica de dichas zonas.

- Zona 1: sismicidad baja
- Zona 2: sismicidad moderada
- Zona 3: sismicidad alta

CONCEPCION ESTRUCTURAL SISMO RESISTENTE

Se debe considerar que el comportamiento sísmico en las edificaciones es mejor cuando se tienen en cuenta las siguientes condiciones:

- a) Simetría, en la distribución de masas como también en las rigideces.
- b) Peso mínimo, principalmente en los pisos altos. Mientras más liviana sea la estructura, el empuje que tendrá que resistir será menor.
- c) Selección y uso apropiado de los materiales de construcción, los cuales deben ser de buena calidad.
- d) Continuidad en la estructuración, en planta como también en elevación.
- e) Ductilidad como parte indispensable para un comportamiento satisfactorio.
- f) Deformación limitada puesto que en caso contrario los daños en los elementos no estructurales podrían ser desproporcionados.
- g) Adecuar la estructuración y construcción en sus condiciones locales en base a su información sobre las características del suelo.
- h) La buena práctica constructiva y una inspección muy rigurosa que colaboran notablemente en asegurar el buen comportamiento de una edificación en caso de sismo.

DISTRIBUIR MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES

Los muros además de cargar las losas de los pisos y techos, tienen que resistir el empuje horizontal ocasionado por los sismos. Este empuje lateral puede ocurrir en cualquiera de las direcciones de la vivienda. Los problemas comienzan cuando una vivienda no hay muros en una dirección o cuando los que existen son de poca longitud.

- TERRENOS Y SUELOS

Todas las estructura está en contacto con el suelo. Por lo que es necesario conocer sus características y resistencia.

TIPOS DE SUELO

GRAVA: Es un suelo muy estable, y recomendable para rellenos, está formado por piedras redondeadas erosionadas por el agua o trozos compactos de roca. Sin cohesión ni plasticidad.

ARENA: Conformado por granos sueltos, con un tamaño entre 0.05 y 2 mm. Sus granos son claramente visibles. Sin cohesión ni plasticidad. En estado húmedo se puede moldear, mientras que cuando esta seca no es posible moldearla con las manos. Los granos gruesos presentan forma redonda, los granos finos son visibles y angulares. La arena gruesa es estable. La arena fina se vuelve inestable al incrementarse la humedad. Las mezclas de grava y arena correctamente graduadas y con diferentes tamaños, son sumamente estables.

ARCILLA: Partículas muy pequeñas con tamaño menor a 0.005mm. De alta plasticidad cuando es mojada, es muy cohesivo al reducirse la humedad. Cuando está seca forma masas duras. Es impermeable, sin aparente movimientos de agua a través de los vacíos. Cuando se mezcla con agua permanecen suspendidos por un largo tiempo. Su estabilidad depende de la forma que presentan sus partículas y de su composición química. Deben estudiarse detalladamente.

LIMO: Partículas pequeñas con tamaño entre 0.005 y 0.05 mm. Tiene poca plasticidad, puede tener cohesión. No es impermeable, el movimiento de agua por los vacíos ocurre sin ninguna dificultad y es visible. Cuando es mezclado con agua los granos se asientan en un lapso de 30 minutos a una hora. Se debe tener cuidado en distinguir arena fina de limo y limo fino de arcilla. El limo relativamente es inestable, particularmente con humedad.

TURBA: Es material orgánico descompuesto con gran cantidad de suelo mineral. Normalmente tiene color negro. Presenta mal olor, se encuentra como depósito en pantanos. Es detectable fácilmente.

MUSGO: Es un material orgánico, producto de la descomposición de plantas. Tiene rastros visibles de vegetales.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES)

Son obligatorio los Estudios de Mecánica de Suelos, en los siguientes casos:

- a) Edificaciones en general, que albergue a gran cantidad de personas, equipos costosos y/o peligrosos, por ejemplo: colegios, universidades, hospitales, clínicas, estadios, cárceles, auditorios, salas de espectáculos, iglesias, museos, centrales telefónicas, entidades financieras, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, tanques de agua y reservorios.
- b) Cualquier edificación no mencionada en el punto anterior de uno a tres niveles, que ocupen individual o conjuntamente un área techada mayor a 500m² en planta.
- c) Cualquier edificación no mencionada en el punto a) de cuatro o más niveles de altura, cualquiera que sea su área.
- d) Edificaciones industriales, fabricas, talleres o similares.
- e) Edificaciones especiales cuya falla, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles y otros de similar riesgo.
- f) Cualquier tipo de edificación que requiera el empleo de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- g) Cualquier tipo de edificación adyacente a taludes o suelos que pueda presentar peligro en su estabilidad.

PREPARACIÓN DEL TERRENO:

Nivelación:

- Utilizar manguera transparente de 1/2" llena de agua, no debe tener burbujas.

- Colocar estacas de 1.50 m en los costados y esquinas del terreno.
- En una de las estacas se mide y marca la altura de 1 m. desde el terreno.
- Se despliega la manguera desde la estaca marcada hacia la estaca más cercana, haciendo coincidir en un extremo, el nivel del agua con la marca de un metro de la estaca. En el otro extremo que se encuentra junto a la estaca más cercana, se marca el nivel del agua cuando ésta se haya estabilizado.
- Se procede a medir la distancia entre el terreno y esta nueva marca y se conocerá el desnivel por la diferencia con el metro marcado en la primera estaca.

Corte y Relleno

- Conociendo los desniveles del terreno, se procede con los movimientos de tierra, realizando los cortes y rellenos respectivos del terreno, cuidando que el nivel final del terreno, se encuentre encima de los niveles de desagüe, pistas y otros.
- Determinando la rasante, se debe calcular la manera de compensar el volumen a rellenar con el volumen a cortar, para así evitar eliminar material sobrante o traer más material.
- Para evitar que el relleno se hunda y pueda ocasionar rajaduras a las estructuras, este debe compactarse utilizando un pisón o maquina compactadora y agua, realizando esta operación por capas de 10 cm.

Trazos:

- Se marcan las esquinas y linderos colocando estacas y determinando los ángulos rectos.
- Después de determinar los ángulos se colocan las balizas en ambos lados del terreno atrasar, extendiendo luego cordeles paralelos que van amarrados a las balizas, dando la alineación de los ejes de muros y columnas.

- Utilizando una plomada se baja el alineamiento de los cordeles al terreno, marcando en más de dos puntos, para luego mediante cordel espolvoreado con tiza, uniendo los puntos marcados, se deja marcado el terreno.

CALZADURAS

- a) El límite de la altura “H” de una calzada sin puntales, depende del tipo del terreno y de la edificación a calzar.
- b) Cuando no se presenta agua en el subsuelo, los valores máximos de “H”, para el sistema de Calzada indicado son:
 - Conglomerado 8m.
 - Arcilla 3m.
 - Arena 2m.

Si los valores de “H” son mayores, se tendría que realizar un diseño específico de la calzada. De presentar agua en el subsuelo, el sistema de la calzada debe acompañarse con tablestacados o sistemas de apuntalamiento provisionales externos.

- d) El concreto para la calzada debe presentar aproximadamente de 4 a 5 bolsas de cemento por cada m³ y la menor cantidad de agua posible, para que permita una trabajabilidad adecuada.
- e) El concreto de la calzada disminuirá un aproximado de 1/3 mm por cada metro de altura, en un plazo aproximado de 7 días, causando asentamientos en la construcción existente. Por lo tanto, para “H” mayor a 2 metros, es necesario construir la calzada por franjas horizontales, acañando con mezcla altamente seca cada nivel de llenado.

- CONCRETO

MENOR CALOR DE HIDRATACIÓN

En la fragua del concreto puzolánico, el calor de hidratación se reduce; esto ocurre por dos razones:

1. Porque hay menos Clinker en la mezcla y como consecuencia, la reacción exotérmica de la fragua es proporcionalmente menor.
2. La presencia de puzolana en la mezcla hace más lenta la reacción de fragua del cemento, disminuyendo la temperatura durante la fragua.

El calor de hidratación es un problema muy complejo; no solamente es el causante de la fisuración plástica, que tantos problemas trae, sino también complica todo llenado masivo de concreto. El uso de cemento portland puzolánico, resuelve la mayoría de los casos de llenados de gran volumen.

MAYOR RESISTENCIA A LA PRESENCIA DE SULFATOS

El mecanismo de ataque de los sulfatos al concreto es desencadenado por la presencia de agua que contiene sulfatos en solución, ya que los sulfatos en su estado sólido no atacan al concreto. Una vez que el concreto se encuentra en contacto con la solución de sulfato en agua, el sulfato tiene una reacción con el hidróxido de calcio y con el aluminato de calcio hidratado, ambos compuestos presentes en el concreto. Los productos de esta reacción, son compuestos que tienen considerablemente mayor volumen que el de los componentes a los que reemplazan, por lo que esta reacción lleva a una expansión dentro de la masa del concreto, que causa alteración y daños a la estructura. La resistencia al ataque de sulfatos mejora si se agrega puzolana al cemento.

MAYOR IMPERMEABILIDAD

El concreto puzolánico tiene mayor impermeabilidad con el tiempo. Al producirse la reacción química de la puzolana, la impermeabilidad va en aumento a medida que el concreto se densifica con la cristalización que ocurre, por dicha reacción.

Recordemos que todas las patologías (enfermedades) que sufre el concreto y que afectan igualmente la armadura de acero, se deben al ingreso de humedad o agua en el concreto endurecido.

El cemento portland puzolánico IP, otorga al concreto mayor impermeabilidad, con lo que se logra un concreto resistente al ingreso de los diferentes agentes externos (sulfatos, salitres, cloruros, etc.)

ALMACENAJE DEL CEMENTO

Recomendaciones:

- El cemento debe mantenerse seco.
- Evitar el contacto con la humedad del ambiente, por lo tanto, al almacenar las bolsas de cemento deben colocarse lo más juntas posible, evitando dejar vacíos entre ellas, luego cubrirlas con plásticos.
- Debe colocarse sobre una tarima de madera para evitar el contacto de las bolsas con la humedad del suelo.
- En zonas lluviosas, debe almacenarse en lugares cerrados, siguiendo las recomendaciones antes señaladas.

DISEÑO DE MEZCLAS

- El valor $f'c$ de un concreto corresponde a la resistencia de la rotura por comprensión a los 28 días, de un cilindro de 6" de diámetro y 12" de altura, elaborado y curado correctamente en condiciones óptimas y cargado a un determinado esfuerzo en la máquina de prueba.
- En los planos y/o especificaciones se indica el valor de la resistencia del concreto ($f'c$). Este valor se le puede definir como un valor probabilístico en el que aproximadamente no más de una vez por cada diez pruebas, tenga un valor menor que el especificado.

- El concreto real ($f'c_R$) de la estructura tiene una relación razonable con $f'c$, siempre que su transporte, colocación y compactación se realicen adecuadamente.
- Cuando los procesos son óptimos se logra usar el máximo potencial del concreto.
- Al determinar el valor promedio de $f'c_R$ (concreto real) a obtener en una obra determinada, debe aumentarse el valor $f'c$ de los planos. De no ser así, por simple ley de probabilidades, la mitad de los resultados darán menor que el $f'c$ y la otra mitad mayor que el $f'c$.

-El incremento aplicado sobre el $f'c$ dependerá de la calidad de construcción. La cual a su vez depende de:

- Mano de obra
- Equipo
- Materiales
- Control de la mezcla

CURADO DEL CONCRETO

Al no curar el concreto, este no alcanzaría su resistencia potencial, pues podría fisurarse y tener una durabilidad reducida.

- El concreto al endurecer adquiere resistencia debido a la reacción química entre el cemento y el agua (la hidratación del cemento). Es así, que el concreto endurece no por estar seco, sino por estar húmedo. Además, como en cualquier proceso químico, la hidratación es más rápida a mayor temperatura.
- El proceso de curado consiste en mantener con agua el concreto, por el debido tiempo y a temperaturas por encima de 10°C .
- La hidratación del cemento es un proceso que toma un tiempo largo, medible en años, inicialmente rápida y luego se vuelve cada vez más lenta conforme continúa el proceso.

- Además de la obtención de la resistencia, el curado del concreto también es necesario por los siguientes motivos:
- Se posterga la contracción de fragua. Solo si se permite que la superficie del concreto se seque mucho antes de la fragua final del concreto, este se contrae produciéndose rajaduras.
- Se reduce la deformación diferida. Cuando el concreto es sometido a carga ocurren deformaciones al instante y gradualmente, con el tiempo, deformaciones diferidas. Estas últimas, casi siempre son mayores que las instantáneas, pues son ocasionadas por la falta de cristalización de algunos de los productos de la hidratación.
- Se mejora la resistencia a la abrasión.
- No existe un tiempo exacto para iniciar el proceso de curado. Sin embargo, en términos generales, el proceso se debe dar inicio tan pronto como sea posible sin generar maltrato a la superficie del concreto. Esto ocurrirá entre 1% y 3 horas, después de la colocación, en climas calurosos y secos entre 2% y 5 horas, en climas templados y, entre 4% y 7 horas, en climas muy fríos.
- El tiempo de curado debe ser el máximo posible. Como mínimo, debe ser 7 días para toda construcción de concreto estructural.

MÉTODOS DE CURADO

Provisionando agua: este método consiste en regar el concreto o mantenerlo cubierto con lonas permanentemente húmedas o formando arroceras. El concreto no debe secarse, por lo que es preferible evitar los procedimientos que requieren de atención y servicio constante. Este método por lo general se aplica a la parte superior de elementos horizontales, como losas y pavimentos. No es aplicable a columnas o fondos y costado de vigas.

Reteniendo agua: este método se logra aplicando membranas impermeables, inicialmente líquidas, a la superficie del concreto. Este sistema es aplicable en

elementos verticales y en la parte lateral e inferior de elementos horizontales. Cuando la membrana se aplica en la parte superior de elementos horizontales, debe cuidarse que no se destruya por el tránsito de construcción.

2.3. Marco Conceptual

- Concreto:

Es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para elaborar bases y paredes entre otros. La combinación entre la arena, el agua y el cemento en algunos países latinoamericanos también se le conoce como mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón.

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, generando un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertos elementos adicionales, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. (Abanto, p.11).

- Características mecánicas del concreto:

La principal característica estructural del concreto es resistir los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las situaciones por tracción o cortante sean muy bajas. Para determinar la resistencia a la compresión se preparan ensayos mecánicos (ensayos de rotura) sobre probetas de concreto.

- Cemento:

- El cemento se obtiene de la mezcla de piedra caliza y arcilla, el cual se procesa en hornos rotatorios a temperaturas de 1450 y 1480 °C cuyo resultado nos da una masa oscura llamada Clinker, el cual se muele finamente, este material obtenido contiene la propiedad fraguar y endurecer ante la presencia de agua; presentándose un proceso de reacción química concida comúnmente como

hidratación. El cemento tendrá que cumplir con los requisitos descritos en la norma ASTM para los tipos I, II y V los cuales se fabrican en nuestro país.

- Tipos de cemento:
 - Tipo I, es para uso general, que no requiera propiedades especiales ni especificadas para cualquier otro tipo.
 - Tipo II, es para uso general además también cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos.
 - Tipo III, es para ser empleado cuando se desea altas resistencias iniciales.
 - Tipo IV, es para cuando se desea tener bajo calor de hidratación.
 - Tipo V, es para ser empleados cuando se desea altas resistencias a los sulfatos.

El cemento utilizado para el presente proyecto fue cemento portland tipo I

- Propiedades físicas y mecánicas del cemento.

Principales propiedades físicas del cemento:

- Finura o fineza

Se refiere al grado de trituración del polvo, se expresa por la superficie, y sus unidades están en m^2/kg . Se puede determinar mediante ensayos. Importancia de la propiedad: a mayor finura, aumenta la resistencia, también aumenta el calor de hidratación y cambios de volumen.

- Peso específico

El peso específico se refiere al peso del cemento por cada unidad de volumen, se expresa en gr/cm^3 . Se determina mediante el siguiente ensayo: Ensayo del Frasco de Le Chatelier (NTP 334.005). Importancia de la propiedad: es usado en diseño de mezclas de concreto.

- Tiempo de fraguado

Viene a ser el tiempo entre el mezclado (agua con cemento) y la solidificación de la pasta, se expresa en minutos; Se presenta como: El tiempo de fraguado inicial y el tiempo de fraguado final, Se determina mediante ensayos; importancia

de la propiedad: Fija la empleabilidad correcta en obra y endurecimiento de los concretos y morteros.

- Estabilidad de volumen

Representa la verificación de la variación volumétrica por la presencia de agentes expansivos, se expresa en % y se determina mediante el siguiente ensayo: Ensayo de Autoclave: NTP (334.004)

- Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión mide la capacidad mecánica del cemento, se expresa en Kg/ cm². Se determina mediante el siguiente ensayo: Ensayo de compresión en probetas (NTP 334.051) este ensayo se realiza a diferentes edades: 3, 7, 14, y 28 días. Importancia de la propiedad: Es de las más importantes de las propiedades porque indica la calidad del concreto.

- Granulometría

Para determinar la granulometría de los agregados se realizan ensayos siguiendo las normas NTP 400.012 – ASTM C136/C33 La importancia de estos radica, en que de estos dependerán las propiedades de los diferentes tipos de concreto, mayor estabilidad volumétrica, resistencia, y por esto conviene que los agregados ocupen la mayor masa del concreto, compatible con la trabajabilidad.

- **AGREGADOS**

Los agregados forman parte del concreto, por tener partículas embebidas dentro de la pasta de cemento con agua en la elaboración del concreto. Son materiales inertes producto de la desintegración natural de rocas o al ser sometidas a la trituración de las mismas, ocupando aproximadamente del 60 % al 75 % del volumen de la unidad cubica de concreto. Las arenas manufacturadas, no empleadas en el Perú, y la piedra partida son productos de la trituración de piedras naturales, las cuales deben estar libres de suciedad, ser durables, y no deben tener sustancias que reaccionen químicamente con el cemento.

- Agregado fino:

Los agregados con formas de las partículas redondas y la textura lisa se han encontrado para requerir menos agua en el mezclado de concreto, por esta razón es preferible en concretos de alta resistencia. Habitualmente el agregado fino causa un efecto mayor en las proporciones de la mezcla que el agregado grueso. Los primeros tienen una mayor superficie específica y como la pasta tiene que recubrir todas las superficies de los agregados, el requerimiento de pasta en la mezcla se verá afectado por la proporción en que se incluyan estos. (Rivva 2011)

El agregado fino es la arena natural proveniente de canteras aluviales o de arena producida artificialmente. Sus partículas tienen una forma generalmente cúbica o esférica y razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas. La arena natural es constituida por fragmentos de roca limpios, duros, compactos, durables.

- Agregado Grueso

Los agregados gruesos o gravas, son materiales que se extraen de rocas de cantera, triturados o procesados, canto rodado, cuyas partículas comprenden tamaños desde unos 5 mm hasta 6 pulgadas para los fragmentos más grandes.

Debido a sus propiedades, es necesario que las gravas provengan de materiales duraderos, resistentes y sólidos mecánicamente, que no contengan contaminantes o partículas dañinas que afecten el fraguado del concreto.

Se demostró que para obtener una óptima resistencia a la compresión con un volumen de cemento alto y las proporciones de agua / cemento bajas, el tamaño

del agregado grueso debe ser mantenido en un mínimo, en el orden de ½” (12.7 mm) a 3/8” (9.5 mm); el tamaño máximo de ¾” (19.0 mm) y 1” (25.4 mm) también es usado normalmente. (Rivva 2011)

- Agua

Se le conoce también como agua dulce, contiene una cantidad mínima de sales disueltas (a diferencia del agua de mar, que es salada). A través de un proceso de potabilización, los humanos logran transformar el agua dulce en agua potable, es decir, apta para el consumo gracias al valor equilibrado de sus minerales.

El agua empleada en la preparación del concreto debe cumplir con los requisitos según la Norma NTP 339.088 y de preferencia ser potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse.

La norma técnica peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, a las aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas estén comprendidas dentro de los siguientes límites.

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>LÍMITE PERMISIBLE</i>
Límite en suspensión	5000 ppm <u>max</u>
Materia orgánica	3 ppm <u>max</u>
Alcalinidad (NaHCO₃)	1000 ppm <u>max</u>
Suelo (Ion SO₄)	600 ppm <u>max</u>
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm <u>max</u>
pH	5 < pH < 8

Tabla N° 1. Contenido de sustancias apropiadas en el agua para curado del concreto

- Feldespatos

Son correspondientes a los silicatos de aluminio, sodio, potasio y calcio o mezclas de sus bases, estos son los minerales más abundantes de la corteza terrestre. Se dividen en dos grandes grupos: el grupo de la ortosa, o feldespatos potásicos, y el grupo de las plagioclasas, o feldespatos sódicos - cálcicos.

- Granito

Son rocas ígneas, que poseen diferentes componentes como el cuarzo, la mica y el feldespato. El término no es sólo utilizado para nombrar a minerales que cumplan con estas características, pues, la comunidad científica se encargó de apilar el término “granitoides”, que se aplica a una selección de creaciones más amplia. Estos tipos de piedra son los más comunes, pues, cubren gran parte de la superficie terrestre y continental; su consolidación esta dado bajo una alta cantidad de presión, en lugares profundos y con algo de magma. Sin embargo, el granito, no tiene una forma específica de formarse, existen vías análogas a la antes mencionada, a través de las cuales pueden empezar a existir.

2.4. Sistema de Hipótesis

- Hipótesis General

Se podría utilizar el polvo de roca granito como un material adicional activándolo mecánicamente para sustituir el 10% de la arena gruesa por ser una roca ígnea y tener un alto contenido de sílice y aluminio en su composición para un concreto FC 210KG/CM2, dando a lugar a una nueva tecnología del concreto a la integración de un nuevo material.

- Variables

- Independiente:

Utilización del polvo de granito como agregado en el concreto FC 210KG/CM2

- Dependiente:

Resistencia de los resultados obtenidos del estudio a realizar

- Operacionalización de Variable

VARIABLES		DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS	INDICE
TIPO	DESCRIPCION				
INDEPENDIENTE	POLVO GRANITO	PROPIEDADES FISICAS	PESO ESPECIFICO	Balanza, recipiente	g/cm ²
DEPENDIENTE	RESISTENCIA DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO A REALIZAR	ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO	ASENTAMIENTO	Asentamiento del concreto según ASTM C143	Cm
			PESO UNITARIO	Peso unitario del concreto según ASTM C138	Kg/m ³
			CONTENIDO DE AIRE	Contenido de aire del concreto según ASTM C231	%
			TEMPERATURA	Ensayo para determinar la temperatura del concreto según ASTM C1064	°C
		ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO	RESISTENCIA A LA COMPRESION	Ensayo de resistencia a la compresión según ASTM C39	Kg/Cm ²

Tabla N° 2. Operacionalización de las variables.

3. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación.

- Tipo de Investigación

La presente investigación es cualitativa

- Nivel de Investigación

De acuerdo a lo realizado es aplicada.

3.2. Población y Muestra de Estudio.

- Población

La institución beneficiada sería la Universidad Privada Antenor Orrego y la ciudad de Chepen.

- Muestra

Polvo de roca granito obtenida de la cantera Talambo en la ciudad de Chepen.

3.3. Diseño de Investigación.

Para poder realizar este diseño de investigación, utilizaremos cuadros, donde cada punto del análisis que se encuentra en el proceso de investigación está en la Norma Técnica Peruana (NTP 339.034), (NTP 339.185), (NTP 400.017) y (NTP 400.012)

Ge	:	O ₁	-----	x	-----	O ₃	-----	O ₅	-----	O ₇
Gc	:	O ₂	-----		-----	O ₄	-----	O ₆	-----	O ₈

O₁: elaboración de mezcla de concreto modificado

O₂: elaboración de mezcla de concreto patrón

O₃: medición de resistencia del concreto modificado a 7 días

O₄: medición de resistencia del concreto patrón a 7 días

O₅: medición de resistencia del concreto modificado a 14 días

O₆: medición de resistencia del concreto patrón a 14 días

O₇: medición de resistencia del concreto modificado a 28 días

O₈: medición de resistencia del concreto patrón a 28 días

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1. Ensayos

a) Contenido de humedad

Este ensayo se realiza para obtener la humedad evaporable de la muestra de agregado fino por secado en porcentaje.

El procedimiento que se sigue para poder determinar el contenido de humedad tomando en cuenta la NTP 339.185 (ASTM C-566) es el siguiente:

- Obtener la muestra de conformidad
- Determinamos la cantidad mínima de muestra del agregado de acuerdo a la tabla N° 3 extraída de la norma NTP 339.185

Tamaño nominal máximo mm (Pulg) ^A	Masa mínima de la muestra de ensayo Kg ^B
4.75 (0.187) (No. 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2
19.0 (3/4)	3
25.0 (1)	4
37.5 (1 ½)	6
50 (2)	8
63 (2 ½)	10
75 (3)	13
90 (3 ½)	16
100 (4)	25
150 (6)	50

Tabla N° 3. Muestra de ensayo del agregado.

- Secar la muestra por completo en el recipiente.
- Determinar el peso de la muestra seca, después de que haya sido secada y enfriado.
- Calcular el contenido de humedad (P)

$$P = \frac{\text{peso del material humedo} - \text{peso del material seco}}{\text{peso del material seco}} \times 100$$

Cálculos para determinar contenido de humedad

Descripción	Valor
Peso de recipiente (gr)	
Peso de recipiente + material húmedo (gr)	
Peso de recipiente + material seco (gr)	
Peso de material húmedo (gr)	
Peso de material seco (gr)	
Peso de agua contenida (gr)	
Contenido de humedad (%)	

Tabla N° 4. Cuadro para calcular el contenido de humedad.

b) Peso unitario

- Peso unitario suelto

Este ensayo también se conoce como densidad de masa suelta, este ensayo viene a ser la masa por unidad de volumen del agregado.

El procedimiento a seguir para poder determinar el peso unitario suelto tomando en cuenta la NTP 400.017 (ASTM C-29) es el siguiente:

- Obtener la muestra de conformidad
- Elegir la capacidad del recipiente según las tablas 5 y 6 de la NTP 400.017

Tamaño máximo nominal del agregado		Capacidad del depósito	
Pulgadas	mm	pie ³	L (m ³)
½	12.5	1/10	2.8 (0.0028)
1	25.0	1/3	9.3 (0.0093)
1 ½	37.5	½	14 (0.014)
3	75	1	28 (0.028)
4	100	2 ½	70 (0.070)
5	125	3 ½	100 (0.100)

Tabla N° 5. Capacidad del depósito medidor (molde) según el tamaño máximo nominal del agregado.

Capacidad del depósito medidor (molde)	Espesor del metal, mínimo		
	Parte inferior	Arriba de 1 ½" o 38 mm	Pared restante
< 0.4 pie ³	0.20"	0.10"	0.10"
De 0.4 a 1.5 pie ³ (inclusive)	0.20"	0.20"	0.12"
>1.5 a 2.8 pie ³ (inclusive)	0.40"	0.25"	0.15"
> 2.8 a 4.0 pie ³ (inclusive)	0.50"	0.30"	0.20"
11 L	5.0 mm	2.5 mm	2.5 mm
De 11 a 42 L (inclusive)	5.0 mm	5.0 mm	3.0 mm
> 42 a 80 L (inclusive)	10.0 mm	6.4 mm	3.8 mm
> 80 a 133 L (inclusive)	13.0 mm	7.6 mm	5.0 mm

Tabla N° 6. Requisitos de espesor para depósitos a ser utilizados para la determinación de pesos unitarios.

- Llenar el recipiente con un cucharón.
- Nivelar la superficie del agregado con una espátula.
- Pesar el recipiente con la muestra y el recipiente vacío.
- Calcular peso unitario suelto (PS)

$$PS = \frac{\text{peso del recipiente con muestra suelta} - \text{peso del recipiente}}{\text{volumen del recipiente}}$$

Calculo para obtener peso unitario suelto

Descripción	1	2	3	Promedio
Peso de recipiente + muestra suelta (kg)				
Peso de recipiente + muestra apisonada (kg)				
Peso de recipiente (kg)				
Peso de la muestra en estado suelto (kg)				
Peso de la muestra en estado apisonado (kg)				
Volumen del recipiente (m ³)				
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)				

Tabla N° 7. Cuadro para calcular el peso unitario suelto.

- Peso unitario compactado

Este ensayo también se conoce como densidad de masa compactada, este ensayo viene a ser la masa por unidad de volumen del agregado.

El procedimiento a seguir para poder determinar el peso unitario compactado tomando en cuenta la NTP 400.017 (ASTM C-29) es el siguiente:

- Obtener la muestra de conformidad
- Elegir la capacidad del recipiente según las tablas 8 y 9 en la NTP 400.017

Tamaño máximo nominal del agregado		Capacidad del depósito	
Pulgadas	mm	pie ³	L (m ³)
½	12.5	1/10	2.8 (0.0028)
1	25.0	1/3	9.3 (0.0093)
1 ½	37.5	½	14 (0.014)
3	75	1	28 (0.028)
4	100	2 ½	70 (0.070)
5	125	3 ½	100 (0.100)

Tabla N° 8. Capacidad del depósito medidor (molde) según el tamaño máximo nominal del agregado.

Capacidad del depósito medidor (molde)	Espesor del metal, mínimo		
	Parte inferior	Arriba de 1 ½" o 38 mm	Pared restante
< 0.4 pie ³	0.20"	0.10"	0.10"
De 0.4 a 1.5 pie ³ (inclusive)	0.20"	0.20"	0.12"
>1.5 a 2.8 pie ³ (inclusive)	0.40"	0.25"	0.15"
> 2.8 a 4.0 pie ³ (inclusive)	0.50"	0.30"	0.20"
11 L	5.0 mm	2.5 mm	2.5 mm
De 11 a 42 L (inclusive)	5.0 mm	5.0 mm	3.0 mm
> 42 a 80 L (inclusive)	10.0 mm	6.4 mm	3.8 mm
> 80 a 133 L (incluive)	13.0 mm	7.6 mm	5.0 mm

Tabla N° 9. Requisitos de espesor para depósitos a ser utilizados para la determinación de pesos unitarios.

- Seleccionar el procedimiento de compactación, para agregado fino siempre será por apisonado
- Llenar el recipiente con un cucharón.
- Nivelar la superficie del agregado con una espátula.
- Pesar el recipiente con muestra y recipiente vacío.
- Calcular peso unitario suelto (PC)

$$PC = \frac{\text{peso del recipiente con muestra suelta} - \text{peso del recipiente}}{\text{volumen del recipiente}}$$

Calculo para obtener peso unitario compactado

Descripción	1	2	3	Promedio
Peso de recipiente + muestra suelta (kg)				
Peso de recipiente + muestra apisonada (kg)				
Peso de recipiente (kg)				
Peso de muestra en estado suelto (kg)				
Peso de muestra en estado apisonado (kg)				
Volumen del recipiente (m3)				
Peso Unitario Compactado (kg/m3)				

Tabla N° 10. Cuadro para calcular el peso unitario compactado.

c) Porcentaje de absorción

La absorción es el incremento de la masa del agregado esto debido al agua que penetra en los poros de las partículas de la muestra, durante un periodo de tiempo prescrito, expresado como porcentaje de la masa seca

El procedimiento que se sigue para obtener el peso unitario suelto según NTP 400.022 (ASTM C-128) para agregado fino y NTP 400.021 (ASTM C-127) para agregado grueso es el siguiente:

- Seleccionar la muestra del agregado
- Colocar la muestra en un recipiente, llenarla con agua y dejar reposar durante 24 horas.
- Poner la muestra en un lugar plano y no absorbente y mover la muestra constantemente para tener un secado homogéneo.
- Retirar 500 gr de la muestra saturada seca superficialmente.
- Secar la muestra retirada y determinar la masa seca.
- Calcular el porcentaje de absorción.

$$absorcion \% = \frac{S1 - A1}{A1} \times 100$$

Donde:

S1 = peso de la muestra sss

A1 = peso de la muestra secada en horno

Calculo para obtener porcentaje de absorción

Descripción	1	2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno (gr)			
Peso del picnómetro llenado con agua (gr)*			
Peso del picnómetro llenado con muestra y agua (gr)*			
Peso de la muestra SSS (gr)			
Absorción (%)			

Tabla N° 11. Cuadro para calcular la absorción del agregado.

d) Granulometría de los agregados

El análisis granulométrico de los agregados es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños, el cual consiste en tamizar las partículas por una serie de mallas de aberturas estandarizadas y pesar los materiales refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total. Con este ensayo se busca averiguar la distribución del agregado fino con relación a los diferentes diámetros de sus partículas. Los tamices estándar usados para determinar la gradación de los agregados finos son las N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.

Cuadro de cálculo para análisis granulométrico

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido (%)	Retenido Acum (%)	Pasante (%)	Rango		Datos de la muestra	
						Mínimo	Máximo		
3"	75.000							Descripción Procedencia F. Recepción	
2"	50.000								
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	19.000							Masa Inicial (gr) Masa final (gr) Diferencia (Max 0.3%) %	
1/2"	12.500								
3/8"	9.500								
Nº 4	4.750							Características Físicas	
Nº 8	2.360								
Nº 16	1.180								
Nº 30	0.600								
Nº 50	0.300							Tamaño Máx. Nominal	
Nº 100	0.150							Material < Malla 200 %	
Nº 200	0.075							Contenido de Humedad %	
Fondo	-							Módulo de Finura	
			100.0						

Tabla Nº 12. Cuadro para calcular el análisis granulométrico.

e) Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se basa en la resistencia buscada para el concreto que se diseña. En él se fija la relación agua / cemento, tal que se asegure la durabilidad y la resistencia del concreto.

El diseño de mezcla se realiza con tablas, las cuales se basan en ensayos realizados en laboratorios, con la finalidad de guiar a los diseñadores de mezclas de concreto, para así lograr la dosificación más adecuada en función a la resistencia esperada.

A continuación se muestra el procedimiento paso a paso.

- Obtener el factor k, teniendo en cuenta la mano de obra, el equipo, los materiales y el control de mezcla, este valor se toma de la siguiente tabla.

CONDICIONES DE OBRA	K
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.20
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.35
Materiales variables, dosificación por volumen sin supervisión especializada.	1.50

Tabla N° 13. Condición de obra para obtener el valor de k.

- Definir los valores del slump de acuerdo a la obra en la que se va emplear el diseño.

TIPO DE CONSTRUCCION	REVENIMIENTO (SLUMP) EN CENTIMETROS	
	Compactación con Vibrador	Compactación Manual
Concreto Masivo	5 (2")	8 (3")
Muros gruesos, zapatas, cimientos, corridos, vigas de cimentación	5 a 8 (3")	8 a 10 (4")
Losas, sobre suelo y encofradas	6 a 8 (3")	8 a 10 (4")
Vigas, muros con ancho t >30 cm	8 a 10 (4")	10 a 13 (5")
Columnas	8 a 10 (4")	10 a 13 (5")
Secciones delgadas o secciones congestionadas de armadura (acero)	10 a 13 (5")	N.A.

Tabla N° 14. Valores del slump para cada obra.

- Determinar el contenido de agua de la siguiente tabla tomando en cuenta el slump y tamaño máximo del agregado.

TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS	SLUMP			
	2" (15 a 50 mm)	3" (50 a 80 mm)	4"-5" (80 a 130 mm)	6" (130 a 180 mm)
1/2" (13 mm)	203	215	240	260
3/4" (19 mm)	195	205	220	227
1" (25 mm)	190	200	205	212
1 1/2" (38 mm)	175	185	200	207

Tabla N° 15. Contenido de agua según el slump.

- Obtener el contenido de cemento kg/m³

$$\text{contenido de cemento} = \frac{\text{contenido de agua}}{f'c \times k}$$

- Determinar contenido de agregados kg/m³

$$\text{contenido de agregados} = 2400 - \text{contenido de agua} - \text{contenido de cemento}$$

- Determinar la cantidad de arena kg/m³

% que pasa malla N° 16	Tipo de arena
25 - 64	I
47 - 86	II
67 - 100	III
Más de 89	IV

Tabla N° 16. Cuadro para determinar el tipo de arena.

Tamaño máximo de agregado	Tipo de arena			
	I	II	III	IV
1/2"	60	50	40	35
3/4"	50	40	36	25
1"	47	37	32	24
1 1/2"	45	35	26	23

Tabla N° 17. Proporción de agregado fino según el tipo de arena.

$$\text{cantidad de arena} = \frac{\text{proporcion de agregado fino}}{100} \times \text{contenido de agregados}$$

- Determinar la cantidad de piedra kg/m3

$$\text{cantidad de piedra} = \text{contenido de agregados} - \text{cantidad de arena}$$

- Cuadro final de diseño de mezcla

MATERIAL	EN KG/M3	EN OTRAS UNIDADES	
Cemento			bls/m3
agua			litros
arena			m3/m3
piedra			m3/m3

Tabla N° 18. Diseño de mezcla.

f) Resistencia a la compresión

	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm2)	PORCENTAJE RESISTENCIA
CP210-01		10.1	80.12			
CP210-02		10.1	80.12			
CP210-03		10.1	80.12			
PROMEDIO						

Tabla N° 19. Cuadro para calcular la resistencia alcanzada por el concreto.

3.5. Procesamiento y análisis de datos.

a. CONTENIDO DE HUMEDAD

- Agregado fino:

Luego de realizar los ensayos correspondientes en laboratorio de suelos para encontrar el contenido de humedad del agregado fino (arena zarandeada) utilizando la norma NTP 339.185 (ASTM C-566) obtuvimos los siguientes resultados

Descripción	Valor
Peso del recipiente (gr)	116
Peso del recipiente + material húmedo (gr)	1,116
Peso del recipiente + material seco (gr)	1,109
Peso del material húmedo (gr)	1,000
Peso del material seco (gr)	993
Peso de agua contenida (gr)	7
Contenido de humedad (%)	0.7

Tabla N° 20. Resultados del contenido de humedad del agregado fino.

- Agregado grueso:

Luego de realizar los ensayos correspondientes en laboratorio de suelos para encontrar el contenido de humedad del agregado grueso (piedra zarandeada TMN = $\frac{3}{4}$ ") utilizando la norma NTP 339.185 (ASTM C-566) obtuvimos los siguientes resultados

Descripción	Valor
Peso del recipiente (gr)	311
Peso del recipiente + material húmedo (gr)	3,311
Peso del recipiente + material seco (gr)	3,288
Peso del material húmedo (gr)	3,000
Peso del material seco (gr)	2,977
Peso de agua contenida (gr)	23
Contenido de humedad (%)	0.8

Tabla N° 21. Resultados del contenido de humedad del agregado grueso.

b. PESO UNITARIO

- Agregado fino:

Luego de realizar los ensayos correspondientes en laboratorio de suelos para encontrar el peso unitario del agregado fino (arena zarandeada) utilizando la norma NTP 400.017 (ASTM C-29) obtuvimos los siguientes resultados

Peso unitario suelto

Descripción	1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra suelta (kg)	15.065	14.972	15.015	
Peso del recipiente + muestra apisonada (kg)	15.872	15.903	15.954	
Peso del recipiente (kg)	3.442	3.442	3.442	
Peso de la muestra en estado suelto (kg)	11.623	11.530	11.573	
Peso de la muestra en estado apisonado (kg)	12.430	12.461	12.512	
Volumen del recipiente (m ³)	0.007	0.007	0.007	
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1,660	1,647	1,653	1,653

Tabla N° 22. Resultados del peso unitario suelto del agregado fino.

Peso unitario compactado

Descripción	1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra suelta (kg)	15.065	14.972	15.015	
Peso del recipiente + muestra apisonada (kg)	15.872	15.903	15.954	
Peso del recipiente (kg)	3.442	3.442	3.442	
Peso de la muestra en estado suelto (kg)	11.623	11.530	11.573	
Peso de la muestra en estado apisonado (kg)	12.430	12.461	12.512	
Volumen del recipiente (m ³)	0.007	0.007	0.007	
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1,776	1,780	1,787	1,781

Tabla N° 23. Resultados del peso unitario compactado del agregado fino.

- Agregado grueso:

Luego de realizar los ensayos correspondientes en laboratorio de suelos para encontrar el peso unitario del agregado grueso (piedra zarandeada TMN = ¾”) utilizando la norma NTP 400.017 (ASTM C-29) obtuvimos los siguientes resultados

Peso unitario suelto

descripción	1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra suelta kg)	13.865	13.922	13.821	
Peso del recipiente + muestra apisonada (kg)	14.977	14.896	15.148	
Peso del recipiente (kg)	3.442	3.442	3.442	
Peso de la muestra en estado suelto (kg)	10.423	10.480	10.379	
Peso de la muestra en estado apisonado (kg)	11.535	11.454	11.706	
Volumen del recipiente (m3)	0.007	0.007	0.007	
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1,489	1,497	1,483	1,490

Tabla N° 24. Resultados del peso unitario suelto del agregado grueso.

Peso unitario compactado

Descripción	1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra suelta kg)	13.865	13.922	13.821	
Peso del recipiente + muestra apisonada (kg)	14.977	14.896	15.148	
Peso del recipiente (kg)	3.442	3.442	3.442	
Peso de la muestra en estado suelto (kg)	10.423	10.480	10.379	
Peso de la muestra en estado apisonado (kg)	11.535	11.454	11.706	
Volumen del recipiente (m3)	0.007	0.007	0.007	
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	1,648	1,636	1,672	1,652

Tabla N° 25. Resultados del peso unitario compactado del agregado grueso.

c. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

- Agregado fino:

Luego de realizar los ensayos correspondientes en laboratorio de suelos para encontrar el peso específico y absorción del agregado fino (arena zarandeada) utilizando la norma NTP 400.022 (ASTM C-128) obtuvimos los siguientes resultados

Peso específico

Descripción	1	2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno (gr)	502	500	
Peso del picnómetro llenado con agua (gr)*	1416	1419	
Peso del picnómetro llenado con muestra y agua (gr)*	1733	1734	
Peso de la muestra SSS (gr)	507	505	
Peso Específico Base Seca (gr/cm ³)	2.64	2.63	2.64
Peso Específico Base SSS (gr/cm ³)	2.67	2.66	2.67

* llenado hasta la marca de calibración

Tabla N° 26. Resultados del peso específico del agregado fino.

Absorción

Descripción	1	2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno (gr)	502	500	
Peso del picnómetro llenado con agua (gr)*	1416	1419	
Peso del picnómetro llenado con muestra y agua (gr)*	1733	1734	
Peso de la muestra SSS (gr)	507	505	
Absorción (%)	1.0	1.0	1.0

* llenado hasta la marca de calibración

Tabla N° 27. Resultados de la absorción del agregado fino.

- Agregado grueso:

Luego de realizar los ensayos correspondientes en laboratorio de suelos para encontrar el peso específico y absorción del agregado grueso (piedra zarandeada TMN = ¾”) utilizando la norma NTP 400.021 (ASTM C-127) obtuvimos los siguientes resultados

Peso específico

Descripción	1	2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire (gr)	2970	2765	
Peso de la muestra SSS al aire (gr)	3008	2800	
Peso aparente de la muestra saturada en agua (gr)	1903	1775	
Peso Específico Base Seca (gr/cm ³)	2.69	2.70	2.70
Peso Específico Base SSS (gr/cm ³)	2.72	2.73	2.73

* llenado hasta la marca de calibración

Tabla N° 28. Resultados del peso específico del agregado grueso.

Absorción

Descripción	1	2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire (gr)	2970	2765	
Peso de la muestra SSS al aire (gr)	3008	2800	
Peso aparente de la muestra saturada en agua (gr)	1903	1775	
Absorción (%)	1.3	1.3	1.3

Tabla N° 29. Resultados de la absorción del agregado grueso.

- Polvo de roca granito:

Luego de realizar los ensayos correspondientes en laboratorio de suelos para encontrar el peso específico y absorción del polvo de roca granito utilizando la norma NTP 400.022 (ASTM C-128) obtuvimos los siguientes resultados

Peso específico

descripción	1	2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno (gr)	498	500	
Peso del picnómetro llenado con agua (gr)*	694	689	
Peso del picnómetro llenado con muestra y agua (gr)*	978	974	
Peso de la muestra SSS (gr)	500	502	
Peso Específico Base Seca (gr/cm ³)	2.31	2.30	2.31
Peso Específico Base SSS (gr/cm ³)	2.31	2.31	2.31

* llenado hasta la marca de calibración

Tabla N° 30. Resultados del peso específico del polvo de roca granito.

Absorción

descripción	1	2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno (gr)	498	500	
Peso del picnómetro llenado con agua (gr)*	694	689	
Peso del picnómetro llenado con muestra y agua (gr)*	978	974	
Peso de la muestra SSS (gr)	500	502	
Absorción (%)	0.4	0.4	0.4

* llenado hasta la marca de calibración

Tabla N° 31. Resultados de la absorción del polvo de roca granito.

d. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

- Agregado fino:

Análisis granulométrico por tamizado según norma ASTM C-136 / NTP 400.012

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido (%)	Retenido Acum (%)	Pasante (%)	Rango		Datos de la muestra	
						Mínimo	Máximo		
3"	75.000							Descripción : ARENA ZARANDEADA Procedencia : CANT QUEBRADA EL LEON F. Recepción : 02/11/2018	
2"	50.000								
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	19.000								
1/2"	12.500							Masa Inicial (gr) 1200	
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Masa final (gr) 1197	
Nº 4	4.750	23.0	1.9	1.9	98.1	95	100	Diferencia (Max 0.3%) 0.25 %	
Nº 8	2.360	95.0	7.9	9.9	90.1	80	100		
Nº 16	1.180	203.0	17.0	26.8	73.2	50	85	Características Físicas	
Nº 30	0.600	286.0	23.9	50.7	49.3	25	60	Tamaño Máx. Nominal	
Nº 50	0.300	219.0	18.3	69.0	31.0	5	30	Material < Malla 200 3.9 %	
Nº 100	0.150	222.0	18.5	87.6	12.4	0	10	Contenido de Humedad 0.7 %	
Nº 200	0.075	109.0	9.1	96.7	3.3	0	5	Módulo de Finura 2.46	
Fondo	-	40.0	3.3	100.0	0.0				
		1197.0	100.0						

Tabla Nº 32. Resultados del análisis granulométrico del agregado fino.

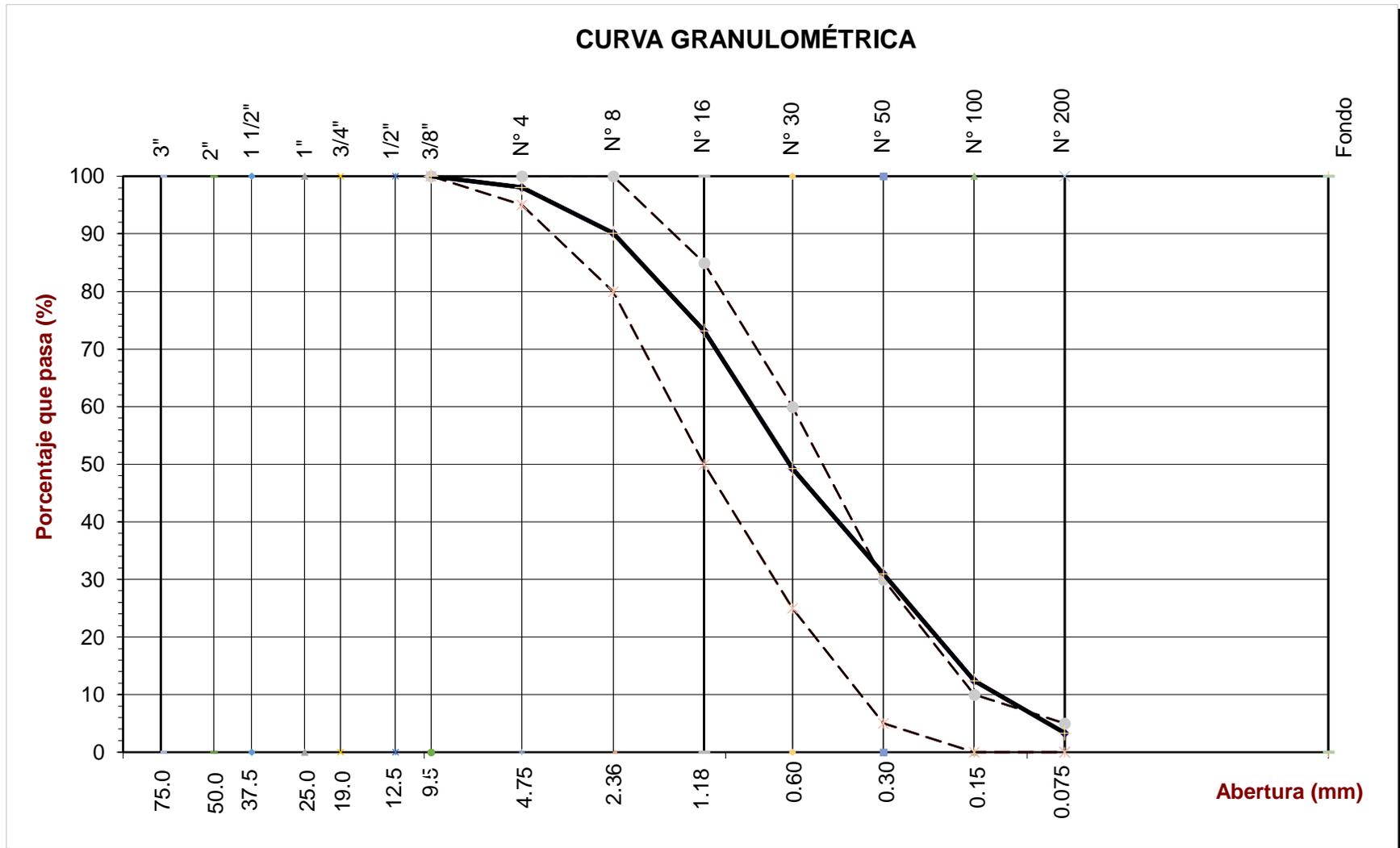


Grafico N° 1. Curva granulométrica del agregado fino.

- Agregado grueso:

Análisis granulométrico por tamizado según norma ASTM C-136 / NTP 400.012

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido (%)	Retenido Acum (%)	Pasante (%)	Límites (Huso 67)		Datos de la muestra	
						Mínimo	Máximo		
3"	75.000							Descripción : PIEDRA ZARANDEADA Procedencia : F. Recepción : 02/11/2018	
2"	50.000								
1 1/2"	37.500								
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100		
3/4"	19.000	34.0	0.7	0.7	99.3	90	100		
1/2"	12.500	1456.0	28.9	29.6	70.4	47	75	Masa Inicial (gr) 5050	
3/8"	9.500	1215.0	24.1	53.6	46.4	20	55	Masa final (gr) 5042	
Nº 4	4.750	2149.0	42.6	96.3	3.7	0	10	Diferencia (Max 0.3%) 0.16 %	
Nº 8	2.360	87.0	1.7	98.0	2.0	0	5		
Nº 16	1.180							Características Físicas	
Nº 30	0.600							Tamaño Máx. Nominal 3/4"	
Nº 50	0.300							Material < Malla 200 0.6 %	
Nº 100	0.150							Contenido de Humedad 0.8 %	
Nº 200	0.075							Módulo de Finura 6.41	
Fondo	-	101.0	2.0	100.0	0.0				
		5042.0	100.0						

Tabla Nº 33. Resultados del análisis granulométrico del agregado grueso.

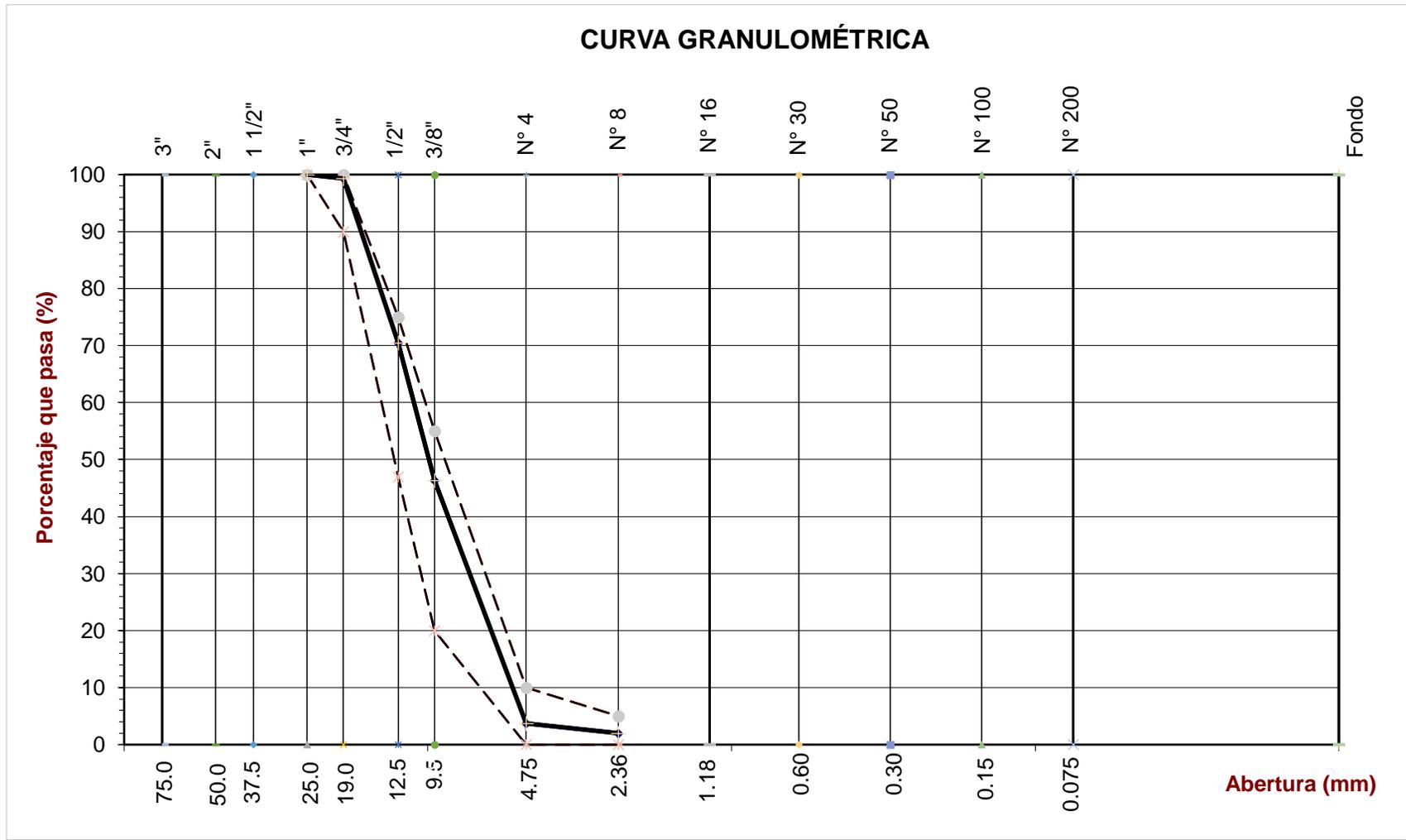


Gráfico N° 2. Curva granulométrica del agregado grueso.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados.

- Diseño patrón:

a. A los 7 días.

PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PORCENTAJE RESISTENCIA
CP210-01	7	10.1	80.12	20934	261	124%
CP210-02	7	10.1	80.12	19995	250	119%
CP210-03	7	10.1	80.12	21616	270	129%
PROMEDIO					260	124%

Tabla N° 34. Resistencia a la compresión a los 7 días del concreto patrón.

Grafica de resistencia a la compresión a los 7 días del concreto patrón

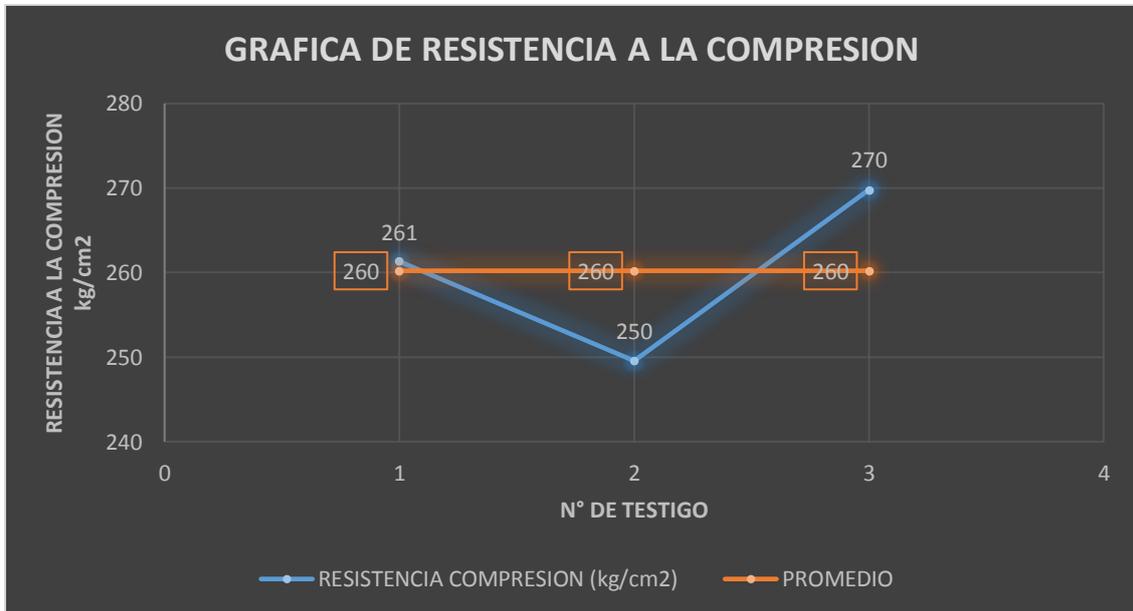


Grafico N° 3. Curva de resistencias y su promedio a 7 días del concreto patrón.

b. A los 14 días.

PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PORCENTAJE RESISTENCIA
CP210-04	7	10.1	80.12	23398	292	139%
CP210-05	7	10.1	80.12	25649	320	152%
CP210-06	7	10.1	80.12	24084	301	143%
PROMEDIO					304	145%

Tabla N° 35. Resistencia a la compresión a los 14 días del concreto patrón.

Grafica de resistencia a la compresión a los 14 días del concreto patrón

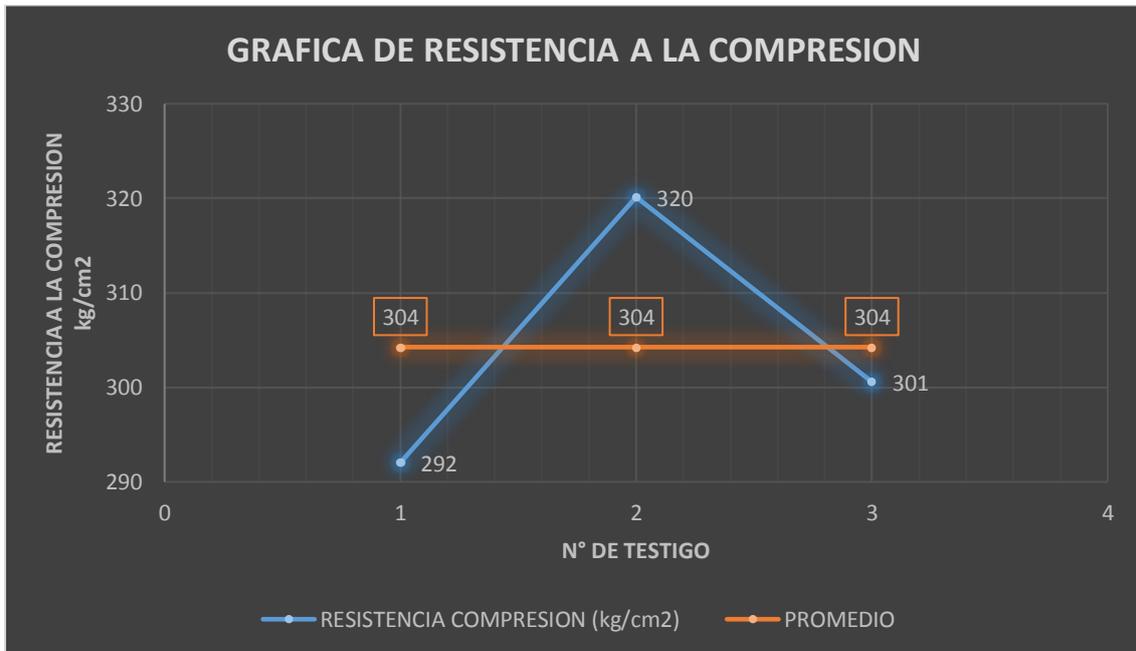


Grafico N° 4. Curva de resistencias y su promedio a 14 días del concreto patrón.

c. A los 28 días.

PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PORCENTAJE RESISTENCIA
CP210-07	28	10.1	80.12	28251	353	168%
CP210-08	28	10.1	80.12	27375	342	163%
CP210-09	28	10.1	80.12	27749	346	165%
PROMEDIO					347	165%

Tabla N° 36. Resistencia a la compresión a los 28 días del concreto patrón.

Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días del concreto patrón

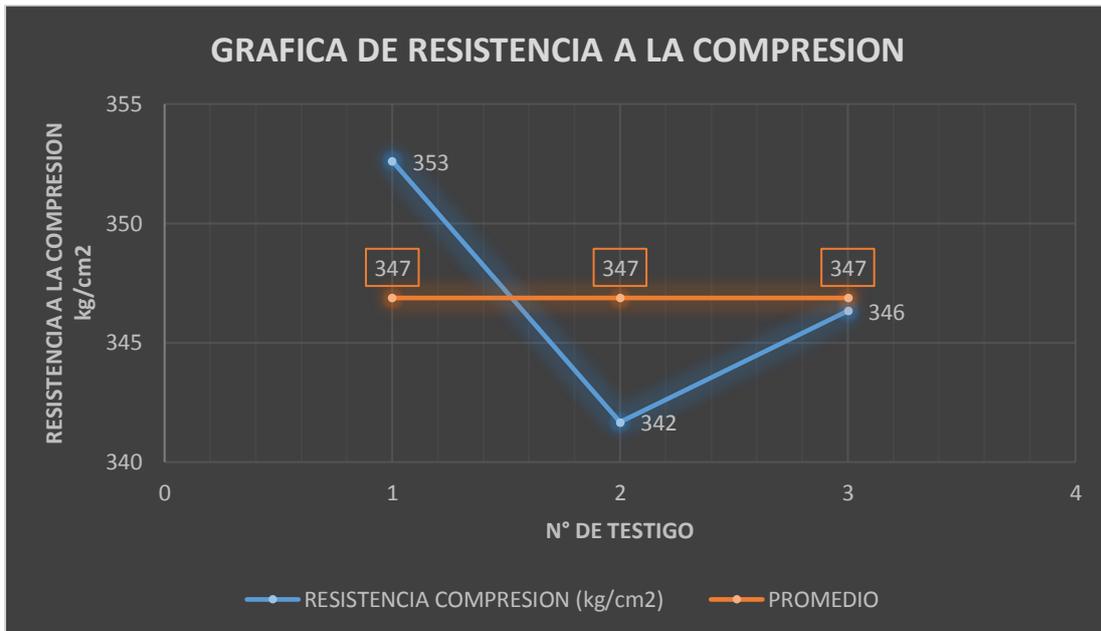


Grafico N° 5. Curva de resistencias y su promedio a 28 días del concreto patrón.

Grafica de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días del concreto patrón

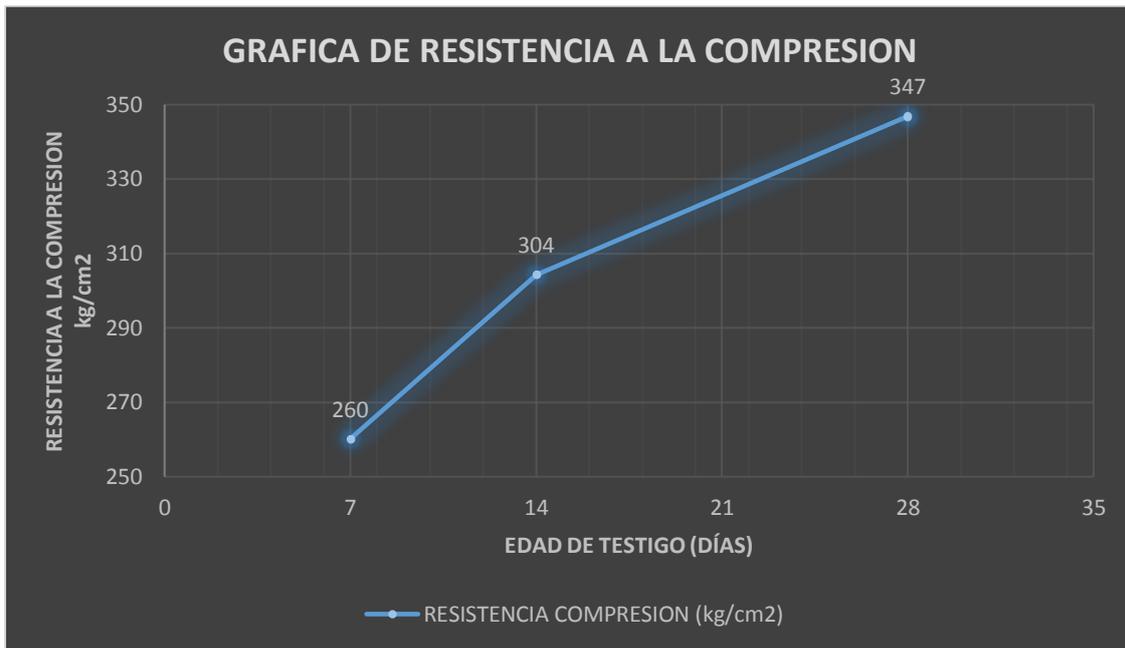


Grafico N° 6. Curva de resistencias a 7, 14 y 28 días del concreto patrón.

- Diseño experimental

a. A los 7 días.

	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PORCENTAJE RESISTENCIA
210PG10-01	7	10.1	80.12	21230	265	126%
210PG10-02	7	10.1	80.12	20750	259	123%
210PG10-03	7	10.1	80.12	21150	264	126%
PROMEDIO					263	125%

Tabla N° 37. Resistencia a la compresión a los 7 días del concreto experimental.

Grafica de resistencia a la compresión del concreto experimental a los 7 días

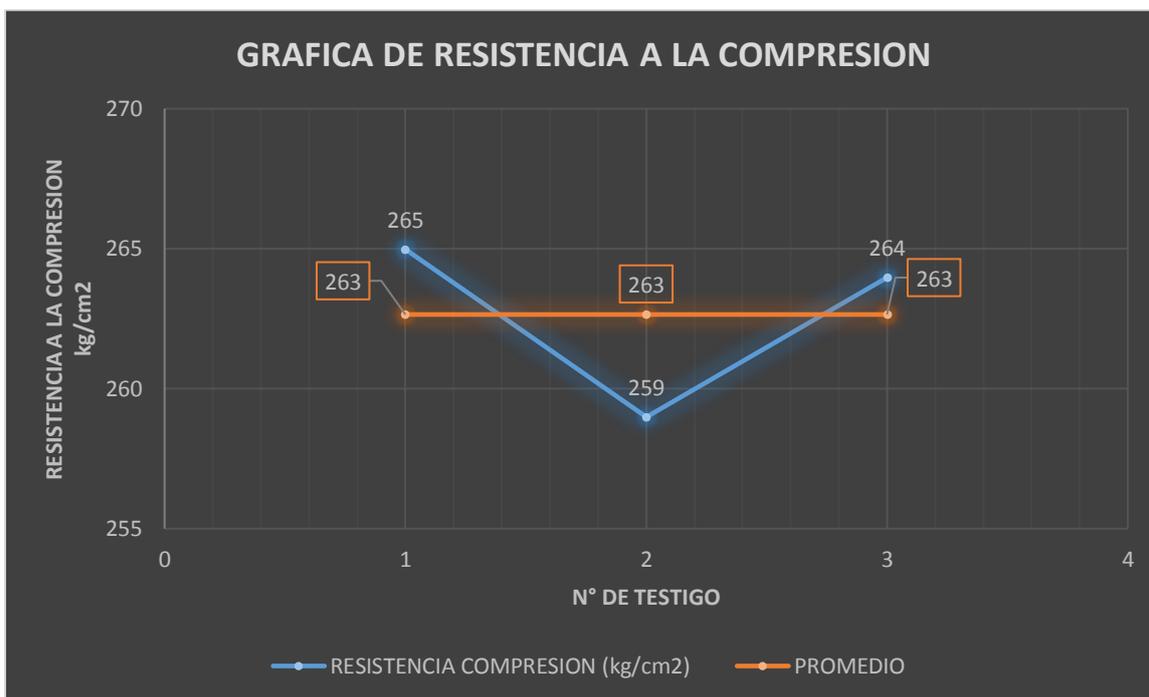


Grafico N° 7. Curva de resistencias y su promedio a 7 días del concreto experimental.

b. A los 14 días.

	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PORCENTAJE RESISTENCIA
210PG10-04	14	10.1	80.12	24587	307	146%
210PG10-05	14	10.1	80.12	23739	296	141%
210PG10-06	14	10.1	80.12	24444	305	145%
PROMEDIO					303	144%

Tabla N° 38. Resistencia a la compresión a los 14 días del concreto experimental.

Grafica de resistencia a la compresión concreto experimental a los 14

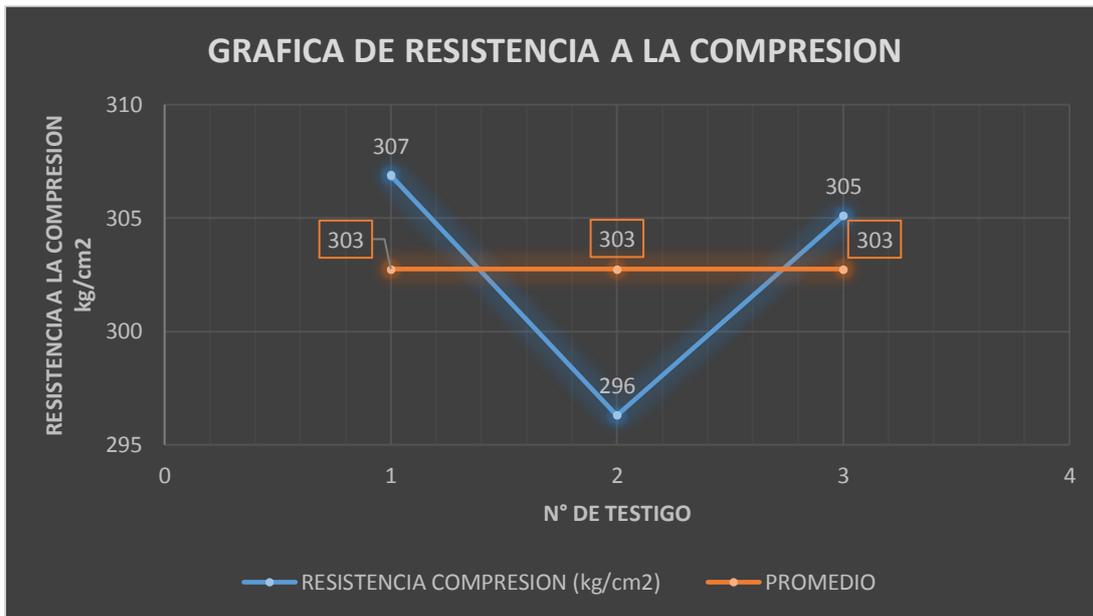


Grafico N° 8. Curva de resistencias y su promedio a 14 días del concreto experimental.

c. A los 28 días.

	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²)	PORCENTAJE RESISTENCIA
210PG10-07	28	10.1	80.12	27223	340	162%
210PG10-08	28	10.1	80.12	26845	335	160%
210PG10-09	28	10.1	80.12	27031	337	160%
PROMEDIO					337	160%

Tabla N° 39. Resistencia a la compresión a los 28 días del concreto experimental.

Grafica de resistencia a la compresión del concreto experimental a los 28 días

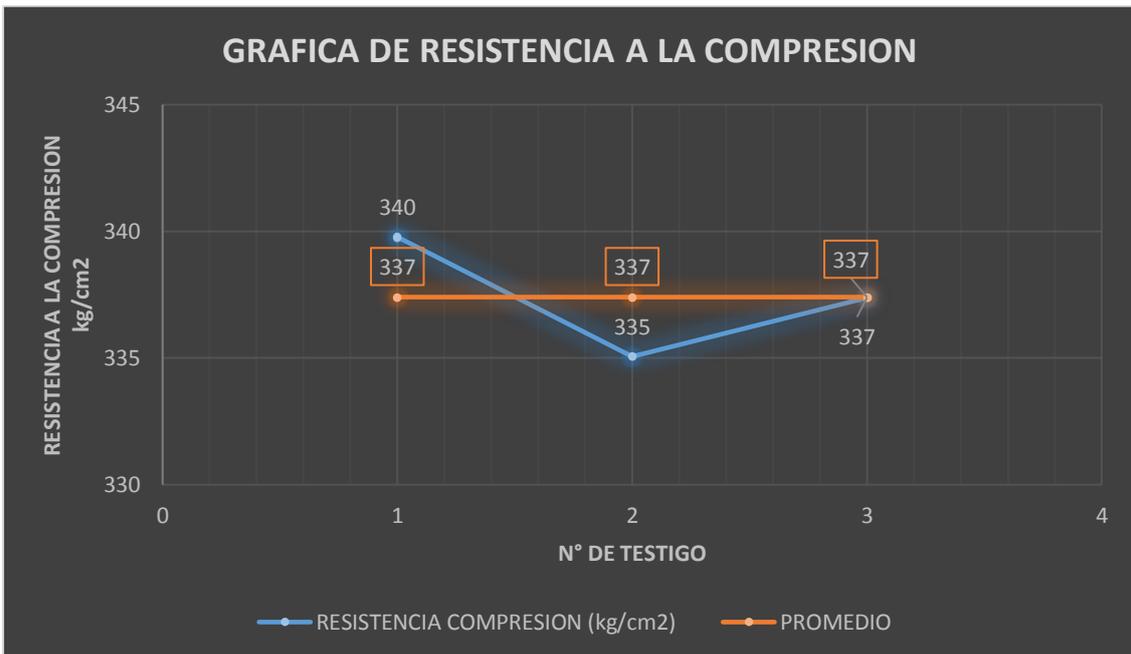


Grafico N° 9. Curva de resistencias y su promedio a 28 días del concreto experimental.

Grafica de resistencia a la compresión concreto experimental a los 7, 14 y 28 días

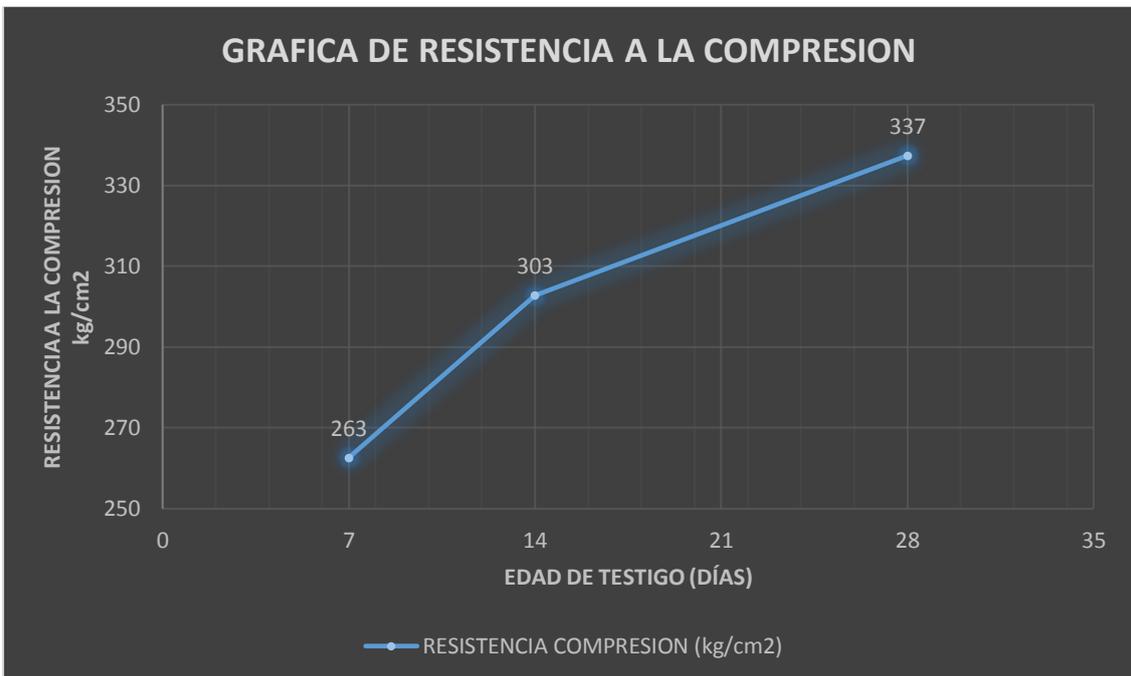


Grafico N° 10. Curva de resistencias a 7, 14 y 28 días del concreto experimental.

Grafica de comparación de la resistencia entre concreto patrón y concreto experimental a los 7, 14 y 28 días

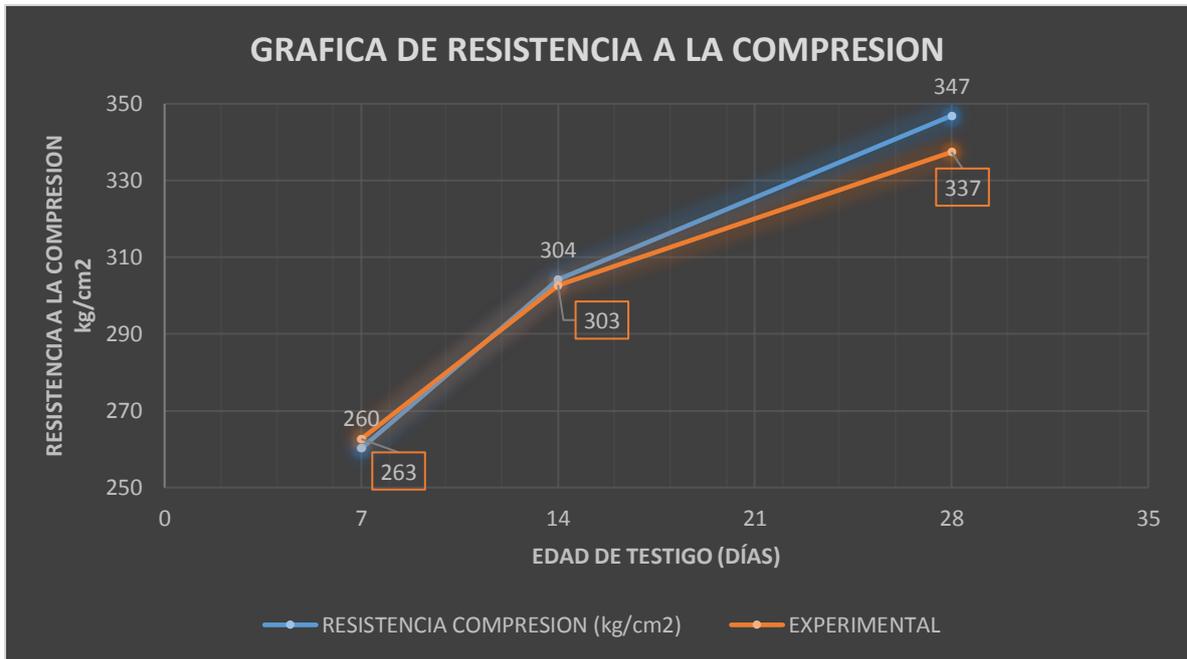


Grafico N° 11. Curva comparativa de resistencias de concreto patrón y experimental.

- Análisis del costo unitario del concreto:

El análisis de costo del polvo de roca granito se consideró basándose en costos por traslado ya que por el momento este material se encuentra de forma libre en la cantera mencionada, teniendo en cuenta el traslado del material en un volquete de 15 toneladas realizando 1 viaje por día.

ANALISIS DE COSTO UNITARIO					
ACTIVIDAD:	extracción del polvo de roca granito				
ESPECIFICACIONES:					
CUADRILLA:	5 peones		UNIDAD:	m3	
RENDIMIENTO:	3	tn/día	N° DE HORAS		8
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA					26.67
peón		0.33	80	26.67	
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					56.00
herramientas (10% MO)	%MO		10.00	2.67	
volquete 15 tn		0.067	800.00	53.33	
COSTO UNITARIO TOTAL (S./)					82.67

Tabla N° 40. Costo unitario del polvo de roca granito.

ANALISIS DE COSTO UNITARIO					
ACTIVIDAD:	Concreto f'c = 210 kg/cm2 (mezcla patrón)				
ESPECIFICACIONES:	preparación con mezcladora tipo trompo, incluye gasolina y aceite				
CUADRILLA:	1 op + 1 of + 8 peones		UNIDAD:	m3	
RENDIMIENTO:	25	m3/día	N° DE HORAS		8
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					242.53
Cemento portland Tipo I	bls	9.30	22.5	209.25	
arena gruesa	m3	0.45	25.00	11.25	
piedra chancada 1/2"	m3	0.60	35.00	21.00	
agua	m3	0.205	5.00	1.025	
MANO DE OBRA					49.73
operario	hh	0.32	20.10	6.43	
oficial	hh	0.32	16.51	5.28	
peón	hh	2.56	14.85	38.02	
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					5.33
herramientas (3% MO)	%MO		3.00	1.49	
mezcladora tipo trompo	hm	0.32	12.00	3.84	
COSTO UNITARIO TOTAL (S./)					297.59

Tabla N° 41. Costo unitario del concreto patrón f'c 210.

ANALISIS DE COSTO UNITARIO					
ACTIVIDAD:	Concreto f'c = 210 kg/cm ² (con 10% de polvo de roca granito)				
ESPECIFICACIONES:	preparación con mezcladora tipo trompo, incluye gasolina y aceite				
CUADRILLA:	1 op + 1 of + 8 peones		UNIDAD:	m ³	
RENDIMIENTO:	25	m ³ /día	N° DE HORAS		8
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					246.25
Cemento portland Tipo I	bls	9.30	22.5	209.25	
arena gruesa	m ³	0.45	25.00	11.25	
piedra chancada 1/2"	m ³	0.60	35.00	21.00	
agua	m ³	0.205	5.00	1.025	
polvo de roca granito 10%	m ³	0.045	82.67	3.72	
MANO DE OBRA					49.73
operario	hh	0.32	20.10	6.43	
oficial	hh	0.32	16.51	5.28	
peon	hh	2.56	14.85	38.02	
EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS					5.33
herramientas (3% MO)	%MO		3.00	1.49	
mezcladora tipo trompo	hm	0.32	12.00	3.84	
COSTO UNITARIO TOTAL (S./)					301.31

Tabla N° 42. Costo unitario del concreto experimental.

4.2. Docimasia de Hipótesis

Según los análisis de resultados obtenidos una vez realizado el experimento, llegamos a lo siguiente:

PROBETA	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²) – PATRON PROMEDIO	RESISTENCIA COMPRESION (kg/cm ²) – MODIFICADO PROMEDIO	PORCENTAJE RESISTENCIA – PATRON PROMEDIO	PORCENTAJE RESISTENCIA – MODIFICADO PROMEDIO
3	7	10.1	260	263	124%	125%
3	14	10.1	304	303	145%	144%
3	28	10.1	347	337	165%	160%

Tabla N° 43. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión.

Con esto vemos que, si posibilitó la resistencia del concreto al utilizar el polvo de roca granito como un material adicional activándolo mecánicamente para sustituir a la arena gruesa en un 10% por ser una roca ígnea y tener un alto contenido de

sílice y aluminio en su composición para un concreto FC 210KG/CM2, dando a lugar a una nueva tecnología del concreto a la integración de un nuevo material.

5. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En este capítulo de la tesis, se presentará los resultados obtenidos en el proceso de investigación, lo cual derivan a dar respuesta a los objetivos planteados.

- Los resultados obtenidos del presente experimento de la tesis, nos lleva a que la tecnología ofrecida por el polvo de roca granito, si es factible, debido a que si lleva al promedió del análisis de resistencia del concreto 210 kg/cm², dando a lugar que se pueda tomar en cuenta este nuevo material que es considerado desperdicio.
- Al analizar y hacer el diseño de mezcla a investigar, nos da un diseño de acuerdo a las tablas de elaboración de resistencia de concreto, el cuál en base a ese diseño, hemos elaborado las probetas del experimento, por lo tanto, hemos llegado a que el concreto de diseño que fue de 210 kg/cm², a subir en los primeros 7 días a 260 kg/cm², a los 14 días a 304 kg/cm² y a los 28 días a 347 kg/cm². Viendo esto, se ve que el diseño fue óptimo para realizar lo que se está buscando.
- Analizando y hacer el diseño de mezcla a investigar, nos da un diseño de acuerdo a las tablas de elaboración de resistencia de concreto, el cuál en base a ese diseño, hemos elaborado las probetas del experimento, pero ahora reemplazando el resultado obtenido del diseño de mezcla de la arena gruesa, reemplazamos solo el 10% por lo que hemos llegado a que el concreto de diseño, que debió ser 210kg/cm², subió en los primeros 7 días a 263 kg/cm², a los 14 días a 303 kg/cm² y a los 28 días a 337 kg/cm². Viendo esto, se ve que si funciona como un nuevo material adicional que incrementa la resistencia del concreto y se pueda utilizar este material que se considera desperdicio.
- La elaboración de las probetas y esta nueva tecnología ofrecida, nos lleva a un costo de S./ 82.67 por m³, si solo se dedica a solo la obtención de polvo de roca granito, por lo tanto, el costo-beneficio de este en obra tendría en un análisis de costos, con la mezcla patrón es de S./ 297.59 por m³ y con el polvo de roca granito reemplazando a la arena gruesa al 10%, seria de S./ 301.31 por m³, lo cual sería elevado a comparación de la mezcla patrón.

CONCLUSIONES

- Se concluye que el análisis de los resultados obtenidos por la sustitución del 10% de arena gruesa por polvo de roca granito ofrece una nueva tecnología por lo que sobrepasa a los 210 kg/cm², a los 7 días a 263 kg/cm², a los 14 días a 303 kg/cm² y a los 28 días a 337 kg/cm².
- El polvo de roca granito que se considera desperdicio, puede ser utilizado en el concreto, ya que se encuentra en grandes cantidades en la cantera de Talambo ubicado en la ciudad de Chepén.
- Observando los resultados obtenidos por las probetas experimentales no llega a mejorar la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm², para lo cual la resistencia final que se obtiene a los 28 días es de 5 % menos al patrón, debido a que es una nueva tecnología que se está experimentando y es poco conocida, ya que no se obtiene mucha información de esta.
- A pesar de que la resistencia ofrecida por estas probetas experimentales, no superan a las probetas patrones, se puede decir que el polvo de roca granito es un material que va subiendo su resistencia a los 7, 14 y 28 días, produciendo un nuevo elemento a la integración a la resistencia del concreto.
- El costo que trae el concreto 210kg/cm² que tiene polvo de roca granito, es mayor al normal, debido a que no se toma en cuenta en plantas chancadoras solo a la extracción de polvo granito, por lo que no es muy conocido y el precio es más elevado.

RECOMENDACIONES

- Continuar con la investigación añadiéndole el 15%, 20% y 25% de polvo de roca granito, el cual podría mejorar la resistencia del concreto al concreto convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.
- Es necesario realizar la revisión de los ensayos de laboratorio que se utilizan para el diseño, dando de esa manera una mezcla homogénea por los componentes de los materiales utilizados en el proyecto.
- Para llevar mejor esta investigación es necesario conocer sobre tecnología del concreto y beneficios de la mejora de resistencia al reemplazar la arena gruesa por polvo de roca granito.
- Conocer las canteras que se encuentran en la localidad, ya que no en todas se puede encontrar este material en este estado, por lo general está mezclado con tierra y no llevaría a al resultado a obtener.
- Continuar con los estudios de esta nueva tecnología que no se toma en cuenta debido a que el polvo de roca granito es considerado como desperdicio.
- Es importante realizar el costo beneficio de este nuevo material dentro de la construcción, para cuando se realice el análisis de costos, tengamos resultados óptimos a lo que se está buscando.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Tesis

BOY, G. C. (2018). Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepen. Chiclayo.

EDISON, M. H. (2004). Estudio de mortero de mediana a baja resistencia de cemento, con adición de cal aérea. Lima.

HANNIBAL, C. O. (2017). Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con residuos de mármol.

JENNY, Y. S. (2016). Resistencia de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² sustituyendo el cemento 7% por una combinación de polvo de roca granito y conchas de abanico. Chimbote.

MARTIN, F. L. (2016). El granito como piedra de construcción en Madrid: durabilidad y puesta en valor. Madrid.

PATRICIA, V. A. (2013). Obtención del concreto de alta resistencia.

XAVIER, F. B. (2008). Modelamiento de la respuesta mecánica del cemento puzolanico mediante la adición de zeolita I y curado al aire.

- Libros

Díaz, A. & Ramírez, J. (2019) Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú (Boletín N°19 Serie B Geología Económica)

ASTM C 128, método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados finos.

ASTM C 127, método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados gruesos.

ASTM C 29, método de ensayo para los pesos unitarios y vacíos en los agregados.

ASTM C 136, método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregado fino y grueso

ASTM C 39, método de ensayo para la resistencia a la compresión del concreto

- Internet

Recuperado el 19/09/2018:

<http://www.cetesa.com.co/que-es-el-cemento-y-cual-es-su-composicion/>

Recuperado el 20/09/2018:

<http://arquilatina.blogspot.com/2008/05/agregados.html>

Recuperado el 20/09/2018:

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/article/viewFile/7688/6697>

Recuperado el 25/09/2018:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185122516300339>

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO

- Recolección de polvo de roca granito



Imagen N° 01: ingreso de la cantera Talambo



Imagen N° 01: Cantera ubicada en Talambo a 10 min de la ciudad de Chepen



Imagen N° 01: polvo de roca granito almacenado alrededor de la chancadora



Imagen N° 01: polvo de roca granito acumulada como desperdicio



Imagen N° 01: polvo de roca granito a recolectar



Imagen N° 01: recolección de polvo de roca granito para muestra

- Elaboración de concreto patrón $f'c = 210$



Imagen N° 01: se procede a pesar el agregado luego de tarar el recipiente



Imagen N° 02: se pesa el agregado grueso



Imagen N° 03: se pesa el cemento



Imagen N° 04: se pesa el agua



Imagen N° 05: se procede a poner todo el material al trompo para ser mezclado



Imagen N° 06: se mantiene en movimiento el trompo por unos minutos



Imagen N° 07: luego de tener una mezcla uniforme se deposita en el bugy



Imagen N° 08: se toma la temperatura al concreto fresco



Imagen N° 09: instrumentos para realizar la prueba del cono de Abram



Imagen N° 10: realizamos la prueba del cono de Abram



Imagen N° 11: obtenemos un slump de 3"



Imagen N° 12: realizamos las probetas de concreto según norma ASTM C39/NTP 339.034



Imagen N° 13: las probetas se deja en un lugar plano durante 24 horas

- Concreto experimental (con polvo de roca granito)

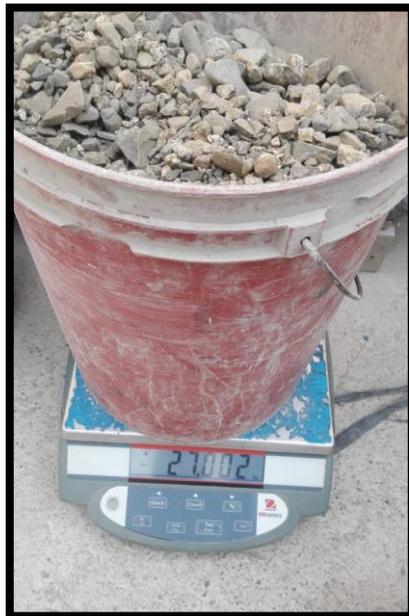


Imagen N° 01: después de tarar el recipiente pesamos el agregado grueso

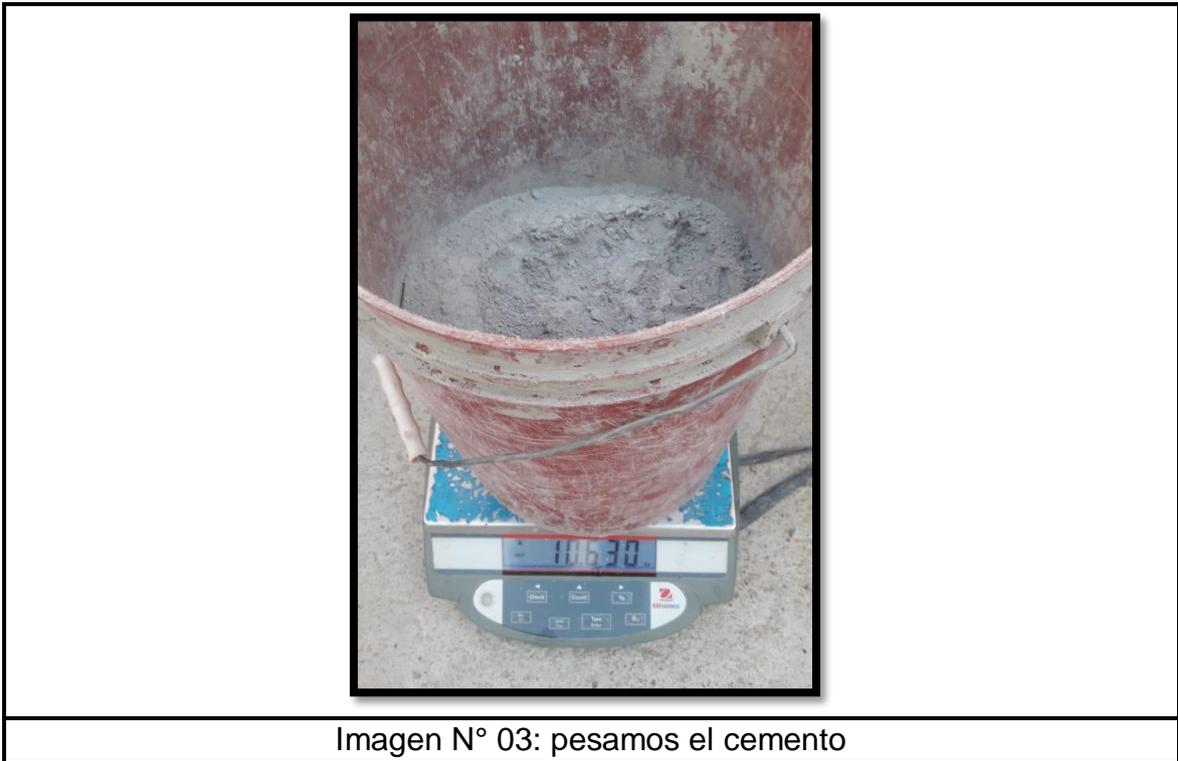




Imagen N° 04: pesamos el agua



Imagen N° 05: pesamos el polvo de roca granito



Imagen N° 06: se coloca los materiales en el trompo para ser mezclados



Imagen N° 07: se mantiene en funcionamiento el trompo por unos minutos



Imagen N° 08: luego de obtener una mezcla uniforme se deposita en un bugie



Imagen N° 09: tomamos la temperatura del concreto fresco



Imagen N° 10: realizamos la prueba del cono de Abram



Imagen N° 11: obtenemos un slump de 1.5"



Imagen N° 12: se realiza las probetas según la norma

- Prueba de resistencia a la compresión de concreto patrón $f'c = 210$ a la edad de 7 días



Imagen N° 01: probeta N° 01 concreto patrón a 7 días



Imagen N° 02: resultado de la probeta N° 01 concreto patrón



Imagen N° 03: probeta N° 02 concreto patrón a 7 días



Imagen N° 04: resultado de la probeta N° 02 concreto patrón



Imagen N° 05: probeta N° 03 concreto patrón a 7 días



Imagen N° 06: resultado de la probeta N° 03 concreto patrón

- Prueba de resistencia a la compresión de concreto experimental (con polvo de roca granito) a la edad de 7 días





Imagen N° 03: probeta N° 02 concreto experimental a 7 días

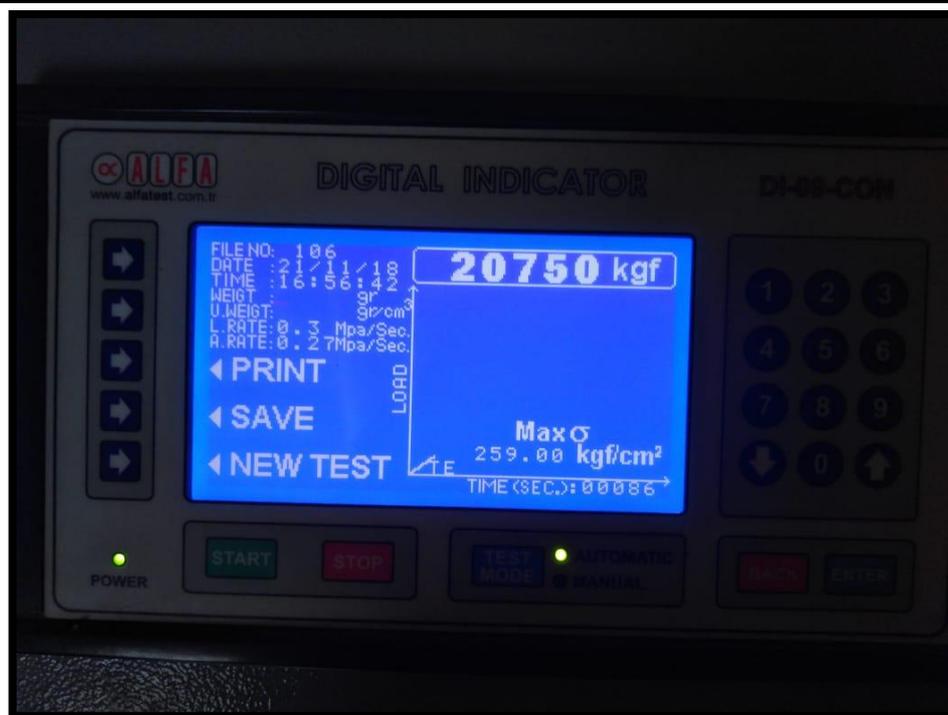


Imagen N° 04: resultado de la probeta N° 02 concreto experimental



Imagen N° 05: probeta N° 03 concreto experimental a 7 días



Imagen N° 06: resultado de la probeta N° 03 concreto experimental

- Prueba de resistencia a la compresión de concreto patrón $f'_c = 210$ a la edad de 14 días



Imagen N° 01: probeta N° 04 concreto patrón a 14 días



Imagen N° 02: resultado de la probeta N° 04 concreto patrón



Imagen N° 03: probeta N° 05 concreto patrón a 14 días



Imagen N° 04: resultado de la probeta N° 05 concreto patrón



Imagen N° 05: probeta N° 06 concreto patrón a 14 días



Imagen N° 06: resultado de la probeta N° 06 concreto patrón

- Prueba de resistencia a la compresión de concreto experimental (con polvo de roca granito) a la edad de 14 días



Imagen N° 01: probeta N° 04 concreto experimental a 14 días



Imagen N° 02: resultado de la probeta N° 04 concreto experimental



Imagen N° 03: probeta N° 05 concreto experimental a 14 días



Imagen N° 04: resultado de la probeta N° 05 concreto experimental



Imagen N° 05: probeta N° 06 concreto experimental a 14 días

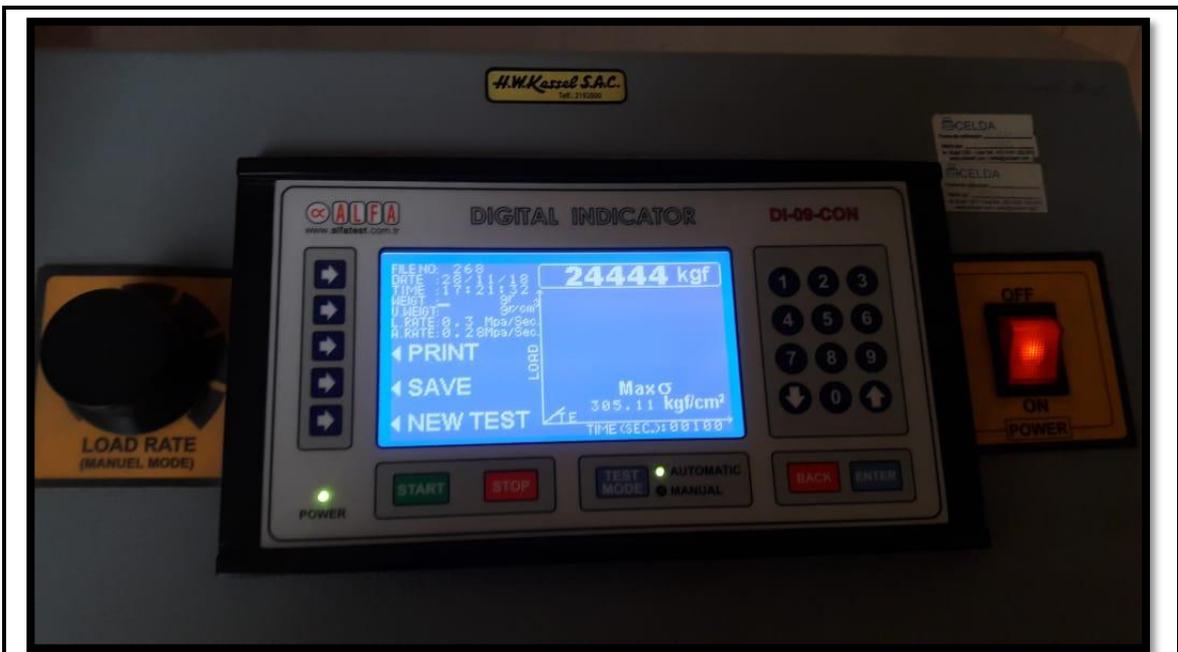


Imagen N° 06: resultado de la probeta N° 06 concreto experimental

- Prueba de resistencia a la compresión de concreto patrón $f'c = 210$ a la edad de 28 días





Imagen N° 03: probeta N° 08 concreto patrón a 28 días



Imagen N° 04: resultado de la probeta N° 08 concreto patrón



Imagen N° 05: probeta N° 09 concreto patrón a 28 días



Imagen N° 06: resultado de la probeta N° 09 concreto patrón

- Prueba de resistencia a la compresión de concreto experimental (con polvo de roca granito) a la edad de 28 días



Imagen N° 01: probeta N° 07 concreto experimental a 28 días



Imagen N° 02: resultado de la probeta N° 07 concreto experimental



Imagen N° 03: probeta N° 08 concreto experimental a 28 días



Imagen N° 04: resultado de la probeta N° 08 concreto experimental



Imagen N° 05: probeta N° 09 concreto experimental a 28 días



Imagen N° 06: resultado de la probeta N° 09 concreto experimental

INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
 RR. 3112 18 (2da. 209 180) - San Juan de los Rios
 Av. Andina s/n N° 2129 (18. San Andrés - Trujillo)
 (044) 703076 - 801201669

INFORME DE ENSAYO N° 1041-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 21/11/2018

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	STOLIN RODRIGUEZ REYNA / JORGE JUNIOR DIAZ ALAYO
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACION	TRUJILLO - TRUJILLO -LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO PATRON 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
 (Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	P ₁ (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
CP20-01	210	14/11/2018	25/11/2018	7	10.1	80.12	20934	261	124%	1
CP20-02	210	14/11/2018	25/11/2018	7	10.1	80.12	19999	250	119%	2
CP20-03	210	14/11/2018	25/11/2018	7	10.1	80.12	21616	270	129%	1
Promedio								260	124%	

NOTAS

- La identificación de probetas, métodos especificados (P₁) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión hidráulica marca ALFA, Modelo 15-2514.CC30, N° Serie 050225021, de 3000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-012-2018, con validez de rango conforme a la Norma ASTM C39.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.


 Carla Evelyn Vargas Torbio
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 170689



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
Mo. 012, 48 Cmo. 288 Urb. Santa Hermosa - Trujillo
Av. Andes Sur 97 41201 100, San Andrés - Trujillo
PBAJ, 50876 / 501-621500

INFORME DE ENSAYO N° 1106-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 28/11/2018

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	STOLIN RODRIGUEZ REYNA / JORGE JUNIOR DIAZ ALAYO
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACION	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO PATRON 210 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Ejeción Faltas	
CP210-04	210	14/11/2018	28/11/2018	14	30.1	90.32	23998	292	139%	1	
CP210-05	210	14/11/2018	28/11/2018	14	30.1	90.32	25418	319	152%	1	
CP210-06	210	14/11/2018	28/11/2018	14	30.1	90.32	34804	302	143%	1	
Promedio									304	145%	

NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c) e identificación del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo S-2015/002, N° Serie 050226/01, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-012-2018, con validez de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelyn Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
W/ 11.15 (2da. Piso) - Santa Mercedes - Trujillo
Av. Amador Bar 87 #1101 U.C. - Santa Mercedes - Trujillo
(044) 2384751 801349892

INFORME DE ENSAYO N° 1159-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 12/11/2018

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	STOLIN RODRIGUEZ REYNA / JORGE JUNIOR DIAZ ALAYO
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACION	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO PATRON 250 KG/CM2

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Área (cm ²)	Área (in ²)	Área (m ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresiva (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Espeque (mm)
CP230-07	230	14/11/2018	12/12/2018	38	16.1	88.12	28251	353	188%	2
CP230-08	230	14/11/2018	12/12/2018	38	16.1	88.12	27375	347	181%	2
CP230-09	230	14/11/2018	12/12/2018	38	16.1	88.12	27749	346	180%	2
Promedio								347	182%	

NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-0616.002, N° Serie C5029321, de 3000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CAC-013-2018, con validez de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Los tipos de fallas indicados en los resultados corresponden a las descritos en la norma ASTM C39.


Carla Evelyn Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
M. 1012 18 7361 299 010, Vicos Romanos - Trujillo
Av. Amador Cien Nº 4138 136, San Andrés - Trujillo
2044 700670 - 501441888

INFORME DE ENSAYO N° 1042-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 21/11/2018

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	STOLIN RODRIGUEZ REYNA / JORGE JUNIOR DIAZ ALAYO
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACION	TRUJILLO - TRUJILLO -LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO 210 KG/CM2 + POLVO DE GRANITO (10%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339-094)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F _c (kgf/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (mm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kgf/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Fallo
218PC10-01	210	14/11/2018	21/11/2018	7	30.1	80.12	21230	265	126%	1
218PC10-02	210	14/11/2018	21/11/2018	7	30.1	80.12	20750	259	123%	2
218PC10-03	210	14/11/2018	21/11/2018	7	30.1	80.12	21350	264	125%	2
Promedio								263	125%	

NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada (F_c) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos de resistencia en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo 3-0215, Serie 05020/01, de 2800 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° 046C-015-2018, con validez de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Los tipos de fallo reflejados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.


Carla Evelyn Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
Av. 11 de Mayo 2081 con. Ocho Hermanos - Trujillo
Av. Arevalo Sur N° 4188 Urb. San Andrés - Trujillo
(043) 333378 - 33341333

INFORME DE ENSAYO N° 1107-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 26/11/2018

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	STOLIN RODRIGUEZ REYNA / JORGE JUNIOR DIAZ ALAYO
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACION	TRUJILLO - TRUJILLO -LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO 210 KG/CM2 + POLVO DE GRANITO (30%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 330.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	F _y (kgf/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Ejes (Ejes)	Diámetro (cm)	Alto (cm)	Area (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kgf/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipos de Falla
210PS03-04	210	14/11/2018	26/11/2018	14	30.1	80.12	24587	24587	307	146%	1
210PS03-05	210	14/11/2018	26/11/2018	14	30.1	80.12	24588	24588	296	141%	1
210PS03-06	210	14/11/2018	26/11/2018	14	30.1	80.12	24444	24444	305	145%	1
Promedio									303	144%	

NOTAS

- La identificación de probetas, resistencia especificada (F_y) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALPHA, Modelo S-4011,2202, N° Serie 050226/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° 2382-012-2018, con validez de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelyn Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170689



QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
R.F. 111 15 026 238 135, Tarma, Huancayo - Tarma
Av. America Sur 17 07 28 135, San Andrés - Tarma
0844 208879 - 08441080

INFORME DE ENSAYO N° 1160-2018-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 12/12/2018

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE	STOLIN RODRIGUEZ REYNA / JORGE JUNIOR DIAZ ALAYO
PROYECTO	TESIS DE INVESTIGACION UNIVERSITARIA
UBICACION	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
ID MUESTRA	CONCRETO 230 KG/CM2 + POLVO DE GRANITO (10%)

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	Fx (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Espes (mm)	Diámetro (mm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Uso de Falla	
218PG18-07	230	14/11/2018	10/12/2018	28	50.1	80.12	27228	340	94%	1	
218PG18-08	230	14/11/2018	10/12/2018	28	50.1	80.12	26845	335	93%	1	
218PG18-09	230	14/11/2018	10/12/2018	28	50.1	80.12	27051	337	95%	1	
Promedio									337	94%	

NOTAS

- La identificación de ordenes, resistencia especificada (F_c) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo 8-0015.020, N° Serie 300225/01, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° CMC-013-2018, con velocidad de carga uniforme a la Norma ASTM C39.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.


Carlos Evaristo Virgilio Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889