

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA FORMA Y TEXTURA DE LOS AGREGADOS
FINOS DE LAS CANTERAS COMASUR Y CABEZA DE TORO EN
LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL MORTERO
CEMENTICIO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA,
PROVINCIA DE PISCO.**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. ZERGA ARDILES, ALEJANDRO GORKI

ASESOR: Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres por su apoyo para cumplir mis metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora Mg. Ing.
Liliana Chavarria Reyes
quien me guio durante esta
investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción del problema	14
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos de la investigación	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación e importancia de la investigación	15
1.4.1. Justificación teórica	15
1.4.2. Justificación práctica	15
1.4.3. Justificación metodológica	16
1.4.4. Importancia	16
1.4.5. Viabilidad	16
1.5. Limitaciones de la investigación	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	17
2.1. Investigaciones relacionadas con el tema	17
2.2. Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio	17
2.3. Marco conceptual	20
2.4. Hipótesis de la investigación	22
2.4.1. Hipótesis general	22
2.4.2. Hipótesis específicas	22

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	23
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	23
3.2. Variables.....	23
3.2.1. Operacionalización de variables.....	24
3.3. Población y muestra de estudio	24
3.3.1. Población.	24
3.3.2. Muestra.25	
3.4. Técnicas de investigación	25
3.4.1. Regresión lineal.....	25
3.4.2. Asimetría.	25
3.4.3. Distribución normal.	26
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5.1. Técnica de muestreo.	26
3.5.2. Realización de ensayos.	27
3.5.3. Confiabilidad de los instrumentos.....	27
3.6. Aspectos éticos	31
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	32
4.1. Propiedades físico mecánicas del agregado fino	32
4.1.1. Granulometría del agregado fino.....	32
4.1.2. Módulo de finura.	39
4.1.3. Peso Unitario del agregado fino.	39
4.1.4. Peso Específico y Absorción del agregado fino.	45
4.1.5. Material que pasa la malla #200.....	51
4.1.6. Contenido de humedad del agregado fino.....	54
4.1.7. Forma y Textura del agregado fino.	57
4.1.8. Fluides del agregado fino.....	59
4.1.9. Resistencia a la Compresión de Cubos de morteros.....	61

4.2. Contratación de hipótesis	101
4.2.1. Contratación de la primera hipótesis.	101
4.2.2. Contratación de la segunda hipótesis.	112
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	121
5.1. DISCUSIÓN.....	121
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
6.1. CONCLUSIONES	122
6.2. RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
Anexo 1: Matriz de consistencia	125
Anexo 2: Certificado de calibración de máquina de compresión.....	126
Anexo 3: Autorización Jefe de Laboratorio de Ensayo de Materiales URP	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Escala de redondez y esfericidad.....	20
Tabla 2: Operacionalización de Variables	24
Tabla 3: Límites granulométricos del agregado fino	32
Tabla 4: Análisis granulométrico del agregado fino AT-1	33
Tabla 5: Análisis granulométrico del agregado fino AT-2.....	34
Tabla 6: Análisis granulométrico del agregado fino AT-3	35
Tabla 7: Análisis granulométrico del agregado fino AN-1.....	36
Tabla 8: Análisis granulométrico del agregado fino AN-2.....	37
Tabla 9: Análisis granulométrico del agregado fino AN-3.....	38
Tabla 10: Módulo de finura del agregado fino AT-1, 2, 3.....	39
Tabla 11: Módulo de finura del agregado fino AN-1, 2, 3	39
Tabla 12: Peso unitario del agregado fino AT-1.....	40
Tabla 13: Peso unitario del agregado fino AT-2.....	41
Tabla 14: Peso unitario del agregado fino AT-3.....	42
Tabla 15: Peso unitario del agregado fino AN-1	43
Tabla 16: Peso unitario del agregado fino AN-2	44
Tabla 17: Peso unitario del agregado fino AN-3	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 18: Peso específico y absorción del agregado fino AT-1	46
Tabla 19: Peso específico y absorción del agregado fino AT-2	47
Tabla 20: Peso específico y absorción del agregado fino AT-3	48
Tabla 21: Peso específico y absorción del agregado fino AN-1	49
Tabla 22: Peso específico y absorción del agregado fino AN-2.....	50
Tabla 23: Peso específico y absorción del agregado fino AN-3.....	51
Tabla 24: Malla #200 del agregado fino AT-1	52
Tabla 25: Malla #200 del agregado fino AT-2	52
Tabla 26: Malla #200 del agregado fino AT-3	53
Tabla 27: Malla #200 del agregado fino AN-1	53
Tabla 28: Malla #200 del agregado fino AN-2.....	53
Tabla 29: Malla #200 del agregado fino AN-3	54
Tabla 30: Contenido de humedad del agregado fino AT-1	54
Tabla 31: Contenido de humedad del agregado fino AT-1	55

Tabla 32: Contenido de humedad del agregado fino AT-1	55
Tabla 33: Contenido de humedad del agregado fino AN-1	55
Tabla 34: Contenido de humedad del agregado fino AN-2	56
Tabla 35: Contenido de humedad del agregado fino AN-3	56
Tabla 36: Forma y Textura cantera Comasur	57
Tabla 37: Forma y Textura cantera Cabeza de Toro	58
Tabla 38: Fluidez del mortero diseño 1:3:0.40	59
Tabla 39: Fluidez del mortero diseño 1:3:0.50	59
Tabla 40: Fluidez del mortero diseño 1:3:0.40	60
Tabla 41: Fluidez del mortero diseño 1:3:0.50	60
Tabla 42: Resultados.....	101
Tabla 43: Resultados estadísticos diseño a/c 0.4 y 0.5 – Arena Triturada	102
Tabla 44: Resultados estadísticos diseño a/c 0.4 y 0.5 – Arena Natural	104
Tabla 45: Resultados estadísticos descriptivos diseño a/c 0.4 y 0.5 – AT	106
Tabla 46: Resultados estadísticos descriptivos diseño a/c 0.4 y 0.5 - AN.....	106
Tabla 47: Coeficientes de la recta de regresión MODULO DE FINURA	107
Tabla 48: Coeficientes de la recta de regresión relación a/c 0.40 FLUIDEZ.....	107
Tabla 49: Coeficientes de la recta de regresión relación a/c 0.5 FLUIDEZ.....	107
Tabla 50: Resumen del modelo por diseño.....	110
Tabla 51: Resumen del modelo por diseño.....	111
Tabla 52: Resumen del modelo por diseño.....	111
Tabla 53: Resultado de la resistencia a la compresión a 28 días para a/c 0.40.....	112
Tabla 54: Resultado de la resistencia a la compresión a 28 días a/c 0.50	113
Tabla 55: Resultados estadísticos para cada diseño.....	113
Tabla 56: Coeficientes de la recta de regresión a/c 0.40	116
Tabla 57: Coeficientes de la recta de regresión a/c 0.50	116
Tabla 58: Resumen del modelo	119
Tabla 59: Resumen del modelo	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Escala de redondez y esfericidad	19
Figura 2: Tamizador eléctrico.....	28
Figura 3: Mesa de flujo	28
Figura 4: Tamices #4, #8, #16, #30, #50, #100	29
Figura 5: Horno de secado para muestras	29
Figura 6: Microscopio digital	30
Figura 7: Equipo de compresión.....	30
Figura 8: Balanza electrónica	31
Figura 9: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión.....	61
Figura 10: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión.....	62
Figura 11: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión.....	63
Figura 12: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión.....	64
Figura 13: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión.....	65
Figura 14: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión.....	66
Figura 15: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión.....	67
Figura 16: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión.....	68
Figura 17: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión.....	69
Figura 18: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión.....	70
Figura 19: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión.....	71
Figura 20: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión.....	72
Figura 21: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión.....	73
Figura 22: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión.....	74
Figura 23: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión.....	75
Figura 24: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión.....	76
Figura 25: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión.....	77
Figura 26: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión.....	78
Figura 27: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión.....	79
Figura 28: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión.....	80
Figura 29: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión.....	81
Figura 30: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión.....	82
Figura 31: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión.....	83

Figura 32: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión.....	84
Figura 33: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión.....	85
Figura 34: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión.....	86
Figura 35: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión.....	87
Figura 36: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión.....	88
Figura 37: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión.....	89
Figura 38: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión.....	90
Figura 39: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión.....	91
Figura 40: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión.....	92
Figura 41: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión.....	93
Figura 42: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión.....	94
Figura 43: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión.....	95
Figura 44: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión.....	96
Figura 45: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión.....	97
Figura 46: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión.....	98
Figura 47: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión.....	99
Figura 48: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión.....	100
Figura 49: Histograma de frecuencia – módulo de finura de AT	102
Figura 50: Histograma de frecuencia a/c 0.40 del agregado fino triturado	103
Figura 51: Histograma de frecuencia a/c 0.50 del agregado fino triturado	103
Figura 52: Histograma de frecuencia – módulo de finura de AN.....	104
Figura 53: Histograma de frecuencia a/c 0.40 del agregado fino natural	105
Figura 54: Histograma de frecuencia a/c 0.50 del agregado fino natural	105
Figura 55: Modelo de regresión lineal para el módulo de finura.....	109
Figura 56: Modelo de regresión lineal diseño a/c 0.40 para la fluidez del mortero	109
Figura 57: Modelo de regresión lineal diseño a/c 0.50 para la fluidez del mortero	110
Figura 58: Histograma para a/c 0.4 COMASUR.....	114
Figura 59: Histograma para a/c 0.5 COMASUR.....	114
Figura 60: Histograma para a/c 0.4 CABEZA DE TORO	115
Figura 61: Histograma para a/c 0.5 CABEZA DE TORO	115
Figura 62: Modelo de regresión lineal diseño a/c 0.50.....	118
Figura 63: Modelo de regresión lineal diseño a/c 0.40.....	118

RESUMEN

Los métodos de diseño de mezclas de mortero usados en la actualidad no consideran de una manera directa el efecto de la forma y de la textura del agregado fino, esta problemática sumada a las limitaciones en cuanto al suministro de agregados por fuentes de explotación insuficientes, el alto costo económico y el impacto ambiental generado por la explotación, hacen que sea necesario conocer de manera precisa las características del agregado fino y la influencia del mismo en las propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio, de tal manera que esta información sea considerada de manera explícita y racional en el proceso de diseño de mezclas de mortero cementicio. Para la presente investigación se eligió dos relaciones agua/cemento y una proporción 1:3 para la mezcla de mortero con cemento, con agregado fino de las canteras Comasur de fragmentación manufacturada y Cabeza de Toro de fragmentación natural, en total se diseñaron 4 mezclas de mortero cementicio.

Con el microscopio digital UB 1600X se obtuvieron las imágenes de los granos del agregado fino y con el software CoolinhTech Microscope se realizó el análisis de imágenes, se pudo observar que el agregado fino de la cantera Comasur tiene forma subangular y textura rugosa y el agregado fino de la cantera Cabeza de Toro tiene forma subredondeada y textura pulida.

Las resistencias a la compresión mayores se obtuvieron a la edad de 28 días con las muestras elaboradas con agregado fino de la cantera Comasur en un 24-31% respecto a los resultados obtenidos con las muestras elaboradas con agregado fino de la cantera Cabeza de Toro.

Se concluyó que con el agregado fino de la cantera Comasur se obtuvo un mayor módulo de finura, para el diseño con relación agua/cemento de 0.40 se obtuvo mayor porcentaje de fluidez y con el diseño con relación agua/cemento de 0.50 se obtuvo un porcentaje de fluidez similar respecto a los resultados obtenidos con las muestras elaboradas con agregado fino de la cantera Cabeza de Toro.

Palabras clave: Forma, textura, resistencia a la compresión, agregado fino y fluidez.

ABSTRACT

The mortar mix design methods currently used do not directly consider the effect of the shape and texture of the fine aggregate, this problem added to the limitations regarding the supply of aggregates by insufficient exploitation sources, the high economic cost and the environmental impact generated by the exploitation, make it necessary to know precisely the characteristics of the fine aggregate and its influence on the physical-mechanical properties of the cementitious mortar in such a way that this information is considered explicitly and rational in the design process of cementitious mortar mixtures. For the present investigation, two water / cement ratios and a 1: 3 ratio were chosen for the mixture of mortar cement, with fine aggregate from the Comasur quarries of manufactured fragmentation and Cabeza de Toro of natural fragmentation, in total they were designed 4 cementitious mortar mixes.

With the UB 1600X digital microscope the images of the fine aggregate grains were obtained and with the CoolinhTech Microscope software the image analysis was performed, it was observed that the fine aggregate from the Comasur quarry has a subangular shape and rough texture and the fine aggregate from the Cabeza de Toro quarry has a sub-rounded shape and polished texture.

The highest compressive strengths were obtained after 28 days with the samples made with fine aggregate from the Comasur quarry by 24-31% compared to the results obtained with the samples made with fine aggregate from the Cabeza de Toro quarry.

To concluded, with the fine aggregate from the Comasur quarry a higher fineness modulus was obtained, for the design with a water / cement ratio of 0.40 a higher percentage of fluidity was obtained and with the design with a water / cement ratio of 0.50 a percentage with similar fluidity with respect to the results obtained with the samples made with fine aggregate from the Cabeza de Toro quarry.

Keywords: Shape, texture, compressive strength, fine aggregate and fluidity.

INTRODUCCIÓN

La extracción de un recurso natural no renovable constituye el principal efecto ambiental negativo de la explotación de materiales para la construcción, siendo el agregado fino uno de los componentes fundamentales del mortero, razón por la cual es importante conocer sus características y la influencia de las mismas en las propiedades físico-mecánicas, para optimizar no solo su uso y explotación, sino también el diseño de mezcla de mortero.

La investigación consta de cinco capítulos, en el capítulo uno se realizó la descripción de la problemática y justificación de la investigación, la formulación del problema general y específicos, se desarrollaron los objetivos, como objetivo se planteó determinar como la forma y textura del agregado fino influye en las propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia, provincia de Pisco. Los objetivos específicos fueron determinar como el módulo de finura del agregado fino influye en la fluidez del mortero cementicio y determinar que la relación agua cemento influye en la resistencia a la compresión del mortero cementicio.

En el capítulo dos se desarrolló el marco teórico, en el cual se hizo la recopilación bibliográfica en la que se basa la investigación, se presentaron los antecedentes de la investigación, se presentaron los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que sirvieron para realizar la formulación de la hipótesis.

En el capítulo tres se realizó el diseño metodológico, donde se definió el diseño de la investigación, población y muestra, las técnicas de recolección de datos, las técnicas para el procesamiento del análisis de datos y el cuadro de operacionalización de variables.

En el capítulo cuatro se realizó la presentación de resultados, este capítulo está dividido en tres partes las cuales se detallan a continuación:

Análisis e interpretación de resultados el cual está comprendido por las propiedades de agregado fino, obtenidas por medio de ensayos normalizados y el diseño de mezcla del mortero.

Resultados de la investigación, se desarrollaron los ensayos del mortero tanto en estado fresco como en estado endurecido y se elaboraron gráficos y tablas con los resultados obtenidos.

Contrastación de hipótesis, se realizó la validación estadística de las hipótesis planteadas en la tesis.

En el capítulo 5 se presenta la discusión, las conclusiones, recomendaciones para futuras investigaciones y bibliografía.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En Perú, la población está creciendo rápidamente y la demanda de construcción es fuerte, lo que promueve la extracción de agregados de construcción. Una característica de las construcciones es la autoconstrucción, y no se controla la proporción y mezcla de agregados, Agregando o disminuyendo cualquier material (cemento, agregados y / o agua) según la facilidad de trabajo, sin saber si causará algún daño.

Usualmente se adquiere agregado fino para la elaboración de morteros sin conocer si su fragmentación es natural o manufacturado, las cuales tienen diferentes características como la forma, textura y módulo de finura. Además, una de las condiciones para conseguir una mezcla óptima de mortero, es que la compacidad de la mezcla sea la máxima posible con una trabajabilidad idónea, de forma que se minimice la cantidad de pasta de cemento requerida, así mismo, se requiere que satisfaga los requisitos de trabajabilidad y desarrollo de resistencias.

Han pasado 13 años desde el terremoto que destruyó gran parte de Pisco y la reconstrucción no se ha dado al 100%, en la actualidad en la provincia de Pisco, se realizan construcciones utilizando agregados de las canteras “Cabeza de Toro” de fragmentación natural y “Comasur” de fragmentación manufacturada, el agregado fino dichas canteras carecen de estudios que determinen sus propiedades, a fin de poder determinar un diseño óptimo.

En la provincia de Pisco la tasa de crecimiento anual es de 1,8% según el censo del 2017 realizado por el INEI, produciéndose el crecimiento del desarrollo urbano, en el cual sobresale la construcción de viviendas, dichas construcciones, por ende, demandan mayor consumo de agregados en la zona, agravando el problema.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿En qué medida la forma y textura del agregado fino influye en las propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el Distrito de Independencia, provincia de Pisco?

1.2.2. Problemas específicos.

- a) ¿En qué medida el módulo de finura del agregado fino influye en la fluidez del mortero cementicio?
- b) ¿En qué medida la relación agua cemento influye en la resistencia a la compresión del mortero cementicio?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Determinar como la forma y textura del agregado fino influye en las propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia, provincia de Pisco.

1.3.2. Objetivos específicos.

- a) Determinar como el módulo de finura del agregado fino influye en la fluidez del mortero cementicio.
- b) Determinar que la relación agua cemento influye en la resistencia a la compresión del mortero cementicio.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

Se sostiene en artículos, libros y tesis, investigando en estas, definiciones y caracterizaciones del agregado fino. asimismo, los resultados servirán para conocer la influencia de la forma y textura del agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del mortero

1.4.2. Justificación práctica

De acuerdo con los objetivos de la investigación, los resultados permiten conocer la influencia de la forma y textura del agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del mortero, los resultados servirán para mejorar la toma de decisiones, al conocer la influencia de la forma y textura del agregado fino en las propiedades físico-mecánicas del mortero

1.4.3. Justificación metodológica

Se realizó una investigación experimental, mediante ensayos de laboratorio se obtuvieron los datos, los fueron procesados en el software SPSS v26.

1.4.4. Importancia.

El agregado fino es uno de los componentes básicos del mortero, sus características no solo inciden en el comportamiento del mortero en estado fresco y endurecido, sino también en el costo, por eso es importante conocer sus propiedades para optimizar su explotación y el diseño de mezcla del mortero.

1.4.5. Viabilidad.

Esta investigación es viable por el aporte en el desarrollo de las canteras, las cuales se benefician con la información técnica del agregado fino. Pisco es una provincia que está creciendo económico aumentando por lo que se necesitará mayor implementación de construcciones en óptimas condiciones.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones emergen a causa de la dificultad para traer los dos tipos de arenas de las canteras en estudio, además, que la investigación es referente a solo dos canteras de la zona, las demás canteras deberán realizar sus propios análisis.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Investigaciones relacionadas con el tema

Positieri, López, Baronetto y Gonzalez (2016), realizaron una investigación que tuvo como objetivo presentar modelos de determinación del contenido unitario de agua de los hormigones en función de las características de los materiales de uso local. La muestra estuvo conformada por 5 arenas de diferente origen. Para la recolección de datos se utilizó como instrumento trabajos de investigación anteriores y ensayos de laboratorios. Los resultados indicaron que la forma y textura de las arenas influye en la demanda de agua.

Cabrera (2013) Se realizó un estudio para evaluar la influencia de la forma y textura superficial del agregado fino sobre las principales características del hormigón en estado fresco y endurecido, el diseño utilizado es de tipo descriptivo correlacional. La muestra estuvo conformada por 7 arenas trituradas y 4 arenas naturales. Para la recolección de datos se utilizó como instrumento trabajos de investigación anteriores y ensayos de laboratorios. Concluyó que son la forma y textura de las partículas las que influyen en la fluidez de las mezclas realizadas con un contenido de agua constante, de lo que se infiere que las características de las partículas de los agregados influirán en la demanda de agua necesaria para lograr una fluidez determinada.

León y Ramírez (2010) investigaron la caracterización morfológica de agregados mediante análisis de imágenes, los resultados indicaron que la forma del agregado afectó el desempeño del concreto en estado fresco y endurecido. Al variar la dosificación de los agregados, varió la trabajabilidad de la mezcla y sus propiedades mecánicas, los agregados con distinta forma tienen diferente superficie específica, por tanto, la demanda de pasta varia para alcanzar una misma trabajabilidad y una misma resistencia.

2.2. Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio

Para Tucker (1991), la **forma** de la partícula involucra tres ideas geométricas: la esfericidad, la redondez y la forma. Además, se pueden incluir texturas superficiales para completar la morfología de las partículas. La esfericidad, redondez o angularidad, suavidad o rugosidad de las partículas son el resultado de la interacción de la naturaleza, estructura y textura de la roca de donde se originan las partículas y las fuerzas

experimentadas durante y después de su interacción. Para los agregados naturales, los cuatro factores principales que afectan la morfología de las partículas son:

- El origen de la roca madre, incluyendo su mineralogía y su textura.
- La naturaleza e intensidad de la meteorización, incluyendo factores físicos, químicos y biológicos.
- El desgaste químico y la abrasión sufrido durante el transporte.
- La selección hidráulica durante el transporte y la deposición.

En cambio, en los agregados triturados, la morfología se ve afectada por el tipo, dureza, tamaño de grano y porosidad de la roca original y el proceso de trituración utilizado. no es fácil describir la forma de un objeto tridimensional, por tanto, conviene definir algunas de sus características geométricas (como la redondez y la esfericidad).

- Aguja o partícula elongada: cuando el largo es muchas veces mayor que el tamaño del ancho y espesor y estos últimos, son de dimensión similar.
- Cubo o esfera: cuando las tres dimensiones son similares.
- Laja: cuando el largo y el ancho son similares y dichas dimensiones son varias veces mayores que el espesor.

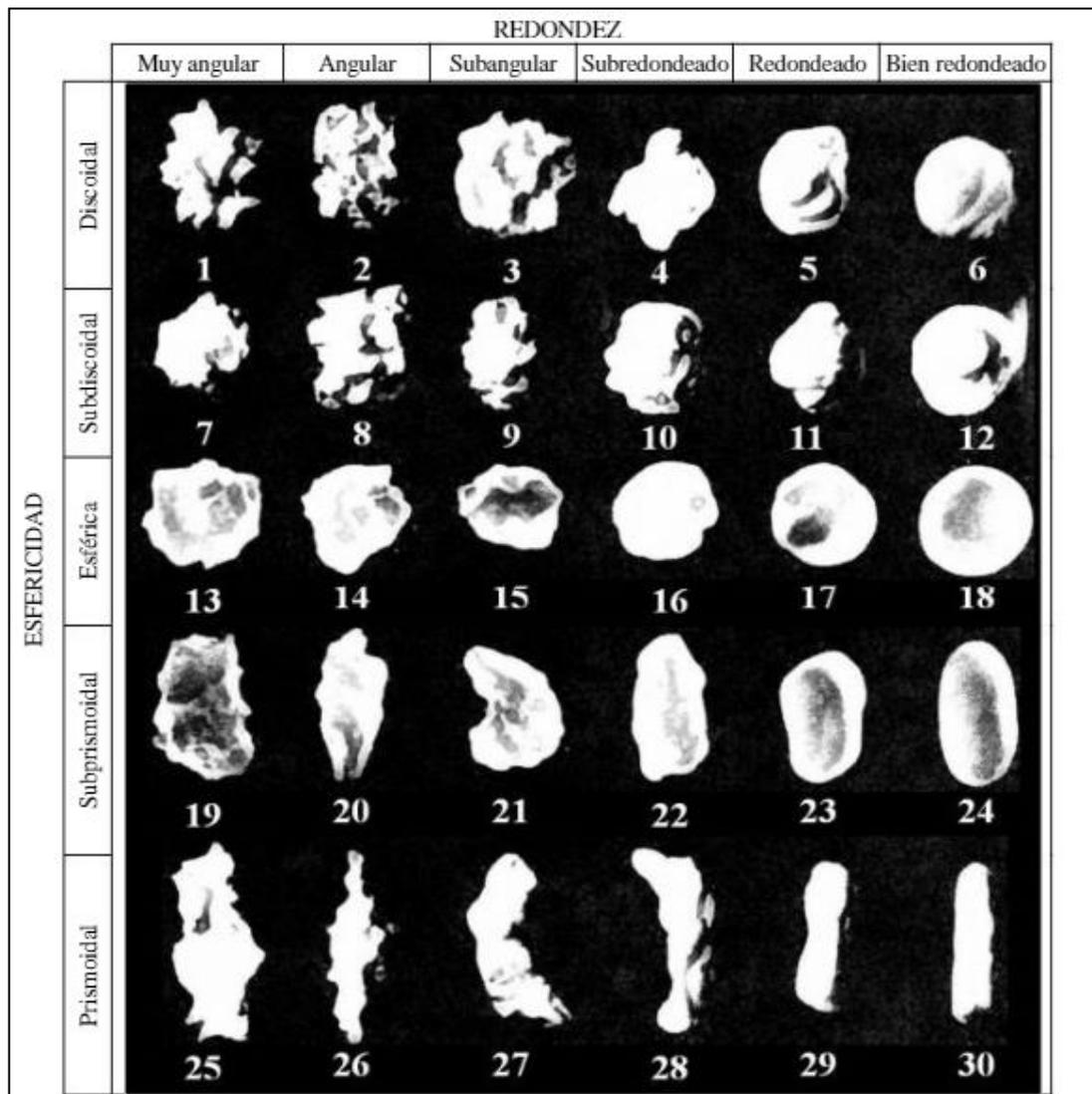


Figura 1: Escala de redondez y esfericidad
Fuente: Tomado de Powers, 1982

La **textura** superficial de las partículas depende de la dureza, del tamaño de grano y de la estructura de poros de la roca madre; y aquellas texturas superficiales que no permiten la penetración de la pasta en el agregado, no favorecen una buena adherencia (Cabrera 2013, pág. 70).

Tabla 1: Escala de redondez y esfericidad

Grupo	Textura superficial	Características	Ejemplos
1	Vidriosa	Fractura conoidal	Pedernal negro, escoria vítrea
2	Pulida	Desgastado por el agua, o debido a fractura de laminado o roca de grano fino	Cantos rodados, esquistos, pizarra, mármol, algunas riolitas
3	Granulosa	Fracturas que muestran granos uniformes más o menos pulidos	Arenisca, oolita
4	Rugosa	Fractura rugosa de roca granular fina o media que tiene constituyentes cristalinos que no se pueden ver fácilmente	Basalto, felsita, pórfido, caliza
5	Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles	Granito, grabo, gneis
6	Panel de abeja	Concavidades y poros visibles	Piedra pómez, escoria espumosa

Fuente: Tomado de Cabrera, 2013

2.3. Marco conceptual

Absorción

Es el aumento en la masa del agregado causado por la penetración del agua en los poros de las partículas, durante un tiempo específico, pero no incluye el agua adherida a la superficie exterior de las partículas (Norma Técnica Peruana 400.022:2013).

Contenido de humedad

Es la relación que existe entre el peso del agua de la muestra en estado natural y la muestra seca (Norma Técnica Peruana 339.185:2013).

Densidad

Densidad real: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo sus poros permeables o saturables y los no saturables o impermeables.

Densidad nominal: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo únicamente los poros permeables o saturables.

Densidad aparente: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, incluyendo tanto poros permeables o saturables como poros impermeables o no saturables volumen aparente o absoluto (Rivera, 2013).

Granulometría

Es la distribución de los distintos tamaños de las partículas del agregado, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca, los agregados se dividen en finos (material de tamaño inferior a 0,074 mm o 74µm-tamiz No. 200) y gruesos (material de tamaño superior o igual a 0,074 mm o 74µm-tamiz No. 200) (Rivera 2013).

Módulo de Finura del agregado fino

Es la sumatoria de los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en las mallas 0.15 mm (No.100), 0.30 mm (No.50), 0.60 mm (No.30), 1.18 mm (No.16), 2.36 mm (No.8), 4.75 mm (No.4), 9.52 mm (3/8") y dividiendo la suma entre 100.

Fluidez

La fluidez es una medida de la consistencia del mortero expresada en términos del incremento del diámetro de un espécimen moldeado por un medio cono, después de sacudir un número específico de veces la mesa de sacudidas.

Resistencia a la compresión

Es la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm².

Cemento portland

Cemento hidráulico producto de la pulverización del Clinker portland, usualmente en combinación con sulfato de calcio, Quiroz y Salamanca (2006).

Agregado fino

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa por el tamiz de 9,5 mm (3/8 pulgadas) y que está comprendida entre los límites establecidos en la norma técnica peruana 400.037 (Norma Técnica Peruana 339.047:2006).

Agregado natural

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales, Quevedo (2016).

Agregado triturado

Es aquel agregado procedente de la trituración de la roca con maquinaria, Quevedo (2016).

Agua de mezclado

Si la composición química del agua indica que es apta para el consumo humano, se considera apta para la producción de mortero u hormigón, Rivera (2013).

Mortero

Es un material formado por cemento hidráulico, que al añadir agua y arena tiene la característica de fijarse en forma de un bloque endurecido que puede obtener la mayor resistencia mecánica en el tiempo, Instituto Mexicano del cemento y concreto (2011).

2.4. Hipótesis de la investigación

2.4.1. Hipótesis general.

Al determinar la forma y textura del agregado fino optimiza las propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia, provincia de Pisco.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- a) Al determinar la forma y textura del agregado fino aumentará el módulo de finura y la fluidez del mortero cementicio.
- b) Al determinar la forma y textura del agregado fino, aumentará la resistencia a la compresión del mortero cementicio.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación fue **experimental**, porque se manipuló intencionalmente las variables para hallar resultados, además, **longitudinal**, porque se obtuvieron datos de la misma población en distintos momentos durante un periodo determinado, con la finalidad de examinar sus variaciones en el tiempo, Asimismo, **descriptiva**, porque se investiga sobre el diseño de la mezcla del mortero empleando diferentes tipos de agregado fino Bernal (2006). Enfoque Mixto, porque posee enfoque cuantitativo debido a la cantidad de ensayos realizados y el cálculo de los mismos. Y a sí mismo es cualitativo debido a la descripción.

3.2. Variables

Variable Independiente: Forma y textura del agregado fino

Indicadores: Forma y textura del agregado fino

Variable Dependientes: Propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el Distrito de Independencia en la Provincia de Pisco.

Indicadores: Modulo de finura, porcentaje de fluidez y resistencia a la compresión

3.2.1. Operacionalización de variables.

Tabla 2: Operacionalización de Variables

Operacionalización de Variables			
Variables	Indicadores	Índices	Método
Variable independiente			
Forma y textura del agregado fino	Forma y textura del agregado fino	Ensayos de laboratorio	Investigación aplicada: porque se va a desarrollar el diseño de la mezcla del mortero empleando agregado fino de dos canteras.
		Fuentes bibliográficas	Investigación descriptiva: porque se investiga la influencia de la forma y textura de los agregados finos en la fluidez de los morteros cementicios.
		Normas Técnicas	Enfoque Mixto, porque posee un enfoque cuantitativo debido a la cantidad de ensayos a realizar y el cálculo de los mismos. Y así mismo un enfoque cualitativo debido a la descripción de la influencia de la forma y textura de los agregados finos.
Variable dependiente	Indicadores	Índices	Diseño de la investigación
Propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia, provincia de Pisco.	Módulo de finura, Porcentaje de fluidez, Resistencia a la compresión del mortero	Ensayos de laboratorio	Experimental: porque se manipuló intencionalmente las variables para hallar resultados.
		Fuentes bibliográficas	
		Normas Técnicas	Longitudinal: porque se obtuvieron datos de la misma población en distintos momentos durante un periodo determinado, con la finalidad de examinar sus variaciones en el tiempo.
		Ensayos de laboratorio	Descriptiva: porque se investiga sobre el diseño de la mezcla del mortero empleando diferentes tipos de agregado fino.
		Fuentes bibliográficas	
		Normas Técnicas	

Elaboración: Fuente propia

3.3. Población y muestra de estudio

3.3.1. Población.

Se tiene 2 diseño de mezcla de mortero para cada cantera (CABEZA DE TORO Y COMASUR), para cada edad de ensayo (3,7, 14 y 28 días) se usará 9 cubos; es decir la población es de 144 cubos.

3.3.2. Muestra.

Para cada diseño después de la rotura de cubos se tiene como muestra el promedio de cada edad de ensayo, siendo 2 diseños y 1 dato por edad de ensayo se obtendrán 16 datos como muestra.

3.4. Técnicas de investigación

3.4.1. Regresión lineal.

El modelo de pronóstico de regresión lineal permite encontrar el valor esperado de la variable dependiente cuando la variable independiente toma un valor específico, la aplicación de este método involucra un supuesto de linealidad cuando la solicitud presenta un comportamiento creciente o decreciente.

3.4.2. Asimetría.

Esta medida nos permite identificar si los datos se distribuyen de forma uniforme alrededor del punto central media aritmética, la asimetría presenta tres estados diferentes, se dice que la asimetría es positiva cuando la mayoría de los datos se encuentran por encima del valor de la media aritmética, la curva es simétrica cuando se distribuyen aproximadamente la misma cantidad de valores en ambos lados de la media y se conoce como asimetría negativa cuando la mayor cantidad de datos se aglomeran en los valores menores que la media.

El Coeficiente de asimetría, se representa mediante la ecuación matemática.

Formula I: Coeficiente de Asimetría

$$g_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^3 * n_i}{\left(\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2 * n_i \right)^{\frac{3}{2}}} \dots\dots\dots (I)$$

Donde (g₁) representa el coeficiente de asimetría de Fisher, (X_i) cada uno de los valores, (\bar{X}) la media de la muestra y (n_i) la frecuencia de cada valor. Los resultados de esta ecuación se interpretan:

(g₁ = 0): Se acepta que la distribución es Simétrica, es decir, existe aproximadamente la misma cantidad de valores a los dos lados de la media. Este valor es difícil de conseguir por lo que se tiende a tomar los valores que son cercanos ya sean positivos o negativos (± 0.5).

(g₁ > 0): La curva es asimétricamente positiva por lo que los valores se tienden a reunir más en la parte izquierda que en la derecha de la media.

($g_1 < 0$): La curva es asimétricamente negativa por lo que los valores se tienden a reunir más en la parte derecha de la media.

Desde luego entre mayor sea el número positivo o negativo, mayor será la distancia que separa la aglomeración de los valores con respecto a la media.

3.4.3. Distribución normal.

La distribución normal es una distribución con forma de campana donde las desviaciones estándar sucesivas con respecto a la media establecen valores de referencia para estimar el porcentaje de observaciones de los datos.

Formula II: Función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad \text{donde } -\infty < x < +\infty$$

..... (II)

1. Su esperanza es μ .
2. Su varianza es σ^2 y, por tanto, su desviación típica es σ .
3. Es simétrica respecto a su media μ , como puede apreciarse en la representación anterior.
4. Media, moda y mediana coinciden (μ).
5. Cualquier transformación lineal de una variable con distribución Normal seguirá también el modelo Normal. Si $X \sim N(\mu, \sigma)$ y definimos $Y = aX + b$ (con $a \neq 0$), entonces $Y \sim N(a\mu + b, |a| \sigma)$. Es decir, la esperanza de Y será $a\mu + b$ y su desviación típica, $|a| \sigma$.
6. Cualquier combinación lineal de variables normales independientes sigue también una distribución Normal. Es decir, dadas n variables aleatorias independientes con distribución $X_i \sim N(\mu_i, \sigma_i)$ para $i = 1, 2, \dots, n$ la combinación lineal: $Y = a_n X_n + a_{n-1} X_{n-1} + \dots + a_1 X_1 + a_0$ sigue también el modelo Normal:

Formula III: Distribución normal

$$Y \approx N\left(a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \mu_i, \sqrt{\sum_{i=1}^n a_i^2 \sigma_i^2}\right) \dots\dots\dots (III)$$

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnica de muestreo.

Realizado el diseño del mortero, se procedió a la recolección de datos para su procesamiento. Para iniciar este proceso, se inició con las técnicas de muestreo no

probabilísticas, las muestras son representativas para cada diseño a realizar. Además, se fundamenta con la Norma Técnica Peruana 334.051:2013, en el que indica dos o 3 especímenes por edad de ensayo.

3.5.2. Realización de ensayos.

Las recolecciones de datos fueron tomadas mediante un registro de los resultados obtenidos de las características de los materiales, ensayos en estado fresco y endurecido.

Los instrumentos utilizados para nuestra investigación fueron las normas técnicas peruanas obtenidas mediante el INACAL (Instituto Nacional de Calidad).

➤ **Ensayo para determinar forma y textura del agregado fino**

Con el microscopio digital UB 1600X se obtuvieron las imágenes de los granos del agregado fino y con el software CoolinhTech Microscope se realizó el análisis de imágenes de la forma y textura del agregado fino de ambas canteras en estudio.

➤ **Ensayo para determinar la resistencia a la compresión**

Se retira los especímenes de la cámara de curado una vez cumplido las edades de ensayo y secados al ambiente, una vez seco los cubos, se coloca en el equipo de compresión axial y se somete a compresión hasta la falla y se registra el resultado.

➤ **Ensayo para determinar la fluidez del mortero**

Se utilizó para este ensayo la mesa de flujo, se coloca la muestra de mortero en un tronco cónico, se coloca una capa de mortero aproximadamente hasta la mitad del cono, aproximadamente de 25mm, de espesor y apisonar 20 veces con la manipulación debida. La presión de apisonado será suficiente para asegurar un llenado uniforme del molde, luego se coloca el molde en la mesa de flujo y se levanta el molde del cono verticalmente y deje solo al mortero, inmediatamente después se acciona la mesa dejándola caer 25 veces en 15 segundos y se mide el diámetro final.

➤ **Ensayo para determinar el módulo de finura**

El módulo de finura se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar al realizar el ensayo de granulometría y dividiendo la suma entre 100.

3.5.3. Confiabilidad de los instrumentos.

Equipo: Tamizador eléctrico

Marca: SOILTEST

Modelo: 80-0445/06

Condiciones: Óptimas



Figura 2: Tamizador eléctrico

Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma

Equipo: Mesa de flujo

Marca: ELE-INTERNACIONAL

Modelo: EI 38-6002

Condiciones: Óptimas



Figura 3: Mesa de flujo

Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma

Equipo: Tamices

Marca: U.S.A. SIEVE ASTM E-11

Tipo: #4, #8, #16, #30, #50, #100

Condiciones: Óptimas



Figura 4: Tamices #4, #8, #16, #30, #50, #100

Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma

Equipo: Medio isoterma (Ilustración 3)

Marca: DESPATCH

Modelo: LBB / LEB

Condiciones: Óptimas



Figura 5: Horno de secado para muestras

Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma

Equipo: Microscopio digital

Marca: DIGITAL MICROSCOPE

Modelo: UB1600X

Condiciones: Óptimas



Figura 6: Microscopio digital
Fuente: Elaboración propia

Equipo: Equipo de compresión

Marca: ELE-INTERNACIONAL

Modelo: 37-5574/06

Condiciones: Óptimas



Figura 7: Equipo de compresión
Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma

Equipo: Balanza electrónica

Marca: FERTON

Tipo: Electrónica

Condiciones: Óptimas



Figura 8: Balanza electrónica

Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma

3.6. Aspectos éticos

La presente investigación ha sido realizada bajo las referencias de otras investigaciones teniendo como antecedentes gran cantidad de información elaborada anteriormente, además de métodos y técnicas para elaborar el diseño de morteros.

Los hechos, ideas y fundamentos expuestos en esta tesis, su compromiso a respetar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos suministrados y la identidad de los individuos que participan en el presente estudio, por lo cual han sido citados en la bibliografía sin alterar su contenido.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Propiedades físico mecánicas del agregado fino

4.1.1. Granulometría del agregado fino.

La granulometría de una base de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor. La serie de tamices utilizados para agregado fino son # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100.

La granulometría del agregado fino dentro de los límites de la norma ASTM C33, generalmente es satisfactoria para la mayoría de los concretos. Los límites de la norma ASTM C33 con respecto al tamaño de las cribas se indican en la tabla 3.

Tabla 3: Límites granulométricos del agregado fino

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO		
Abertura	Designación	Porcentaje que
	Previa	pasa en peso
9.52 mm	3/8"	100 - 100
4.75 mm	N° 4	95 - 100
2.36 mm	N° 8	80 - 100
1.18 mm	N° 16	50 - 85
0.60 mm	N° 30	25 - 60
0.30 mm	N° 50	10 - 30
0.15 mm	N° 100	2 - 10

Fuente: NTP 400.012 y ASTM C33

Los resultados de un análisis granulométrico se pueden representar en forma gráfica y en tal caso se llaman curvas granulométricas. Estas gráficas se representan por medio de dos ejes perpendiculares entre sí, horizontal y vertical, en donde las ordenadas representan el porcentaje que pasa y en el eje de las abscisas la abertura del tamiz cuya escala puede ser aritmética, logarítmica o en algunos casos mixtos. Se realizaron 3 ensayos de granulometría para cada tipo de agregado fino.

Cantera Comasur

Tabla 4: Análisis granulométrico del agregado fino AT-1

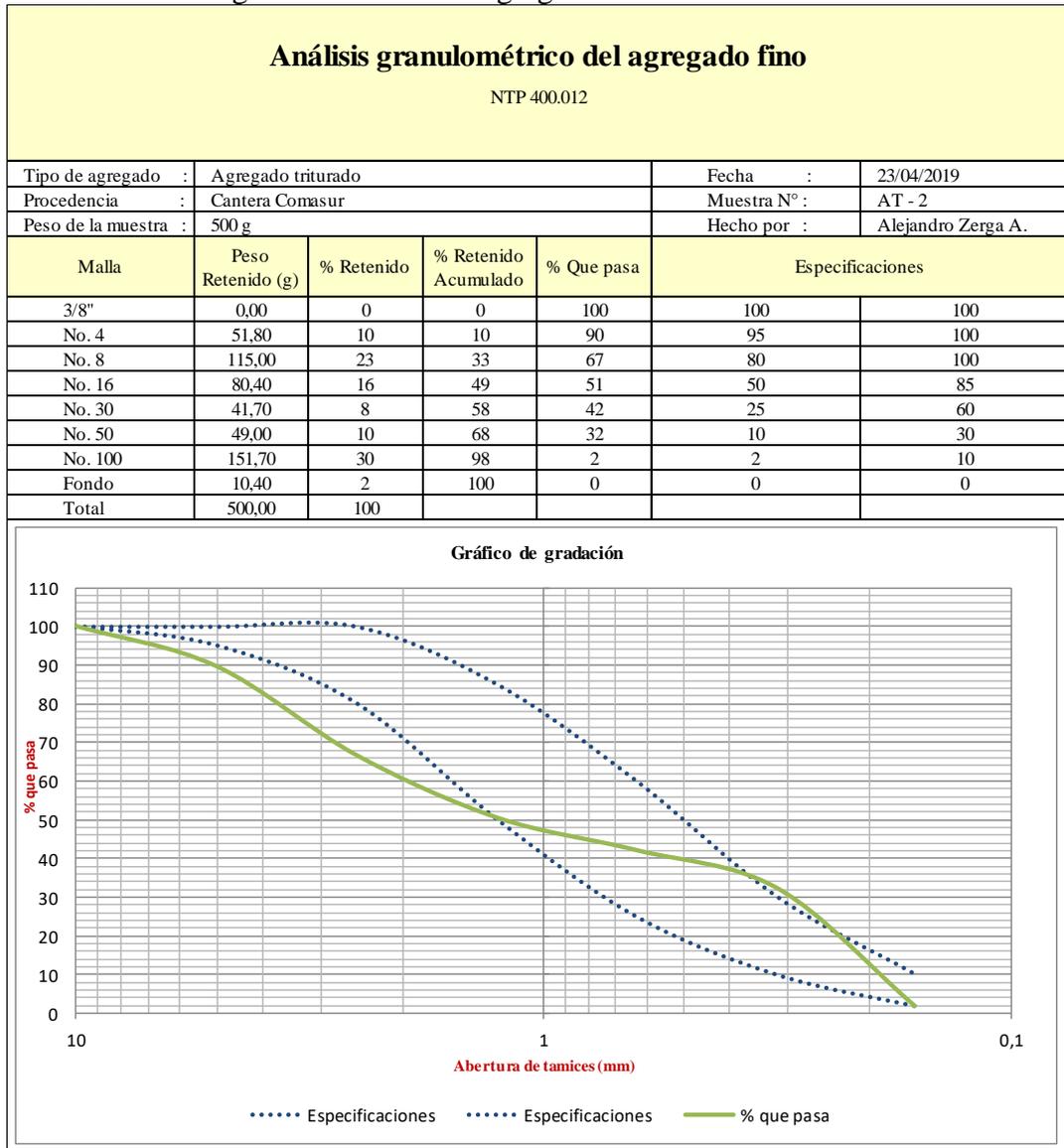
Análisis granulométrico del agregado fino						
NTP 400.012						
Tipo de agregado :	Agregado triturado			Fecha :	23/04/2019	
Procedencia :	Cantera Comasur			Muestra N° :	AT - 1	
Peso de la muestra :	500 g			Hecho por :	Alejandro Zerga A.	
Malla	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones	
3/8"	0,00	0	0	100	100	100
No. 4	41,80	8	8	92	95	100
No. 8	105,00	21	29	71	80	100
No. 16	90,40	18	47	53	50	85
No. 30	45,30	9	57	44	25	60
No. 50	56,40	11	68	32	10	30
No. 100	145,70	29	97	3	2	10
Fondo	15,40	3	100	0	0	0
Total	500,00	100				

Gráfico de gradación

El gráfico de gradación muestra el porcentaje que pasa a través de tamices de diferentes aberturas (10 mm, 1 mm, 0,1 mm). La línea superior de puntos azules representa el límite superior de las especificaciones, la línea inferior de puntos azules representa el límite inferior, y la línea verde representa el porcentaje que pasa del agregado. El agregado cumple con las especificaciones ya que su gradación se encuentra dentro del rango permitido.

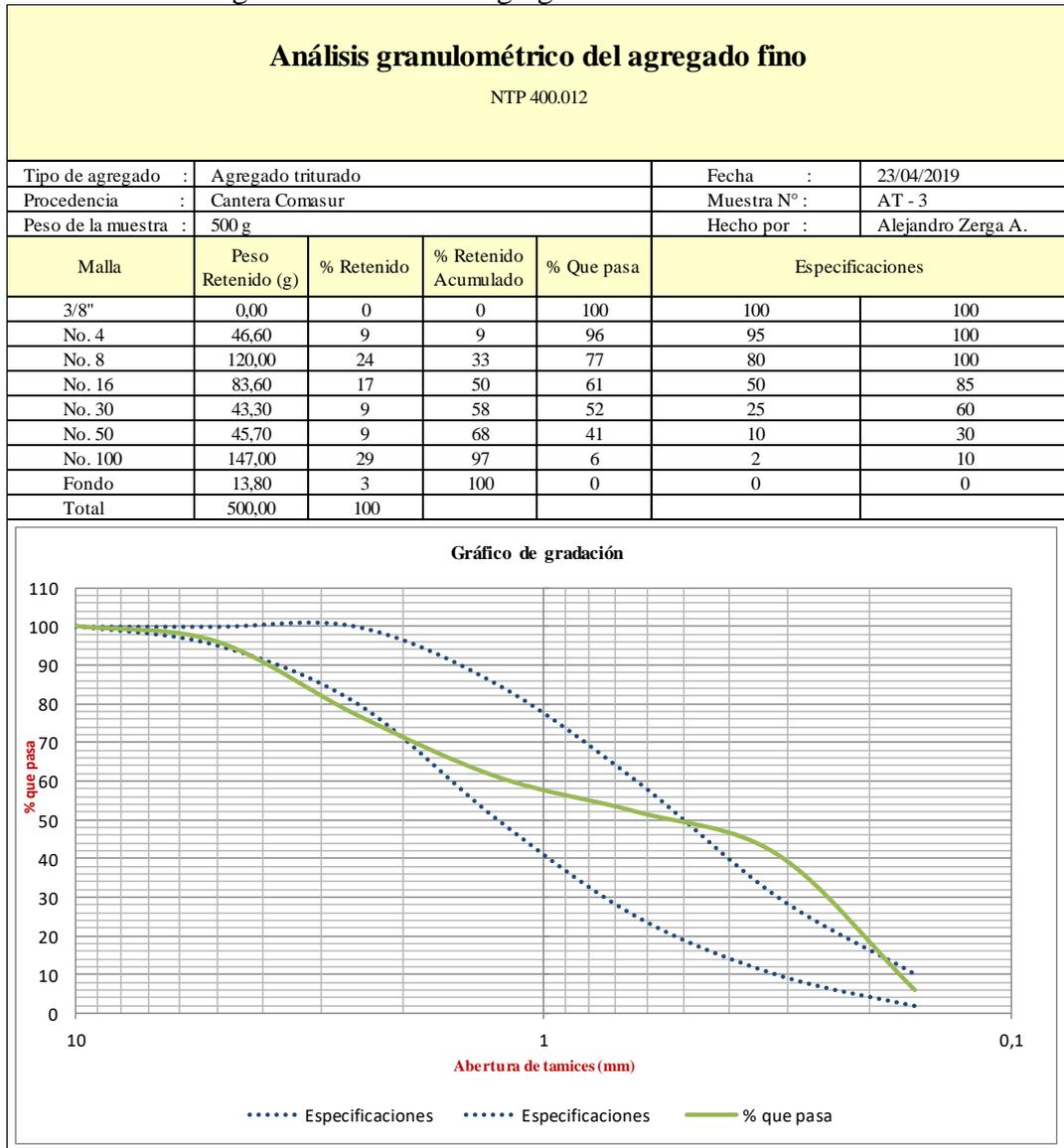
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Análisis granulométrico del agregado fino AT-2



Fuente: Elaboración propia

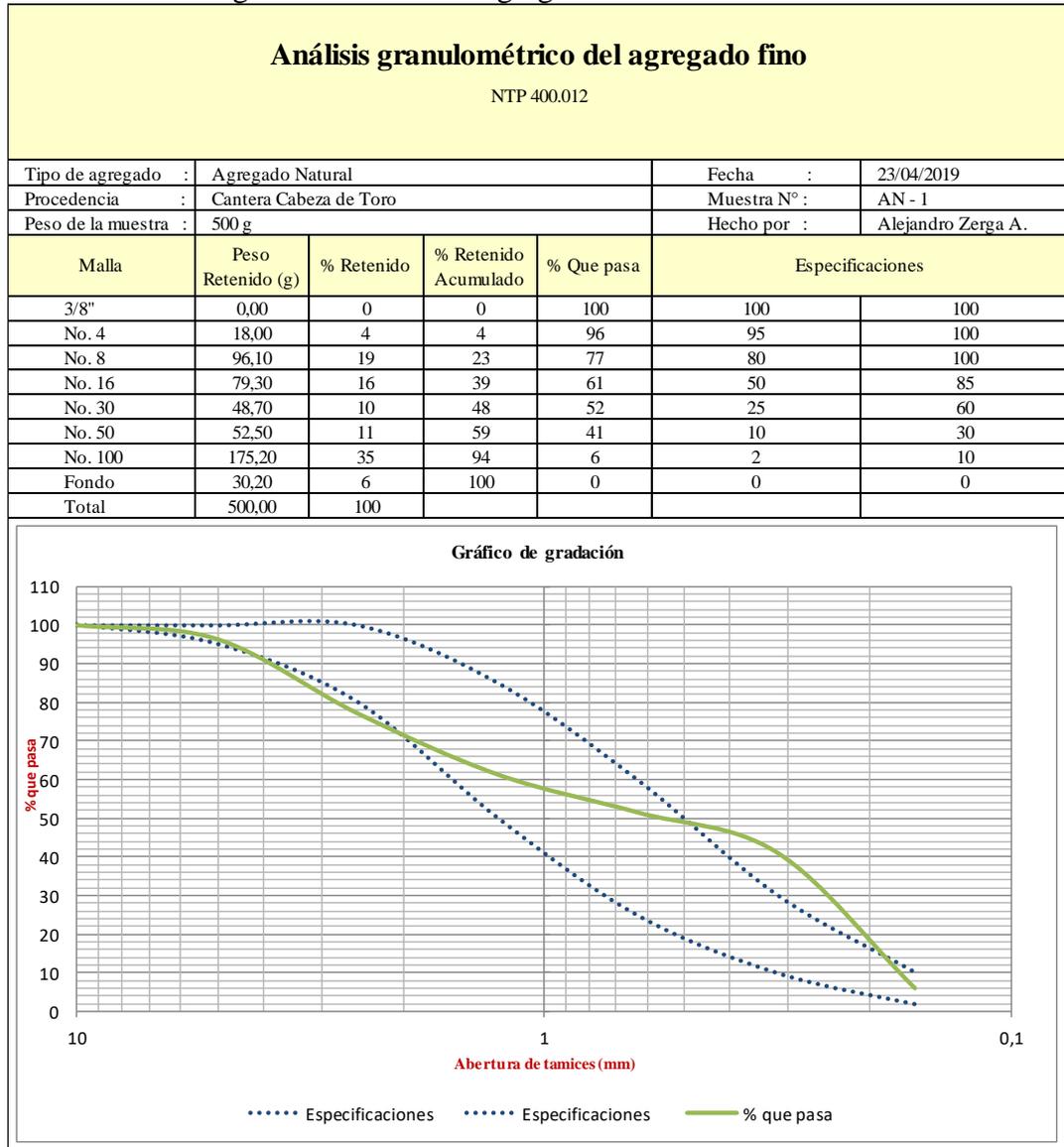
Tabla 6: Análisis granulométrico del agregado fino AT-3



Fuente: Elaboración propia

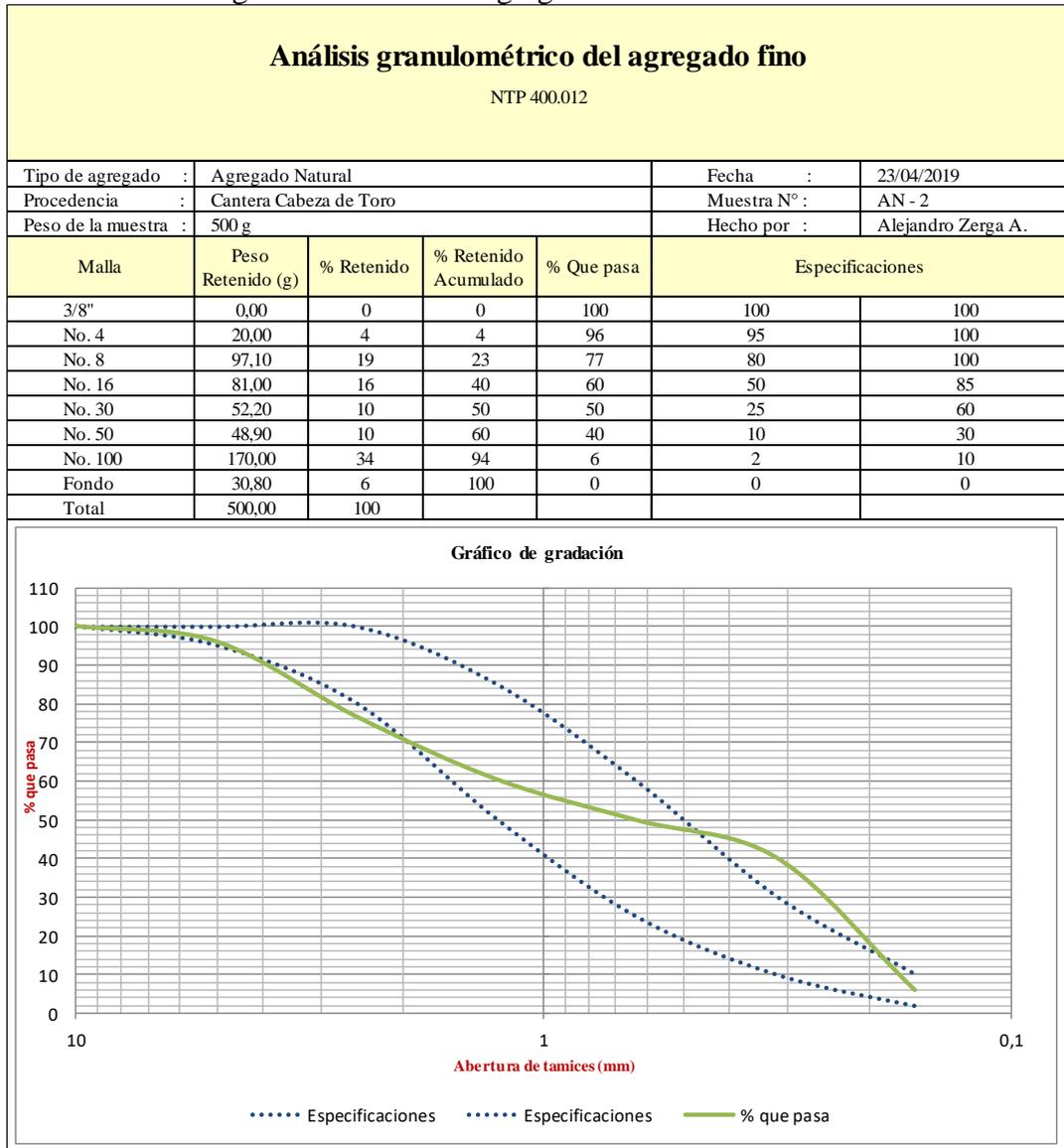
Cantera Cabeza de Toro

Tabla 7: Análisis granulométrico del agregado fino AN-1



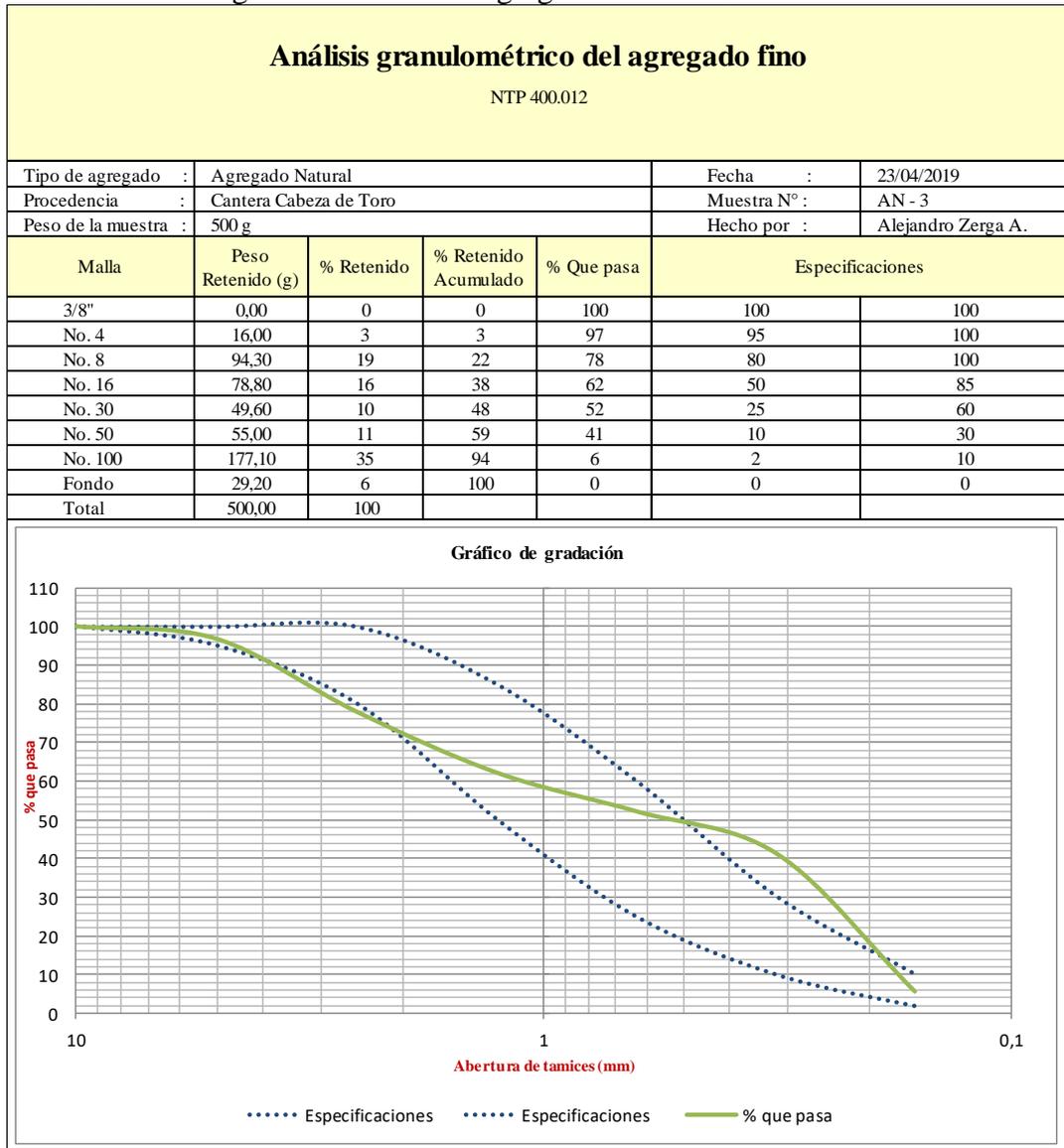
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Análisis granulométrico del agregado fino AN-2



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Análisis granulométrico del agregado fino AN-3



Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Módulo de finura.

Cantera Comasur

Tabla 10: Módulo de finura del agregado fino AT-1, 2, 3

Módulo de finura				
NTP 400.012				
Tipo de agregado :	Agregado Triturado		Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur		Muestra N° :	AT - 1,2,3
			Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Ensayos			mf
	AN-1	AN-2	AN-3	Promedio
Módulo de finura	3,06	3,16	3,15	3,12
$mf = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$				

Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro

Tabla 11: Módulo de finura del agregado fino AN-1, 2, 3

Módulo de finura				
NTP 400.012				
Tipo de agregado :	Agregado Natural		Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro		Muestra N° :	AN - 1,2,3
			Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Ensayos			mf
	AN-1	AN-2	AN-3	Promedio
Módulo de finura	2,66	2,71	2,64	2,67
$mf = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$				

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Peso Unitario del agregado fino.

El peso volumétrico, también llamado peso unitario o densidad en masa de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado. El volumen al que se hace referencia, es ocupado por los agregados y los vacíos entre las partículas de agregado. El contenido de vacíos entre partículas afecta la demanda de mortero en el diseño de la mezcla. Los

contenidos de vacíos varían desde aproximadamente 30% a 45% para los agregados gruesos hasta 40% a 50% para el agregado fino. La angularidad aumenta el contenido de vacíos; mayores tamaños de agregado bien graduado y una granulometría mejorada hacen disminuir el contenido de vacíos. Los métodos para determinar el peso volumétrico de los agregados y el contenido de vacíos, se dan en la norma ASTM C 29. Se realizaron 3 muestras para cada tipo de agregado fino cuyos resultados se indican en las tablas 12, 13, 14, 15, 16 y 17.

Cantera Comasur

Tabla 12: Peso unitario del agregado fino AT-1

Peso unitario del agregado fino			
NTP 400.017			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 1
Recipiente :	1/10 pie ³	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
A.- Peso unitario suelto			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente		6,61	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra suelta	Ws	4,87	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario suelto	PUS	1761	kg/m ³
B.- Peso unitario compactado			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente		7,20	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra compactada	Wc	5,46	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario compactado	PUC	1974	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Peso unitario del agregado fino AT-2

Peso unitario del agregado fino			
NTP 400.017			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 2
Recipiente :	1/10 pie ³	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
A.- Peso unitario suelto			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente		6,62	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra suelta	Ws	4,87	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario suelto	PUS	1761	kg/m ³
B.- Peso unitario compactado			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente		7,21	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra compactada	Wc	5,47	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario compactado	PUC	1978	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Peso unitario del agregado fino AT-3

Peso unitario del agregado fino			
NTP 400.017			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 3
Recipiente :	1/10 pie ³	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
A.- Peso unitario suelto			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente		6,62	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra suelta	Ws	4,87	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario suelto	PUS	1763	kg/m ³
B.- Peso unitario compactado			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente		7,21	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra compactada	Wc	5,46	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario compactado	PUC	1976	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro

Tabla 15: Peso unitario del agregado fino AN-1

Peso unitario del agregado fino			
NTP 400.017			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 1
Recipiente :	1/10 pie ³	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
A.- Peso unitario suelto			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente		5,68	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra suelta	Ws	3,93	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ³
Peso unitario suelto	PUS	1423	kg/m ³
B.- Peso unitario compactado			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente		6,42	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra compactada	Wc	4,67	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ³
Peso unitario compactado	PUC	1689	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Peso unitario del agregado fino AN-2

Peso unitario del agregado fino			
NTP 400.017			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 2
Recipiente :	1/10 pie ³	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
A.- Peso unitario suelto			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente		5,67	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra suelta	Ws	3,92	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario suelto	PUS	1419	kg/m ³
B.- Peso unitario compactado			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente		6,43	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra compactada	Wc	4,67	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario compactado	PUC	1689	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Peso unitario del agregado fino AN-3

Peso unitario del agregado fino			
NTP 400.017			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 3
Recipiente :	1/10 pie ³	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
A.- Peso unitario suelto			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente		5,66	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra suelta	Ws	3,91	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	361,83	m ⁻³
Peso unitario suelto	PUS	1415	kg/m ³
B.- Peso unitario compactado			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente		6,42	kg
Peso del recipiente		1,75	kg
Peso de la muestra compactada	Wc	4,67	kg
Peso del agua + recipiente		4,51	kg
Peso del agua	Wa	2,76	kg
Factor de calibración del recipiente	f	362,12	m ⁻³
Peso unitario compactado	PUC	1691	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Peso Específico y Absorción del agregado fino.

Al momento de realizar un buen diseño de mezcla se necesita conocer muchas propiedades físicas y químicas de los agregados, una de estas es el peso específico aparente, peso específico nominal y Absorción.

Peso específico de masa (G)

El peso específico de un agregado es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamientos de mezclas y control, por ejemplo, en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado.

Peso específico de masa saturada superficialmente seca (G_{ss})

Es similar al peso específico de masa, con la diferencia que la masa incluye el agua en los poros permeables.

Peso específico aparente (G_a)

Se refiere al volumen del material sólido, incluidos los poros impermeables, aunque no los capilares.

Porcentaje de absorción

La absorción es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca.

En las tablas 18, 19, 20, 21, 22 y 23 se indican los resultados de las muestras del agregado fino de peso específico de masa, peso específico de masa saturada superficialmente seca, peso específico aparente y porcentaje de absorción.

Cantera Comasur

Tabla 18: Peso específico y absorción del agregado fino AT-1

Peso específico y absorción del agregado fino			
NTP 400.022			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 1
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
peso de la fiola		175,80	g
peso de la muestra sss		500,00	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola		675,80	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola + peso del agua		961,00	g
peso del agua	W	285,20	g
peso de la muestra seca	A	494,00	g
Volumen de la fiola	V	500,00	ml
1.- Peso específico de masa			
	$\left(\frac{A}{V - W} \right)$	= 2,30	g/cm ³
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco			
	$\left(\frac{500}{V - W} \right)$	= 2,33	g/cm ³
3.- Peso específico aparente			
	$\left(\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} \right)$	= 2,37	g/cm ³
4.- Porcentaje de absorción			
	$\left(\frac{500 - A}{A} \right) * 100$	= 1,21	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Peso específico y absorción del agregado fino AT-2

Peso específico y absorción del agregado fino			
NTP 400.022			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 2
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
peso de la fiola		175,80	g
peso de la muestra sss		500,00	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola		675,80	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola + peso del agua		959,30	g
peso del agua	W	283,50	g
peso de la muestra seca	A	492,00	g
Volumen de la fiola	V	500,00	ml
1.- Peso específico de masa			
	$\left(\frac{A}{V - W} \right)$	= 2,27	g/cm ³
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco			
	$\left(\frac{500}{V - W} \right)$	= 2,31	g/cm ³
3.- Peso específico aparente			
	$\left(\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} \right)$	= 2,36	g/cm ³
4.- Porcentaje de absorción			
	$\left(\frac{500 - A}{A} \right) * 100$	= 1,63	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Peso específico y absorción del agregado fino AT-3

Peso específico y absorción del agregado fino			
NTP 400.022			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 3
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
peso de la fiola		175,80	g
peso de la muestra sss		500,00	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola		675,80	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola + peso del agua		958,00	g
peso del agua	W	282,20	g
peso de la muestra seca	A	493,00	g
Volumen de la fiola	V	500,00	ml
1.- Peso específico de masa			
	$\left(\frac{A}{V - W} \right)$	= 2,26	g/cm ³
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco			
	$\left(\frac{500}{V - W} \right)$	= 2,30	g/cm ³
3.- Peso específico aparente			
	$\left(\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} \right)$	= 2,34	g/cm ³
4.- Porcentaje de absorción			
	$\left(\frac{500 - A}{A} \right) * 100$	= 1,42	%

Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro

Tabla 21: Peso específico y absorción del agregado fino AN-1

Peso específico y absorción del agregado fino			
NTP 400.022			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 1
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
peso de la fiola		175,80	g
peso de la muestra sss		500,00	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola		675,80	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola + peso del agua		963,00	g
peso del agua	W	287,20	g
peso de la muestra seca	A	485,00	g
Volumen de la fiola	V	500,00	ml
1.- Peso específico de masa			
	$\left(\frac{A}{V - W}\right)$	=	2,28 g/cm ³
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco			
	$\left(\frac{500}{V - W}\right)$	=	2,35 g/cm ³
3.- Peso específico aparente			
	$\left(\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}\right)$	=	2,45 g/cm ³
4.- Porcentaje de absorción			
	$\left(\frac{500 - A}{A}\right) * 100$	=	3,09 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Peso específico y absorción del agregado fino AN-2

Peso específico y absorción del agregado fino			
NTP 400.022			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 2
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
peso de la fiola		175,80	g
peso de la muestra sss		500,00	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola		675,80	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola + peso del agua		961,00	g
peso del agua	W	285,20	g
peso de la muestra seca	A	484,30	g
Volumen de la fiola	V	500,00	ml
1.- Peso específico de masa			
	$\left(\frac{A}{V - W} \right)$	= 2,25	g/cm ³
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco			
	$\left(\frac{500}{V - W} \right)$	= 2,33	g/cm ³
3.- Peso específico aparente			
	$\left(\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} \right)$	= 2,43	g/cm ³
4.- Porcentaje de absorción			
	$\left(\frac{500 - A}{A} \right) * 100$	= 3,24	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Peso específico y absorción del agregado fino AN-3

Peso específico y absorción del agregado fino			
NTP 400.022			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 3
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
peso de la fiola		175,80	g
peso de la muestra sss		500,00	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola		675,80	g
peso de la muestra sss + peso de la fiola + peso del agua		960,10	g
peso del agua	W	284,30	g
peso de la muestra seca	A	483,90	g
Volumen de la fiola	V	500,00	ml
1.- Peso específico de masa			
	$\left(\frac{A}{V - W} \right)$	= 2,24	g/cm ³
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco			
	$\left(\frac{500}{V - W} \right)$	= 2,32	g/cm ³
3.- Peso específico aparente			
	$\left(\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} \right)$	= 2,42	g/cm ³
4.- Porcentaje de absorción			
	$\left(\frac{500 - A}{A} \right) * 100$	= 3,33	%

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Material que pasa la malla #200.

El contenido pasante a la malla #200, contribuye con la adherencia del agregado y la pasta, aunque, esta adherencia se también percute en la resistencia por lo que, Carbajal (2005), afirma que el valor recomendado para el material pasante a la malla #200 debe encontrarse en el rango de 3% a 5%, siendo estos límites los recomendados para una mezcla de cemento óptimo. También afirma que valores hasta el orden de 7% no afectaría negativamente a la mezcla, siempre y cuando se mejore la relación agua/cemento y la granulometría. Los resultados se pueden ver en las tablas 24, 25, 26, 27, 28 y 29.

Cantera Comasur

Tabla 24: Malla #200 del agregado fino AT-1

Material que pasa la malla # 200			
NTP 400.018			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 1
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	A	500,00	g
Peso de la muestra lavada y secada	B	478,30	g
Material que pasa la malla #200	A-B	21,70	g
% de material que pasa la malla #200		4,54	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Malla #200 del agregado fino AT-2

Material que pasa la malla # 200			
NTP 400.018			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 2
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	A	500,00	g
Peso de la muestra lavada y secada	B	480,10	g
Material que pasa la malla #200	A-B	19,90	g
% de material que pasa la malla #200		4,14	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Malla #200 del agregado fino AT-3

Material que pasa la malla # 200			
NTP 400.018			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 3
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	A	500,00	g
Peso de la muestra lavada y secada	B	481,40	g
Material que pasa la malla #200	A-B	18,60	g
% de material que pasa la malla #200		3,86	%

Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro

Tabla 27: Malla #200 del agregado fino AN-1

Material que pasa la malla # 200			
NTP 400.018			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 1
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	A	500,00	g
Peso de la muestra lavada y secada	B	456,70	g
Material que pasa la malla #200	A-B	43,30	g
% de material que pasa la malla #200		9,48	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Malla #200 del agregado fino AN-2

Material que pasa la malla # 200			
NTP 400.018			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 2
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	A	500,00	g
Peso de la muestra lavada y secada	B	461,30	g
Material que pasa la malla #200	A-B	38,70	g
% de material que pasa la malla #200		8,39	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Malla #200 del agregado fino AN-3

Material que pasa la malla # 200			
NTP 400.018			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 3
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	A	500,00	g
Peso de la muestra lavada y secada	B	460,10	g
Material que pasa la malla #200	A-B	39,90	g
% de material que pasa la malla #200		8,67	%

Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Contenido de humedad del agregado fino.

Es la cantidad de agua total que tiene el agregado en relación al peso de la muestra seca, expresado en porcentaje. Los resultados se pueden ver en las tablas 30, 31, 32, 33, 34 y 35.

Cantera Comasur

Tabla 30: Contenido de humedad del agregado fino AT-1

Contenido de humedad del agregado fino			
NTP 339.185			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 1
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra húmeda	A	500,00	g
Peso de la muestra seca	B	495,70	g
Contenido de agua	A-B	4,30	g
Contenido de humedad		0,87	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Contenido de humedad del agregado fino AT-2

Contenido de humedad del agregado fino			
NTP 339.185			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 2
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra húmeda	A	500,00	g
Peso de la muestra seca	B	496,00	g
Contenido de agua	A-B	4,00	g
Contenido de humedad		0,81	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Contenido de humedad del agregado fino AT-3

Contenido de humedad del agregado fino			
NTP 339.185			
Tipo de agregado :	Agregado triturado	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Comasur	Muestra N° :	AT - 3
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra húmeda	A	500,00	g
Peso de la muestra seca	B	496,20	g
Contenido de agua	A-B	3,80	g
Contenido de humedad		0,77	%

Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro

Tabla 33: Contenido de humedad del agregado fino AN-1

Contenido de humedad del agregado fino			
NTP 339.185			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 1
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra húmeda	A	500,00	g
Peso de la muestra seca	B	475,10	g
Contenido de agua	A-B	24,90	g
Contenido de humedad		5,24	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Contenido de humedad del agregado fino AN-2

Contenido de humedad del agregado fino			
NTP 339.185			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 2
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra húmeda	A	500,00	g
Peso de la muestra seca	B	473,00	g
Contenido de agua	A-B	27,00	g
Contenido de humedad		5,71	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Contenido de humedad del agregado fino AN-3

Contenido de humedad del agregado fino			
NTP 339.185			
Tipo de agregado :	Agregado Natural	Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Cantera Cabeza de Toro	Muestra N° :	AN - 3
Peso de la muestra :	500 g	Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra húmeda	A	500,00	g
Peso de la muestra seca	B	473,80	g
Contenido de agua	A-B	26,20	g
Contenido de humedad		5,53	%

Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Forma y Textura del agregado fino.

Cantera Comasur

Tabla 36: Forma y Textura cantera Comasur

	AT-1	AT-2	AT-3
Mallas	Granulometría en % retenido acumulado		
No. 4	8	10	9
No. 8	29	33	33
No. 16	47	49	50
No. 30	57	58	58
No. 50	68	68	68
No. 100	97	98	97
Módulo de finura	3.15	3.06	3.16
Malla # 200	4.54	4.14	3.86
Densidad	2.3	2.27	2.26
PU suelto	1761	1761	1763
PU compactado	1974	1978	1976
Forma	Subangular		
Textura	Rugosa		



Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro

Tabla 37: Forma y Textura cantera Cabeza de Toro

	AN-1	AN-2	AN-3
Mallas	Granulometría en % retenido acumulado		
No. 4	4	4	3
No. 8	23	23	22
No. 16	39	40	38
No. 30	48	50	48
No. 50	59	60	59
No. 100	94	94	94
Módulo de finura	2.64	2.71	2.66
Malla # 200	9.48	8.39	8.67
Densidad	2.28	2.25	2.24
PU suelto	1423	1419	1415
PU compactado	1689	1689	1691
Forma	Subredondeada		
Textura	Pulida		



Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Fluidez del agregado fino.

Cantera Comasur

Tabla 38: Fluidez del mortero diseño 1:3:0.40

Fluidez del mortero cementicio				
NTP 334.057				
Diseño :	1:3		Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Agregado de la Cantera Comasur		Unidad :	cm
Relación a/c :	0,40		Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Lectura 1	19,00	18,80	20,00	
Lectura 2	19,50	19,00	20,00	
Lectura 3	20,00	19,50	19,50	
Lectura 4	20,00	19,00	19,00	
Promedio	19,63	19,08	19,63	
Fluidez	93%	88%	93%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Fluidez del mortero diseño 1:3:0.50

Fluidez del mortero cementicio				
NTP 334.057				
Diseño :	1:3		Fecha :	23/04/2019
Procedencia :	Agregado de la Cantera Comasur		Unidad :	cm
Relación a/c :	0,50		Hecho por :	Alejandro Zerga A.
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Lectura 1	23,60	22,90	23,80	
Lectura 2	24,00	23,50	24,00	
Lectura 3	23,60	23,20	23,80	
Lectura 4	23,50	23,20	23,20	
Promedio	23,68	23,20	23,70	
Fluidez	133%	128%	133%	

Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro

Tabla 40: Fluidez del mortero diseño 1:3:0.40

Fluidez del mortero cementicio			
NTP 334.057			
Diseño	: 1:3	Fecha	: 23/04/2019
Procedencia	: Agregado de la Cabeza de Toro	Unidad	: cm
Relación a/c	: 0,40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Lectura 1	17,00	18,00	17,00
Lectura 2	18,00	18,20	18,00
Lectura 3	18,00	17,90	18,00
Lectura 4	17,50	18,40	18,00
Promedio	17,63	18,13	17,75
Fluidez	73%	78%	75%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Fluidez del mortero diseño 1:3:0.50

Fluidez del mortero cementicio			
NTP 334.057			
Diseño	: 1:3	Fecha	: 23/04/2019
Procedencia	: Agregado de la Cabeza de Toro	Unidad	: cm
Relación a/c	: 0,50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Lectura 1	23,00	22,50	24,00
Lectura 2	23,50	23,00	23,00
Lectura 3	24,00	23,40	23,90
Lectura 4	24,00	23,60	23,80
Promedio	23,63	23,13	23,68
Fluidez	133%	128%	133%

Fuente: Elaboración propia

4.1.9. Resistencia a la Compresión de Cubos de morteros.

Cantera Comasur diseño 1:3:0.40

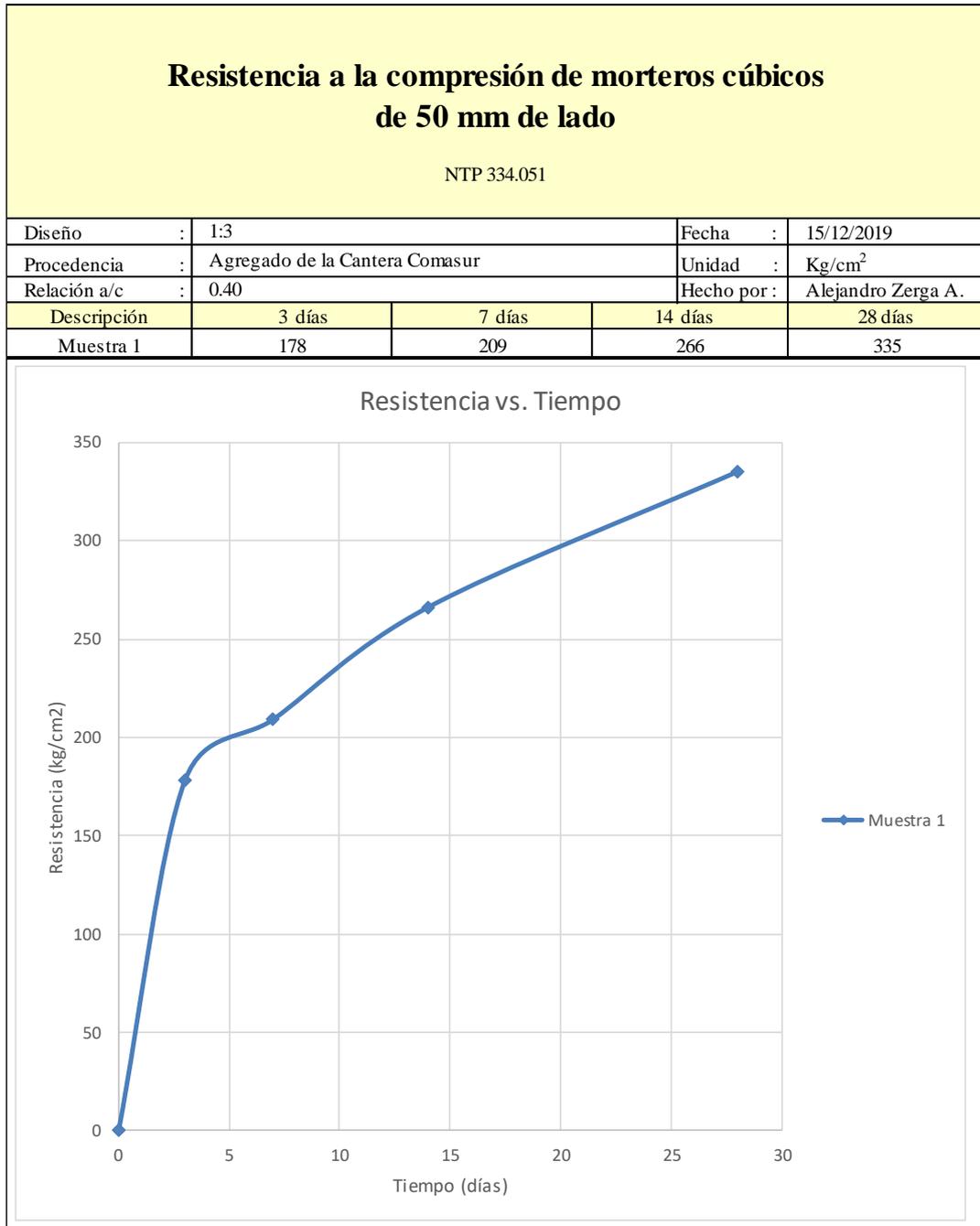


Figura 9: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 2	184	208	269	342

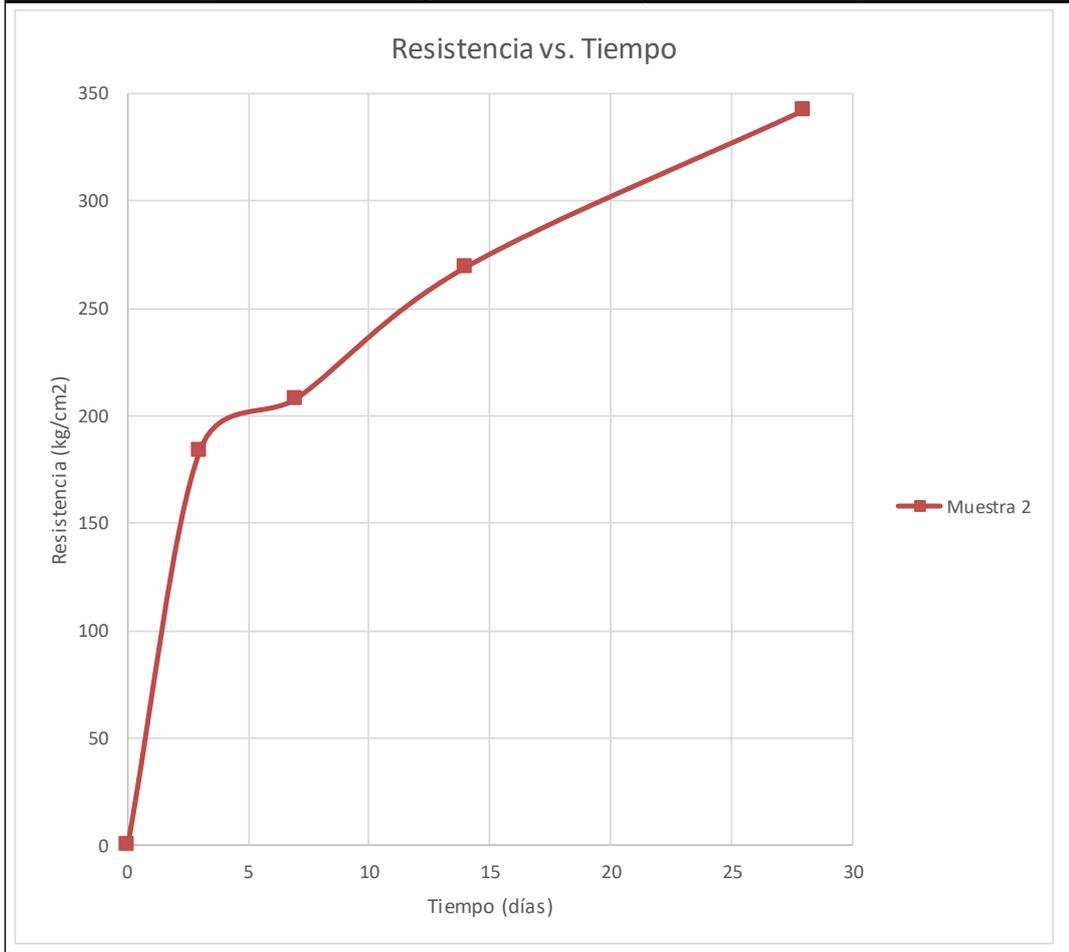


Figura 10: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 3	187	208	271	345

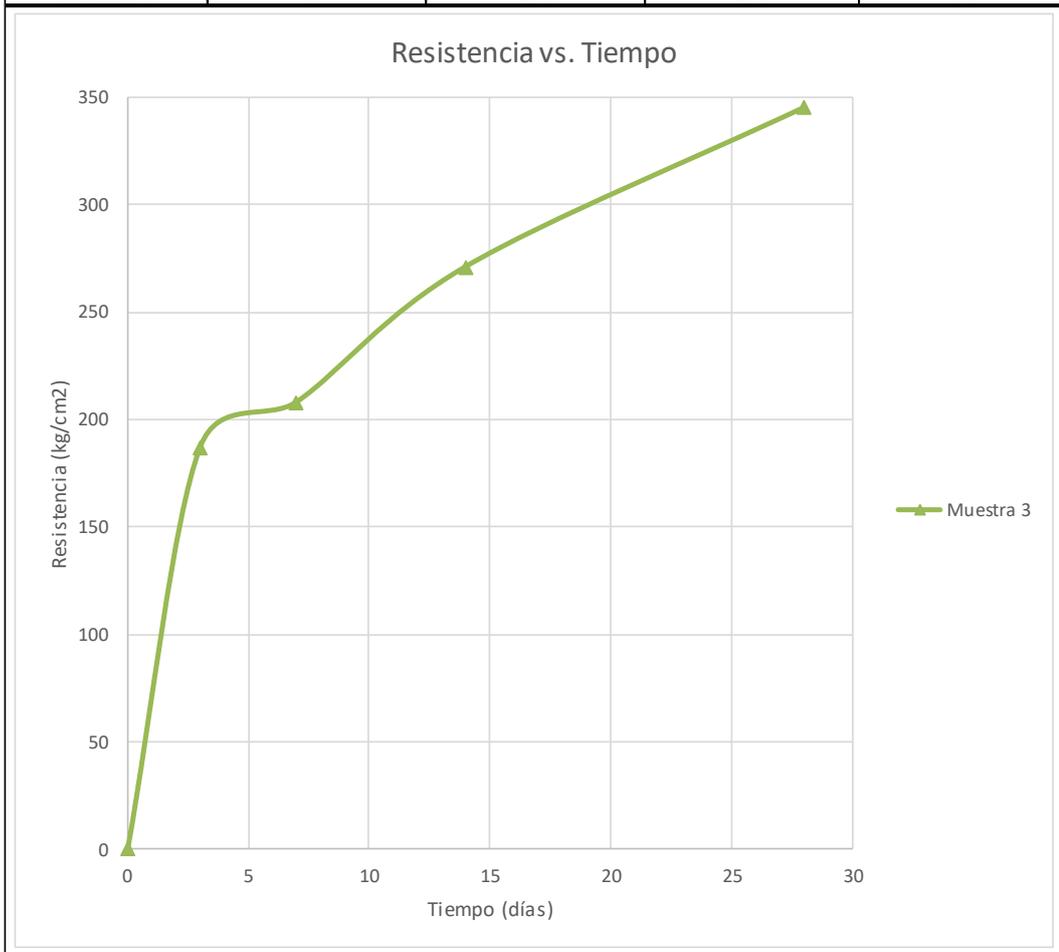


Figura 11: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 4	184	217	267	342

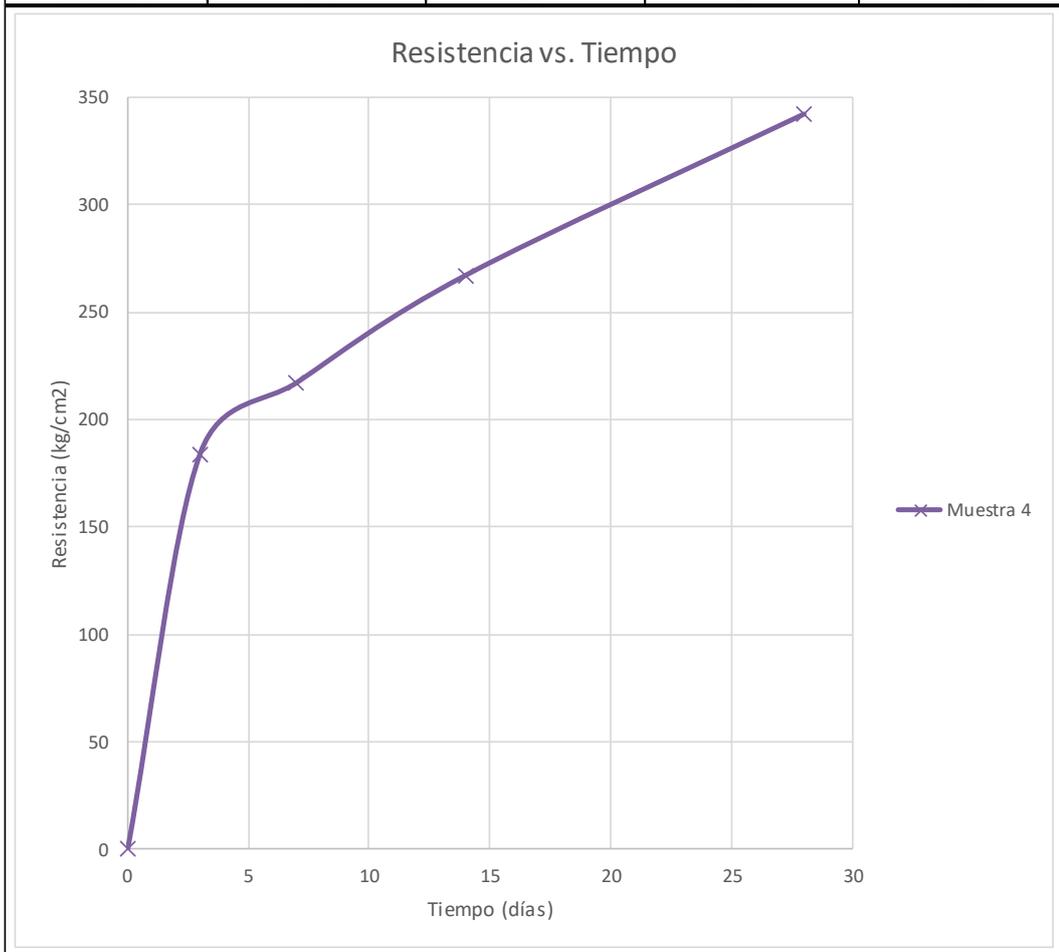


Figura 12: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 5	189	215	267	345

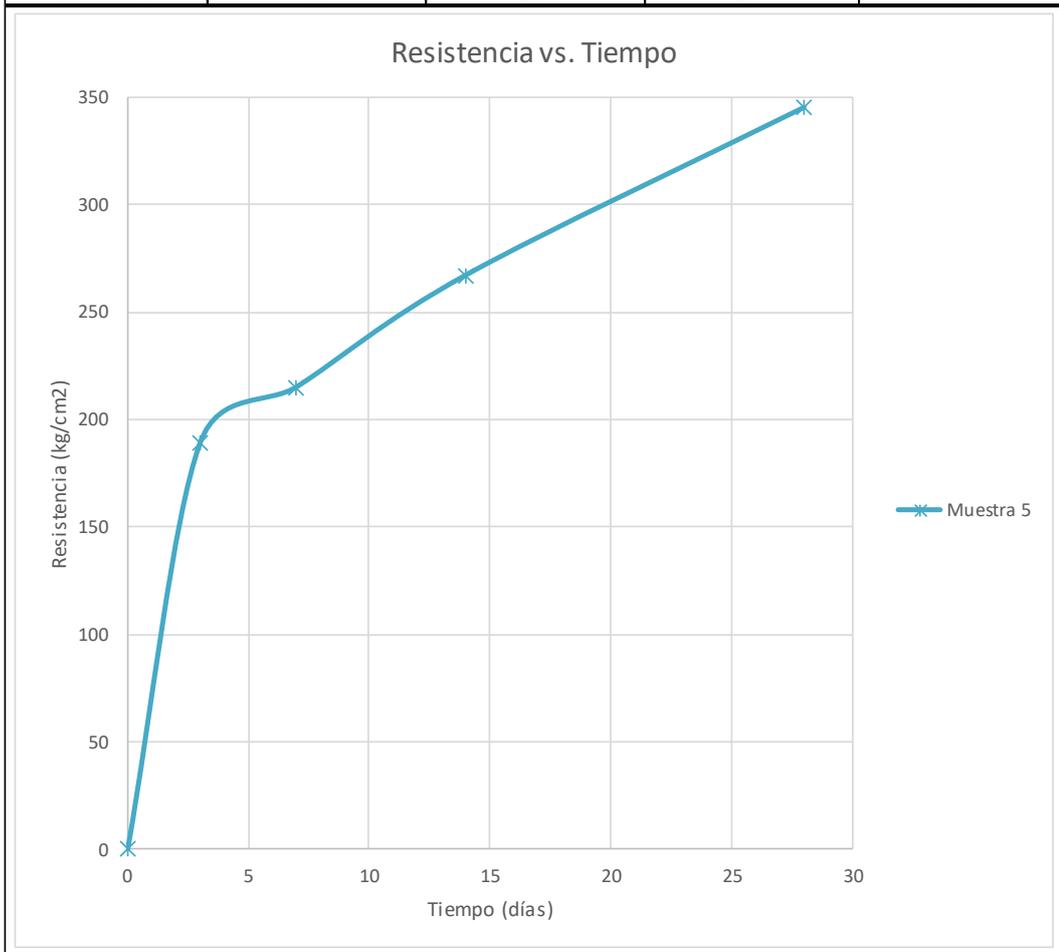


Figura 13: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 6	192	214	271	347

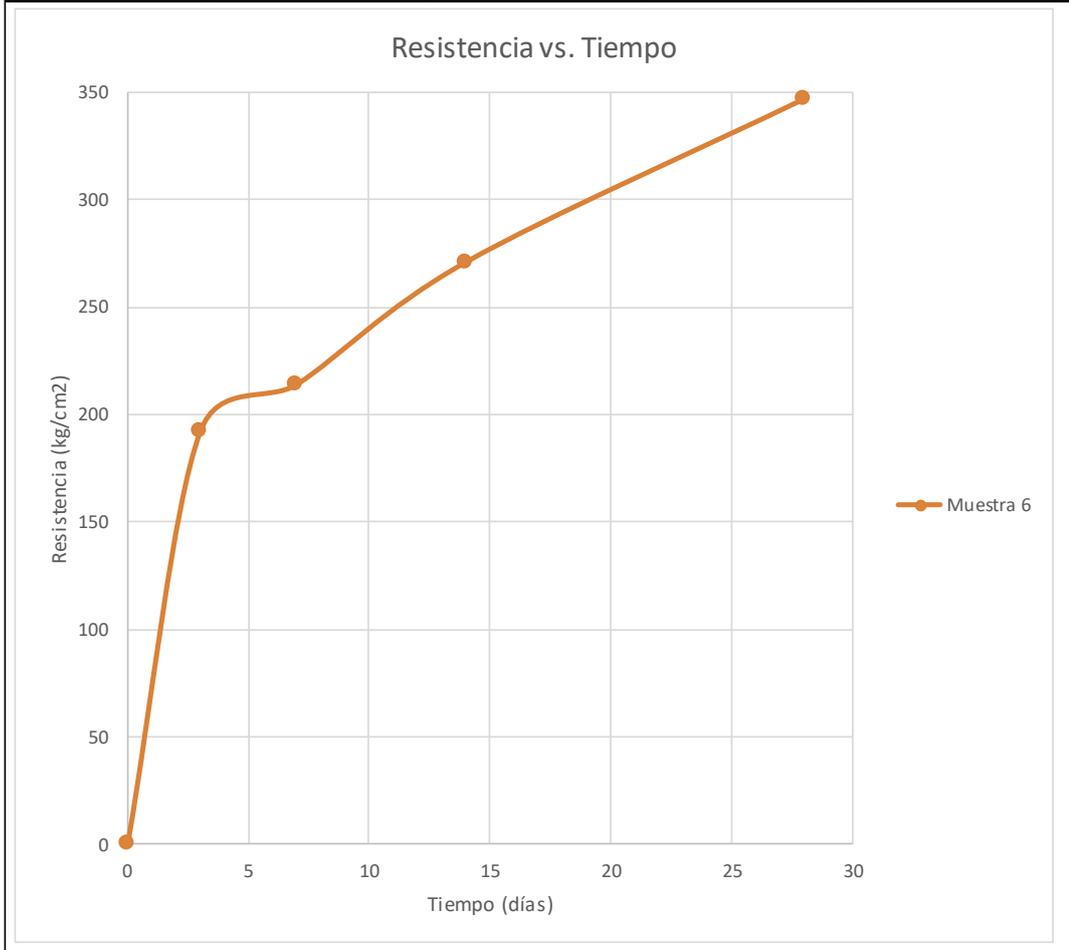


Figura 14: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 7	195	215	271	344

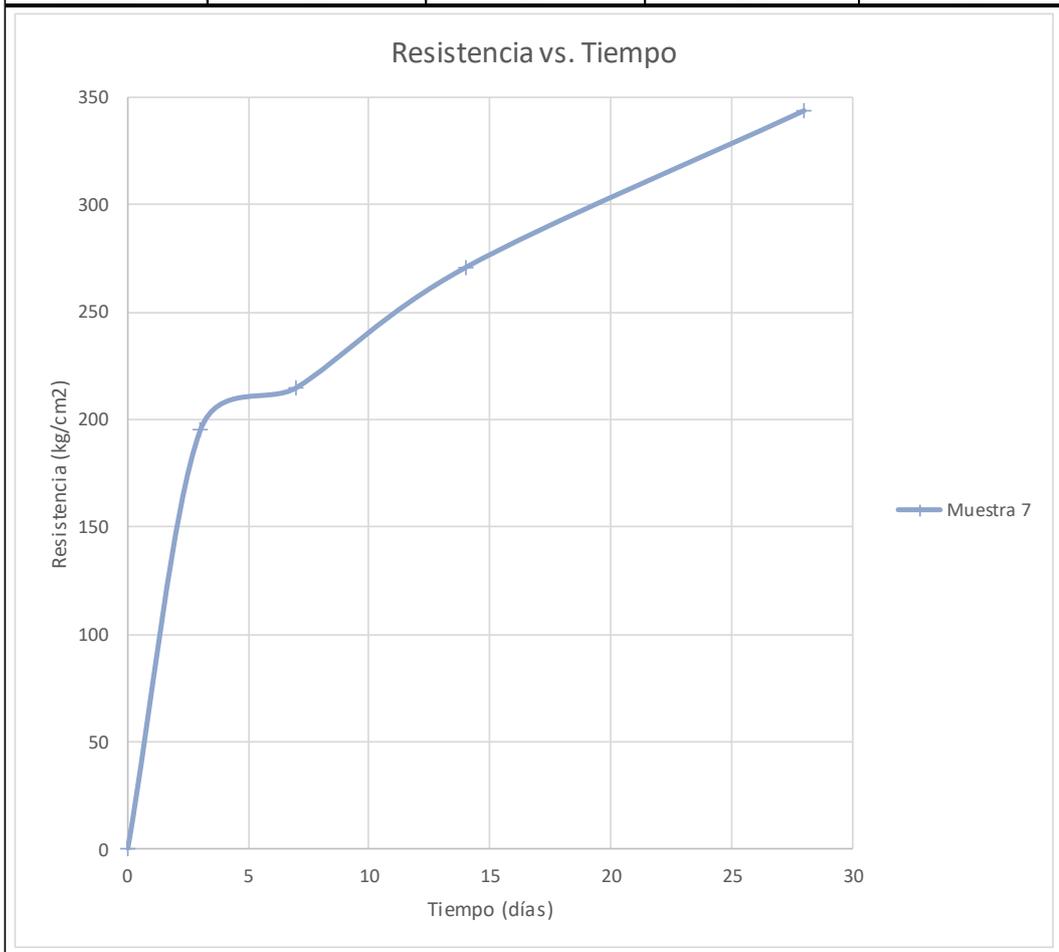


Figura 15: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 8	192	216	272	345

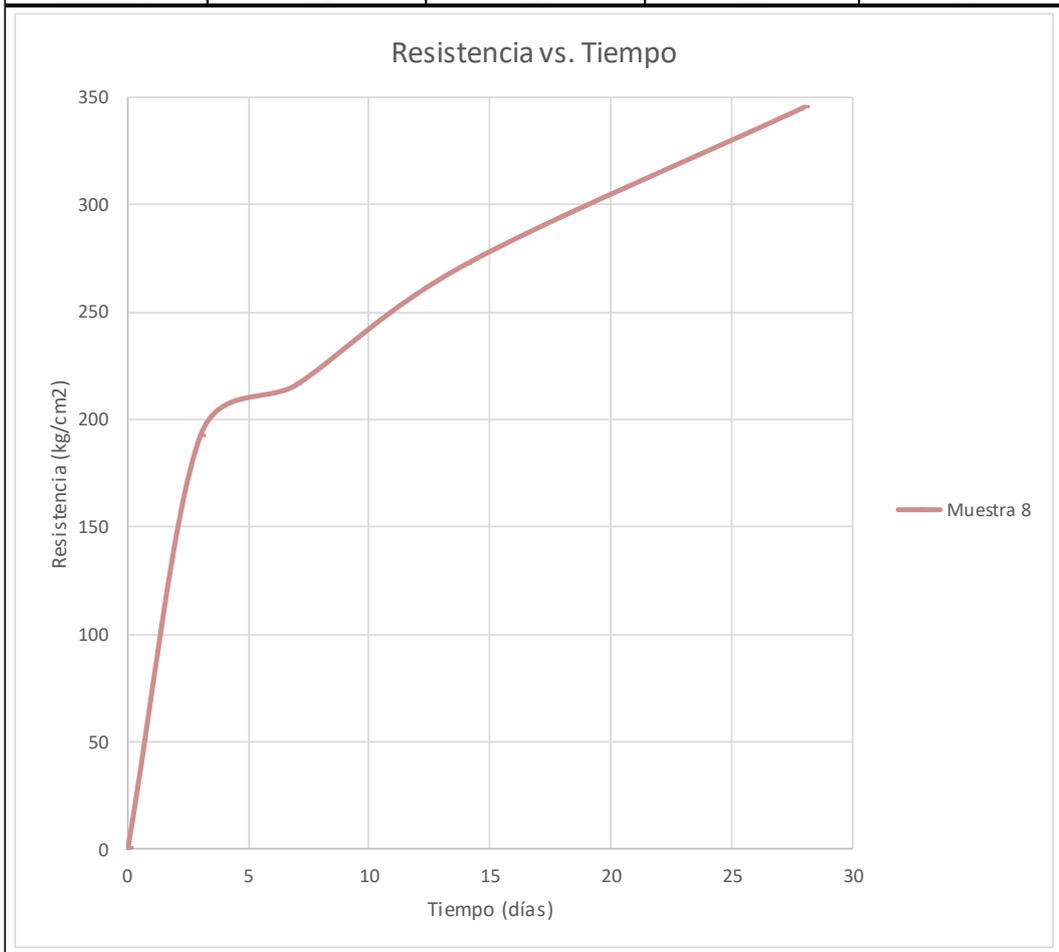


Figura 16: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3		Fecha	: 15/12/2019
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur		Unidad	: Kg/cm ²
Relación a/c	: 0.40		Hecho por	: Alejandro Zerga A.
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 9	194	218	274	343

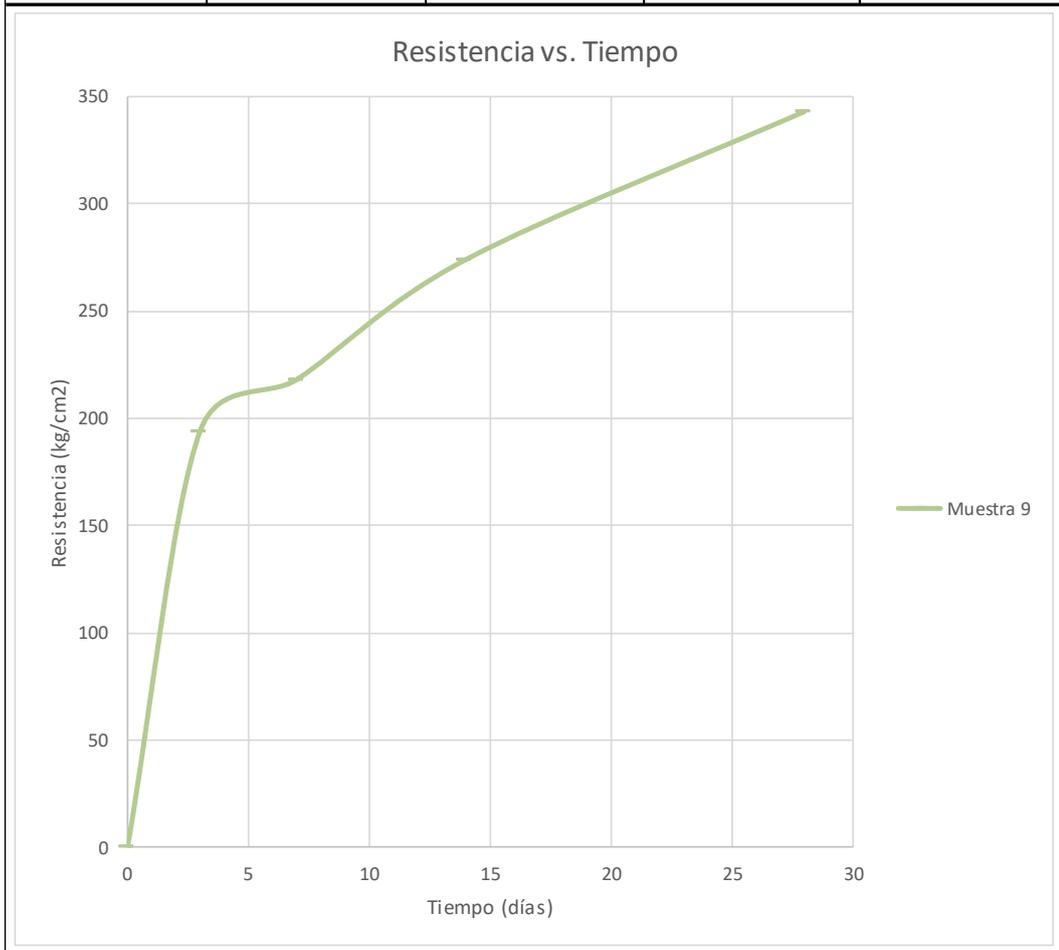


Figura 17: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3			Fecha	: 15/12/2019
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur			Unidad	: Kg/cm ²
Relación a/c	: 0.40			Hecho por	: Alejandro Zerga A.
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días	
Muestra 1	178	209	266	335	
Muestra 2	184	208	269	342	
Muestra 3	187	208	271	345	
Muestra 4	184	217	267	342	
Muestra 5	189	215	267	345	
Muestra 6	192	214	271	347	
Muestra 7	195	215	271	344	
Muestra 8	192	216	272	345	
Muestra 9	194	218	274	343	
Promedio	188	213	270	343	

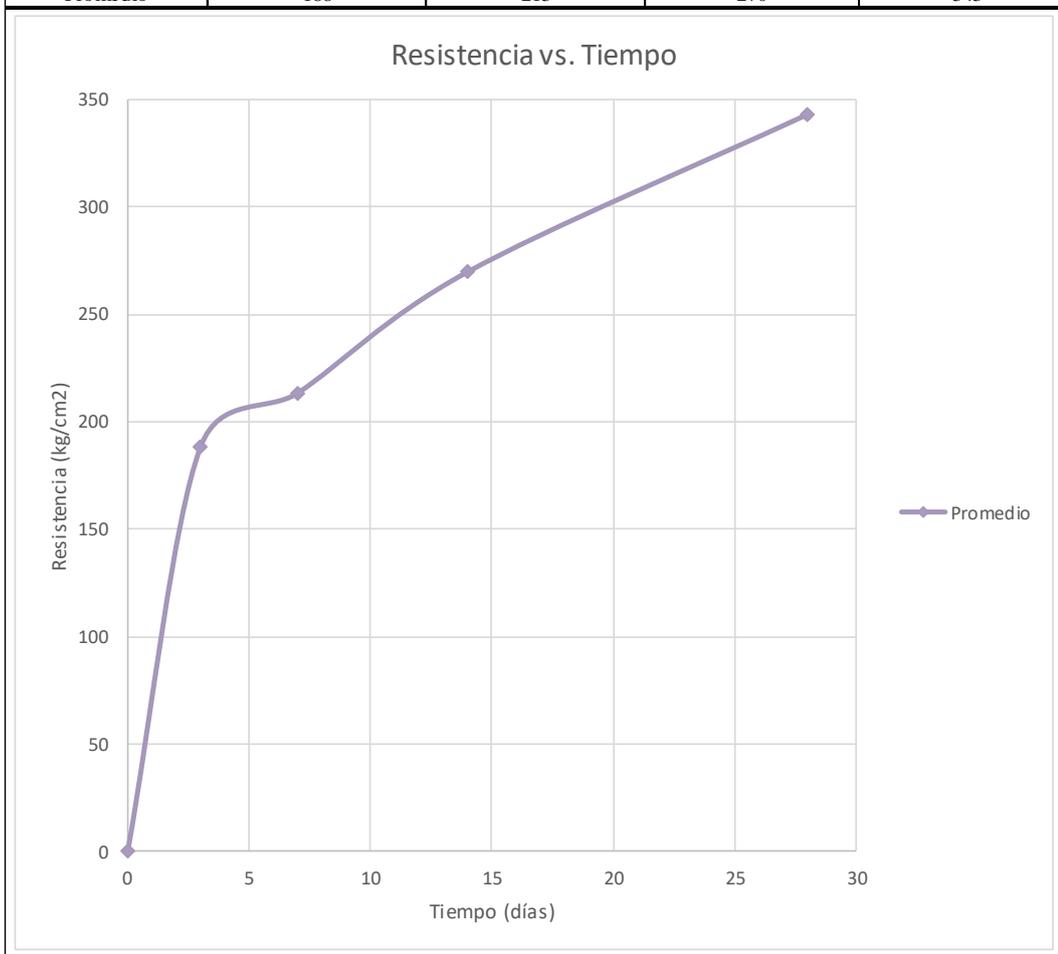


Figura 18: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

Cantera Comasur diseño 1:3:0.50

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 1	120	148	206	270

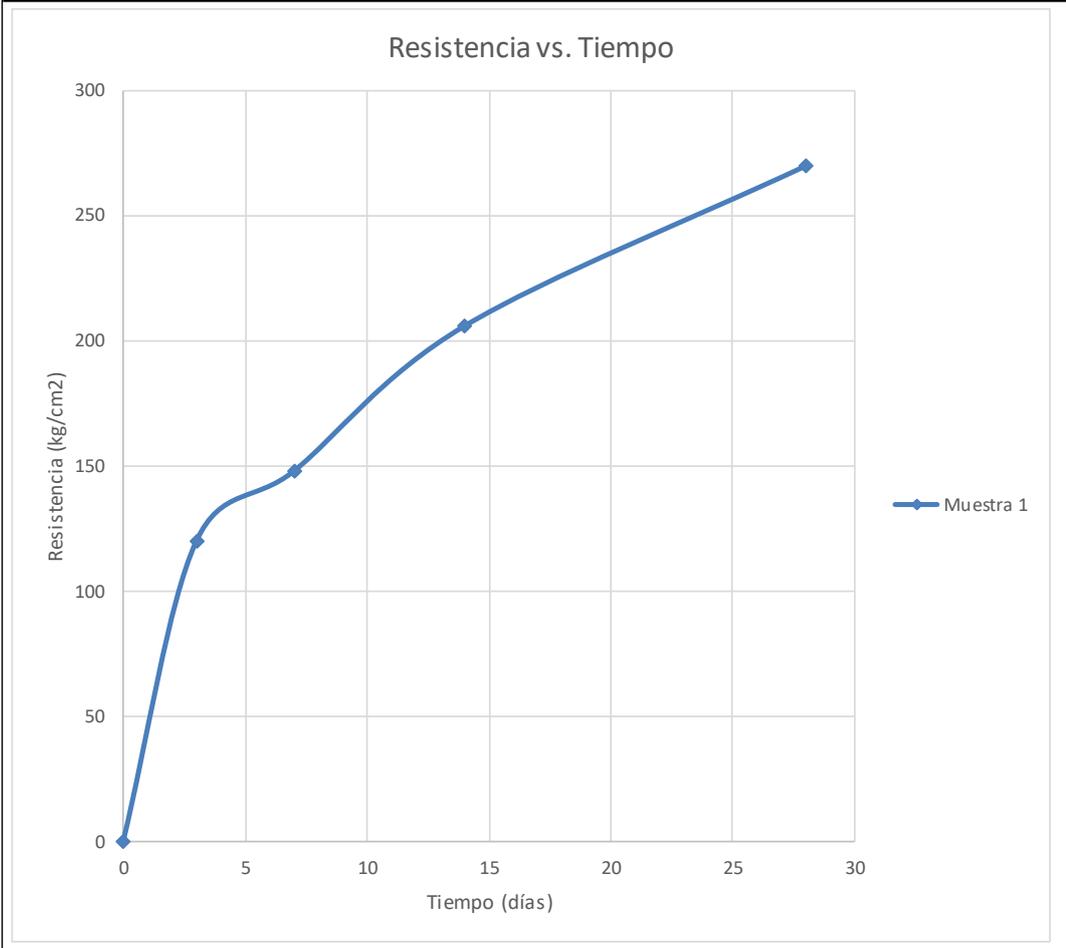


Figura 19: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 2	125	148	208	281

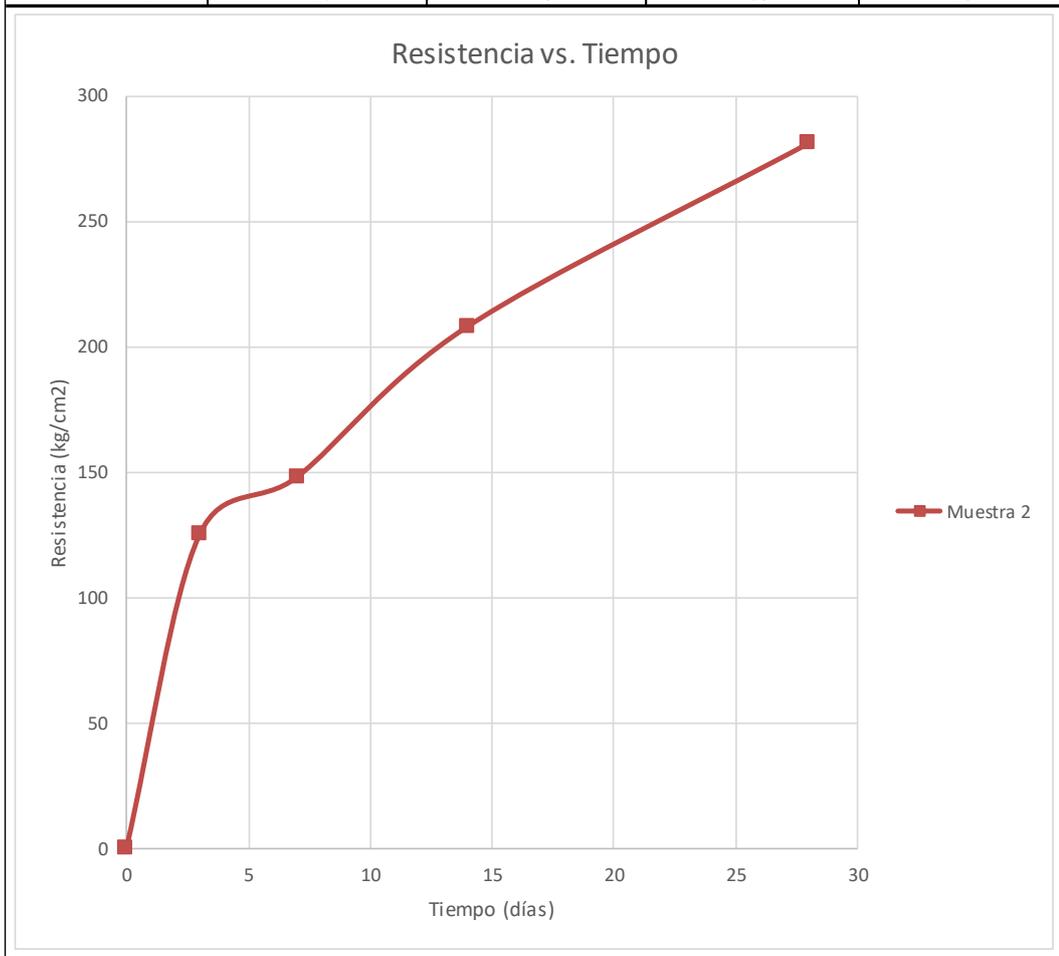


Figura 20: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 3	126	148	209	282

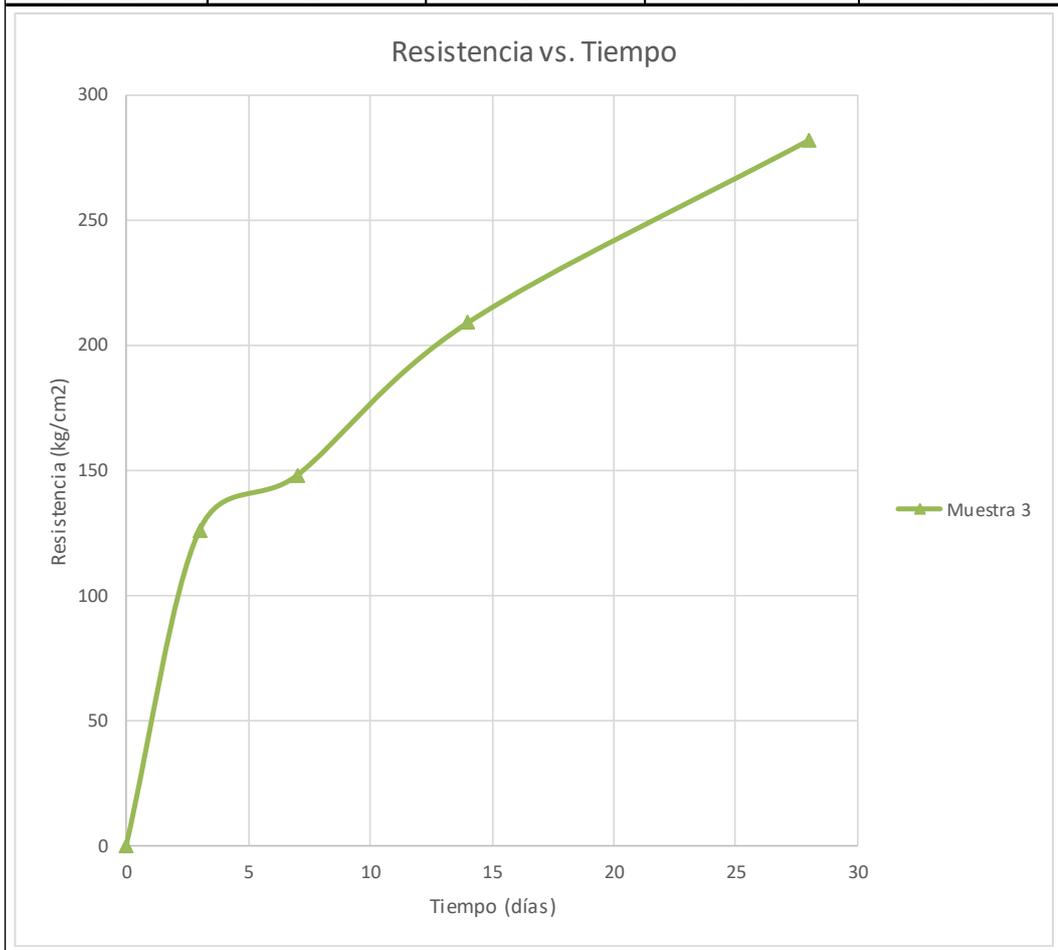


Figura 21: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 4	127	157	209	283

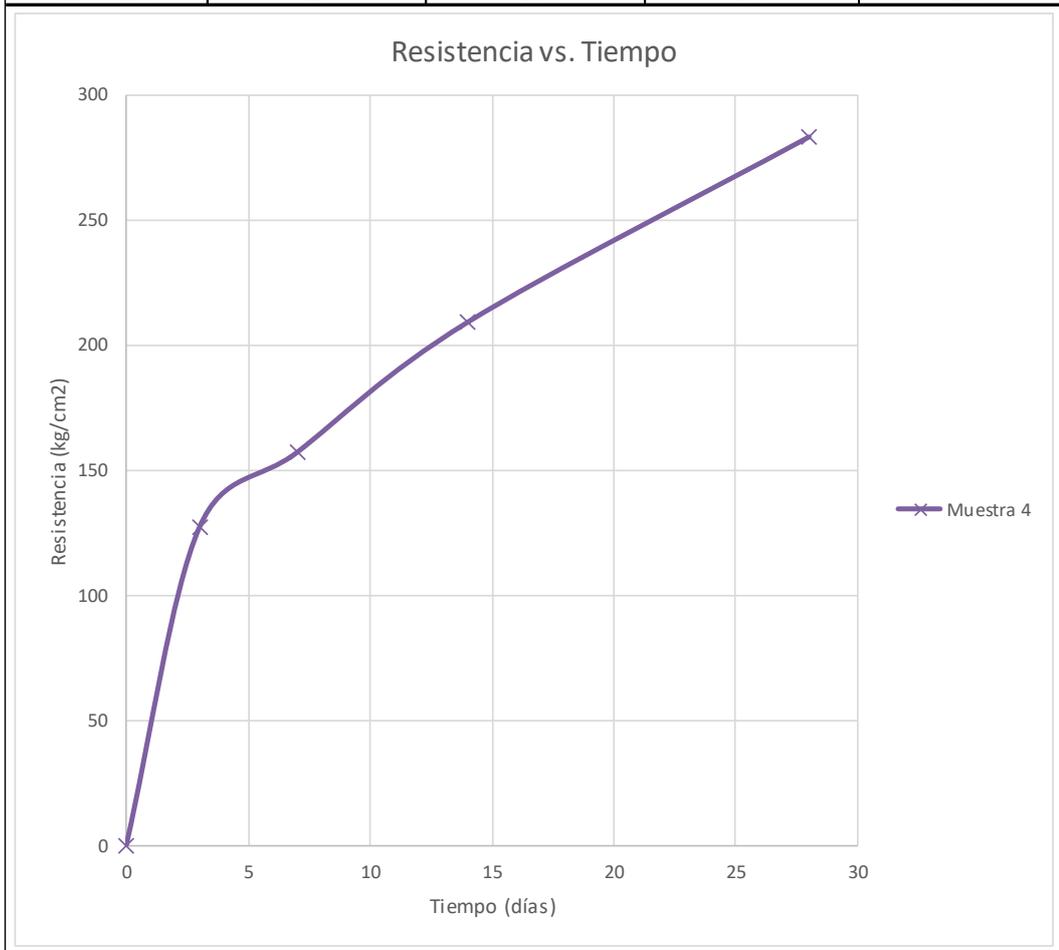


Figura 22: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 5	129	158	210	283

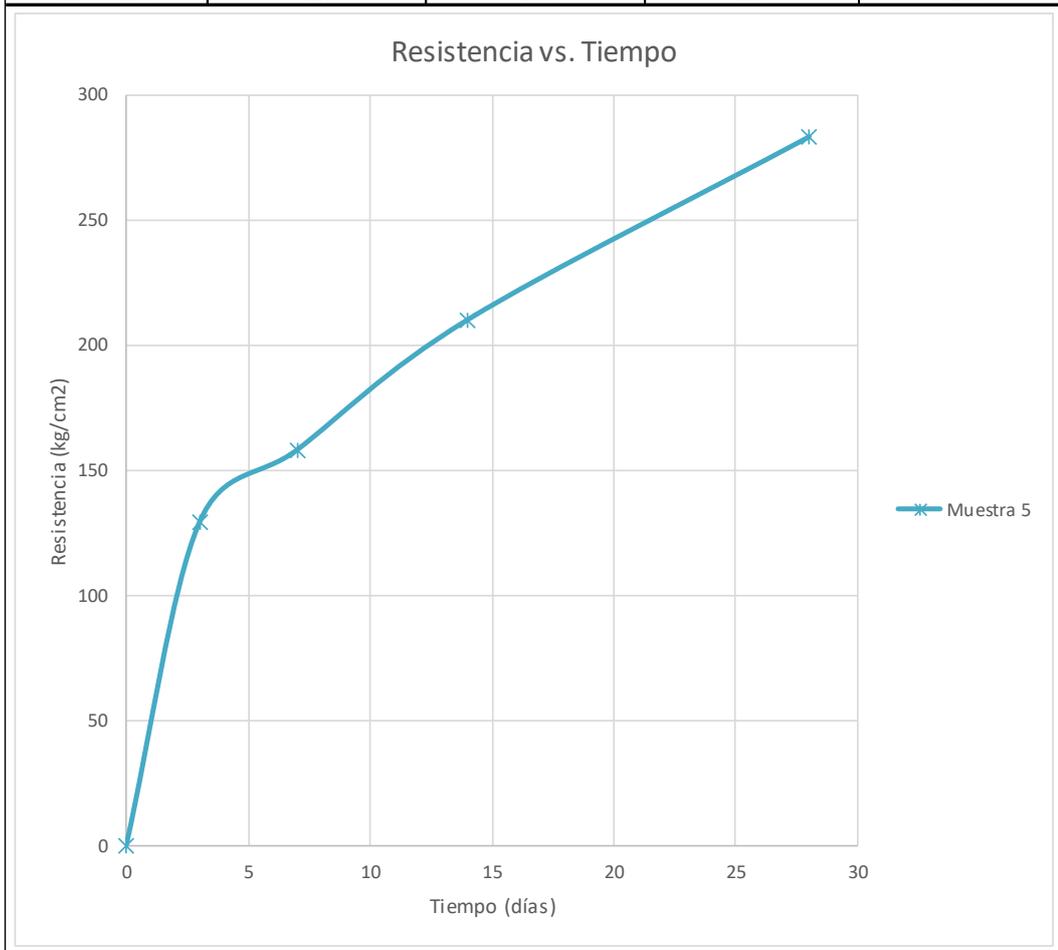


Figura 23: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 6	131	159	210	284

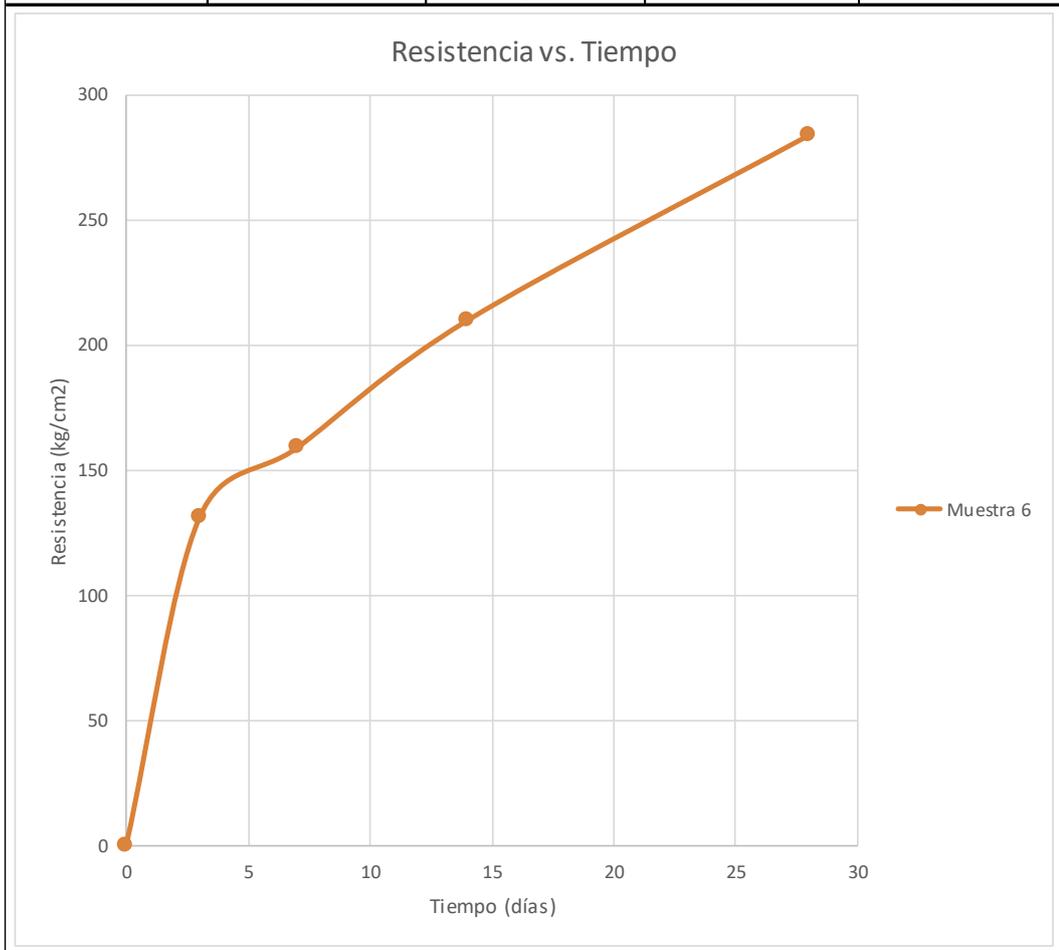


Figura 24: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 7	134	159	211	285

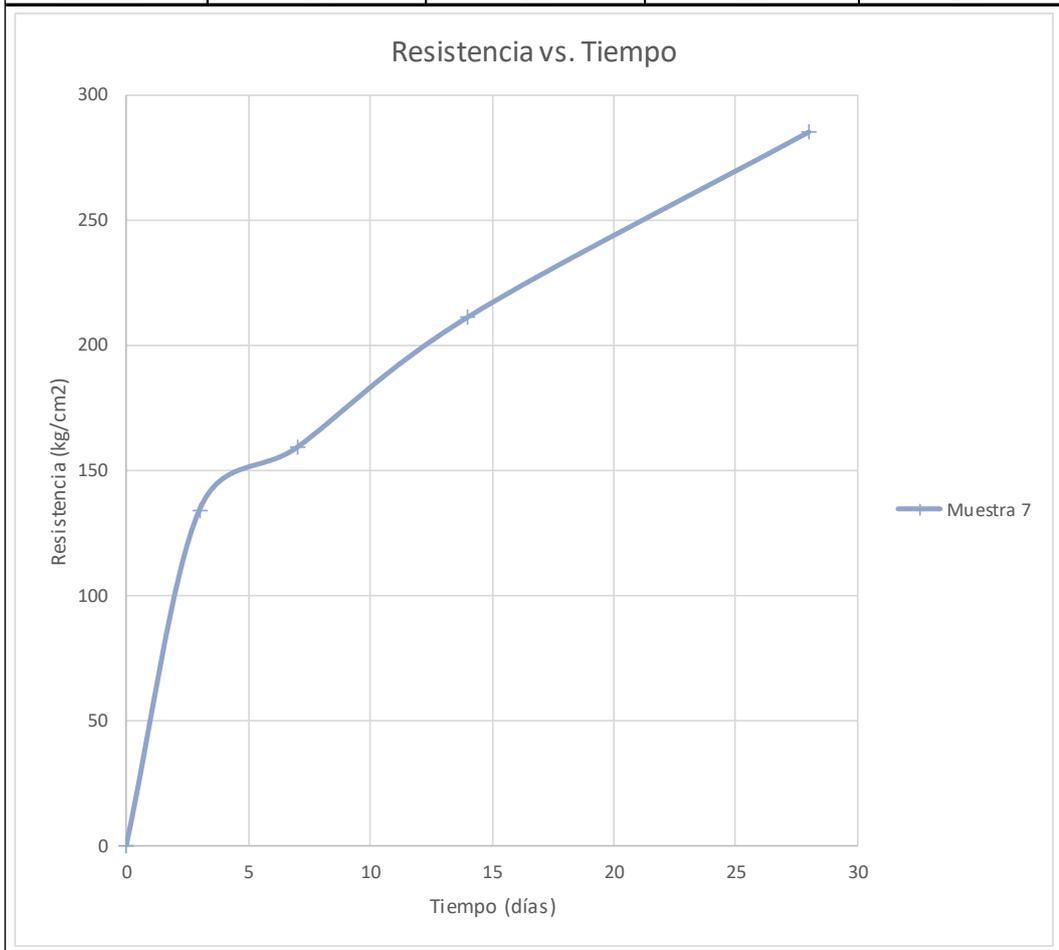


Figura 25: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 8	134	159	212	285

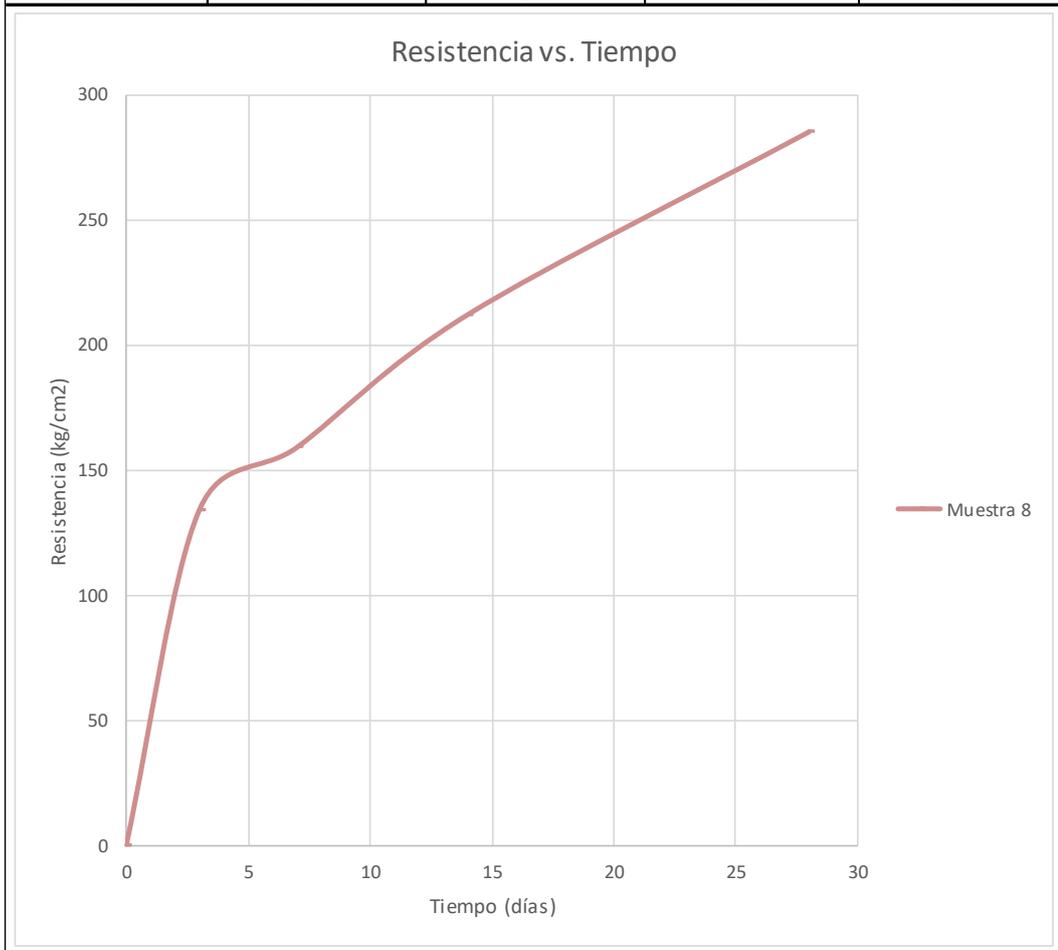


Figura 26: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 9	136	159	214	290

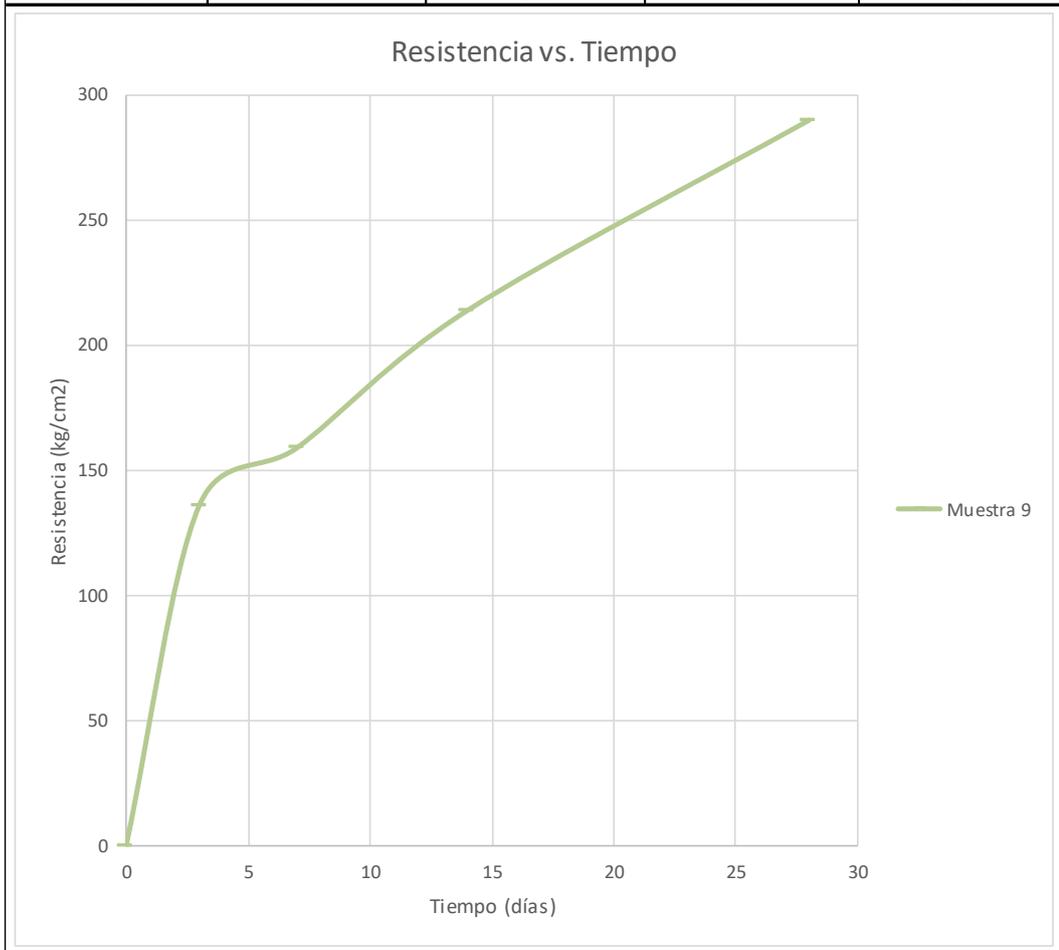


Figura 27: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 1	120	148	206	270
Muestra 2	125	148	208	281
Muestra 3	126	148	209	282
Muestra 4	127	157	209	283
Muestra 5	129	158	210	283
Muestra 6	131	159	210	284
Muestra 7	134	159	211	285
Muestra 8	134	159	212	285
Muestra 9	136	159	214	290
Promedio	129	155	210	283



Figura 28: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro diseño 1:3:0.40

**Resistencia a la compresión de morteros cúbicos
de 50 mm de lado**

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 1	149	182	216	278

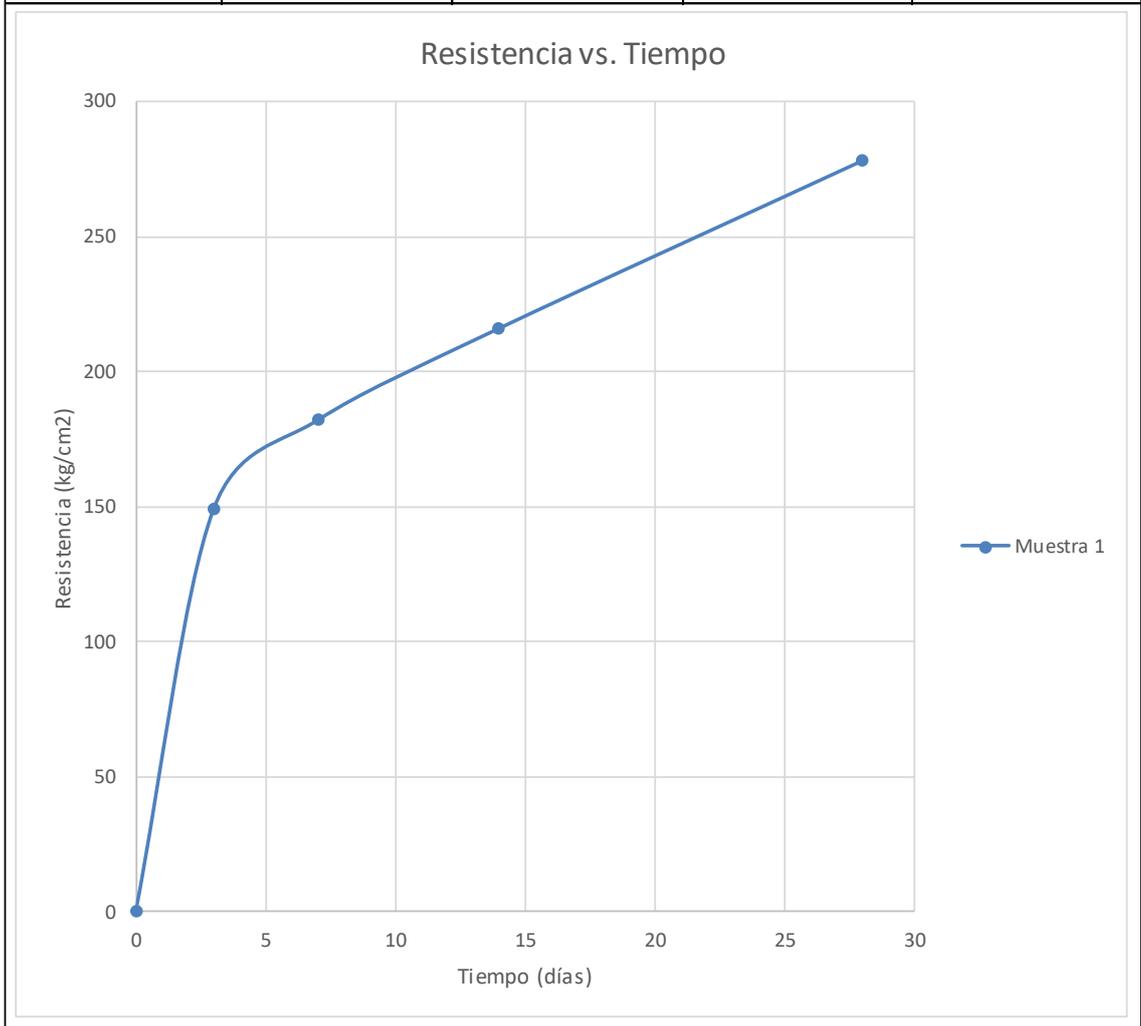


Figura 29: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 2	153	184	217	270

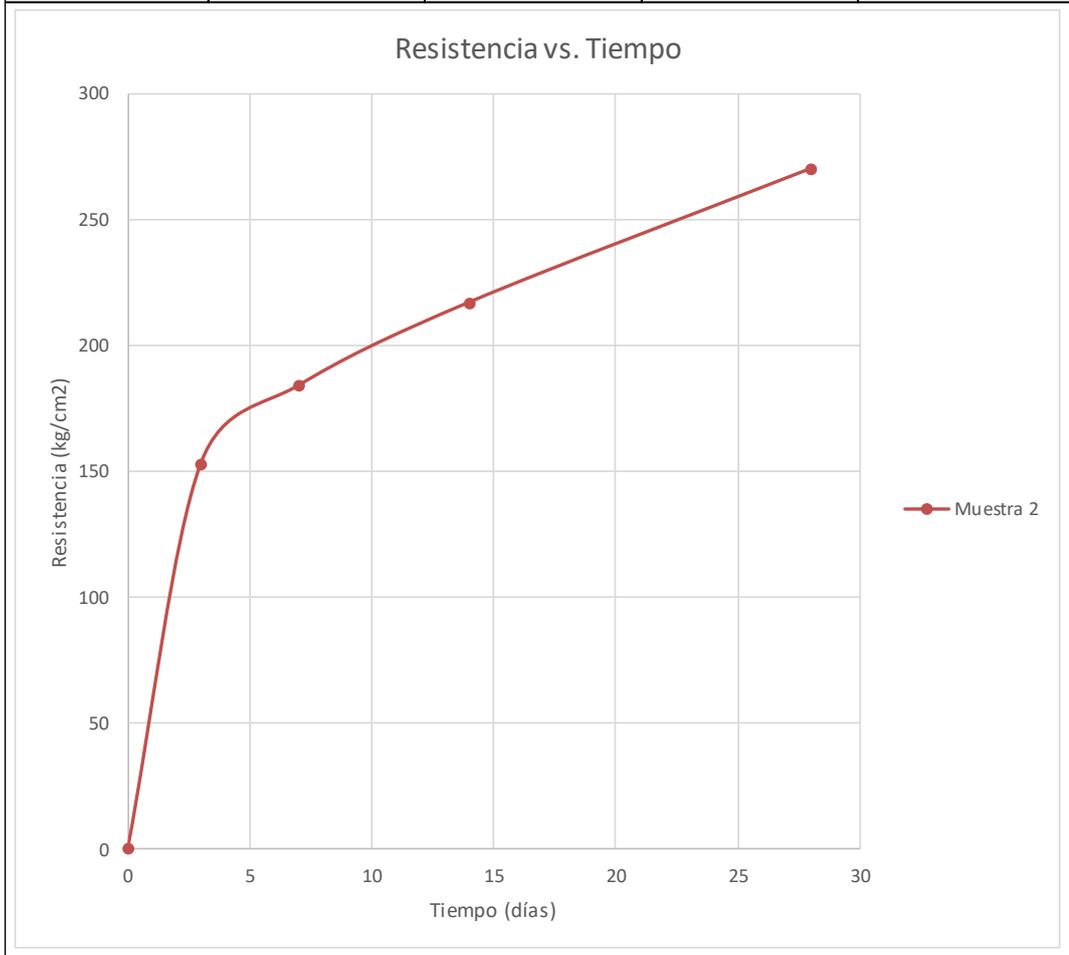


Figura 30: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 3	153	182	221	285

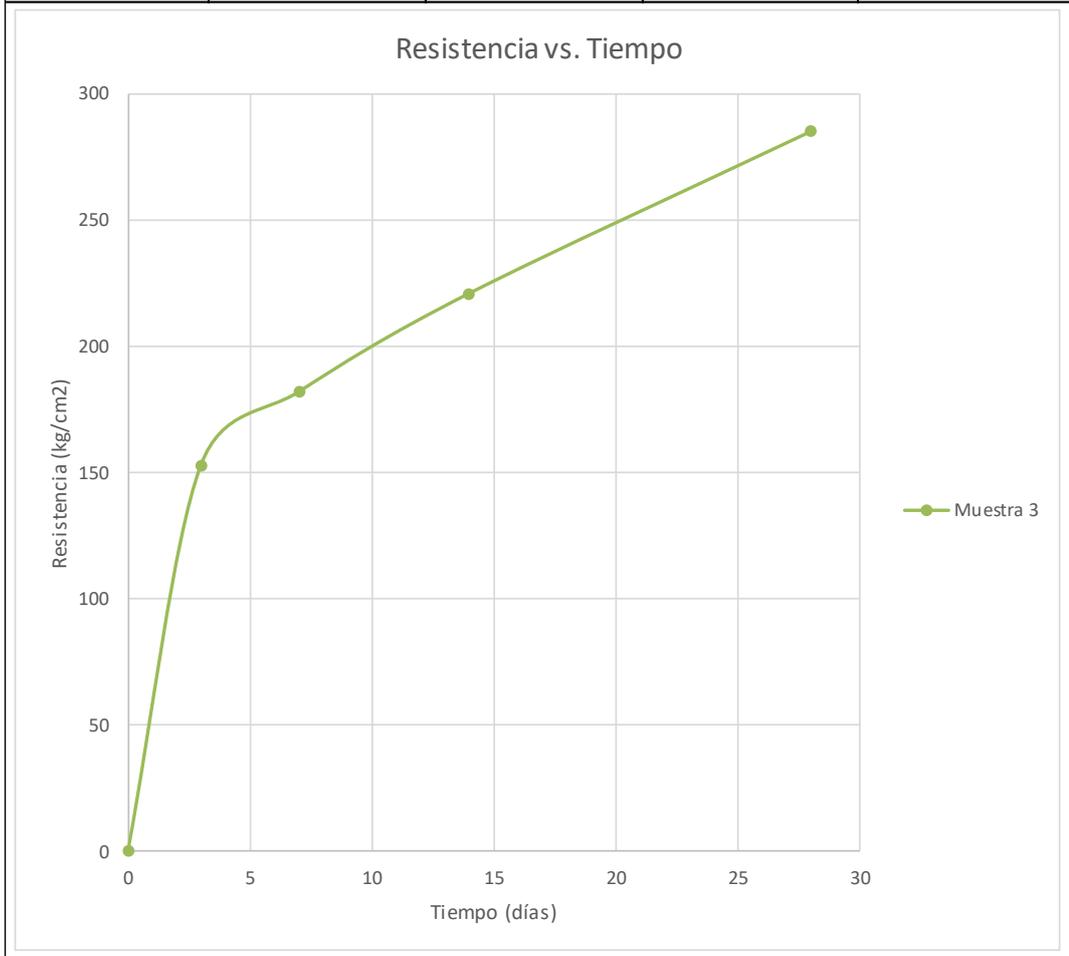


Figura 31: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 4	153	183	219	266

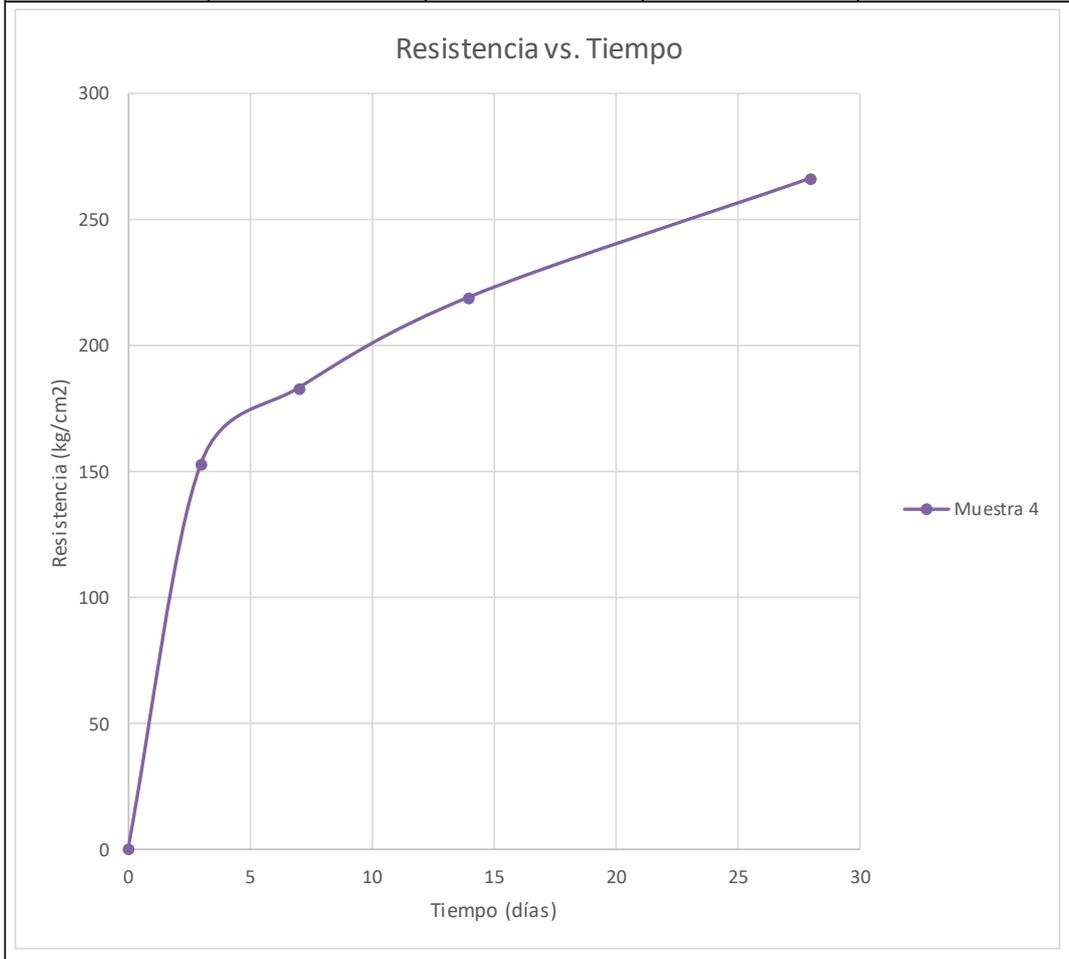


Figura 32: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 5	155	185	220	275

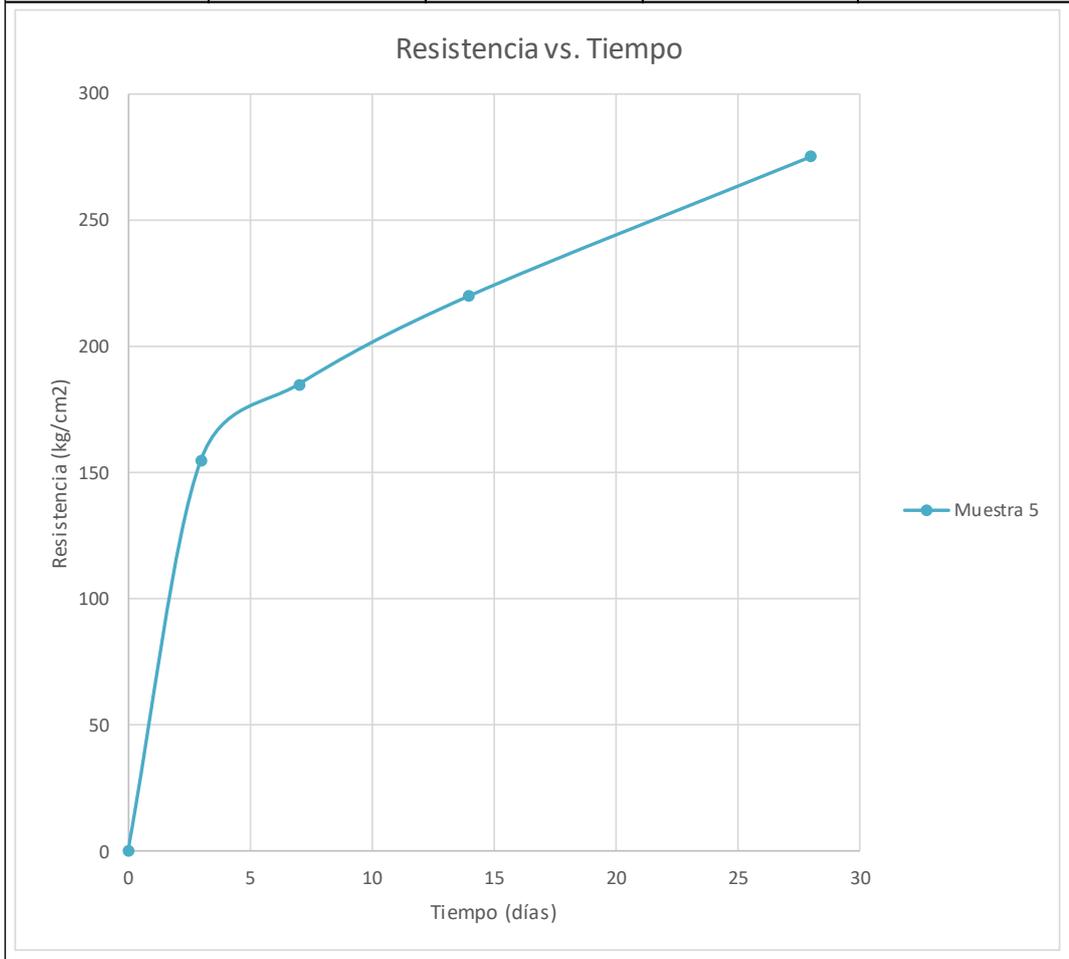


Figura 33: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 6	155	183	225	278

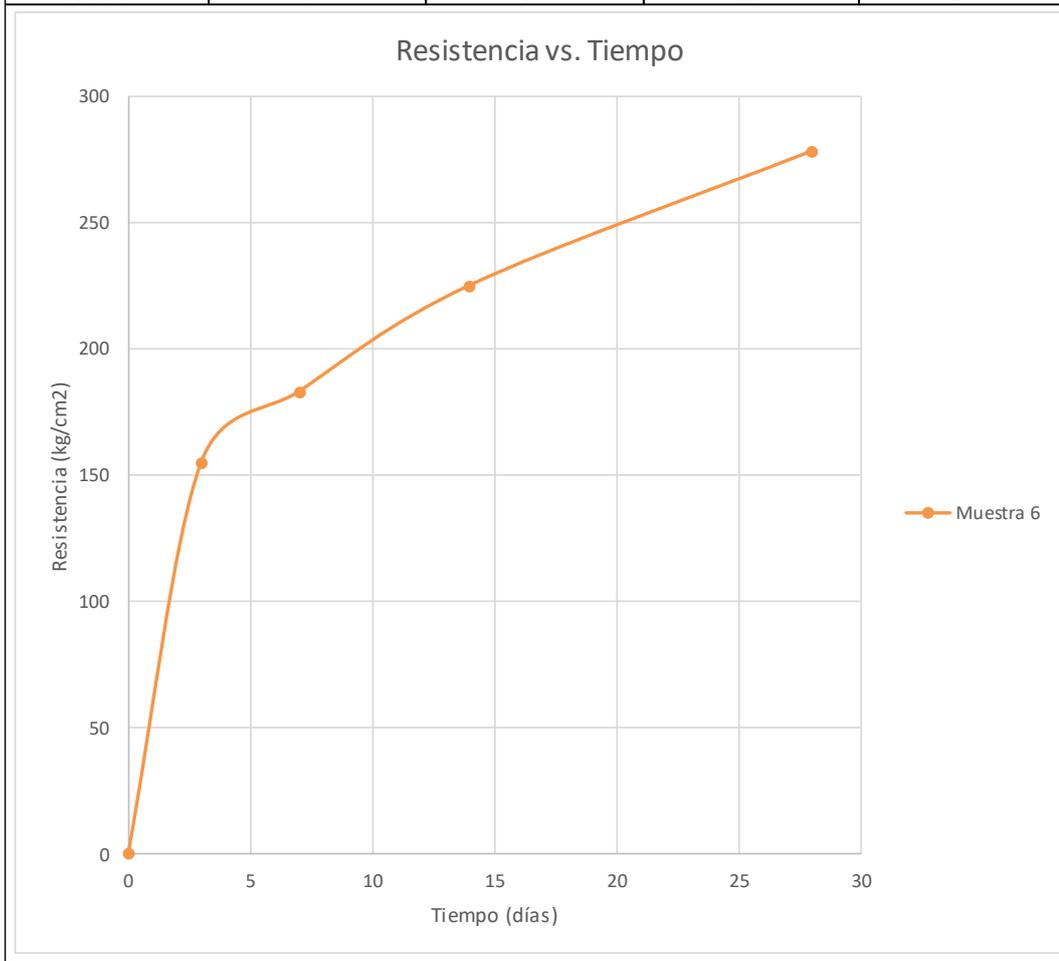


Figura 34: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 7	160	184	222	280

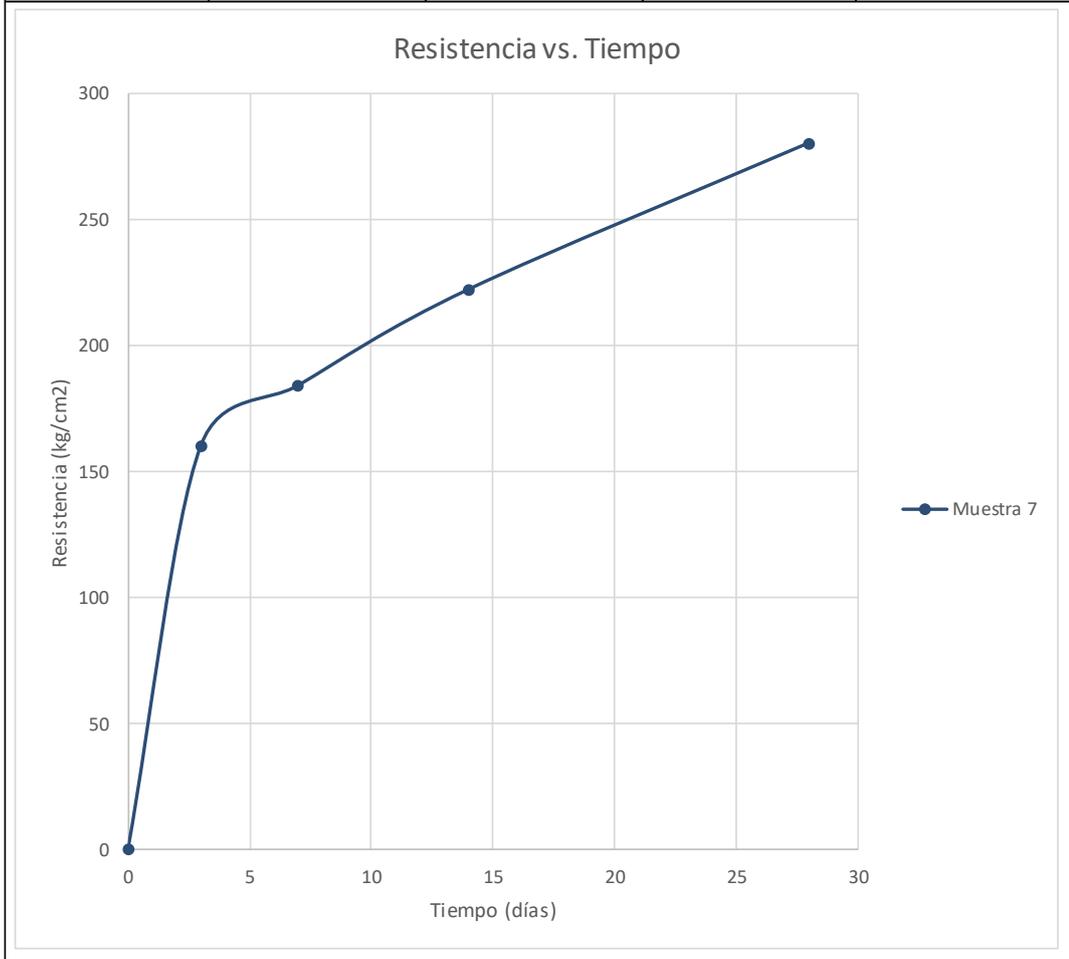


Figura 35: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 8	165	186	222	278

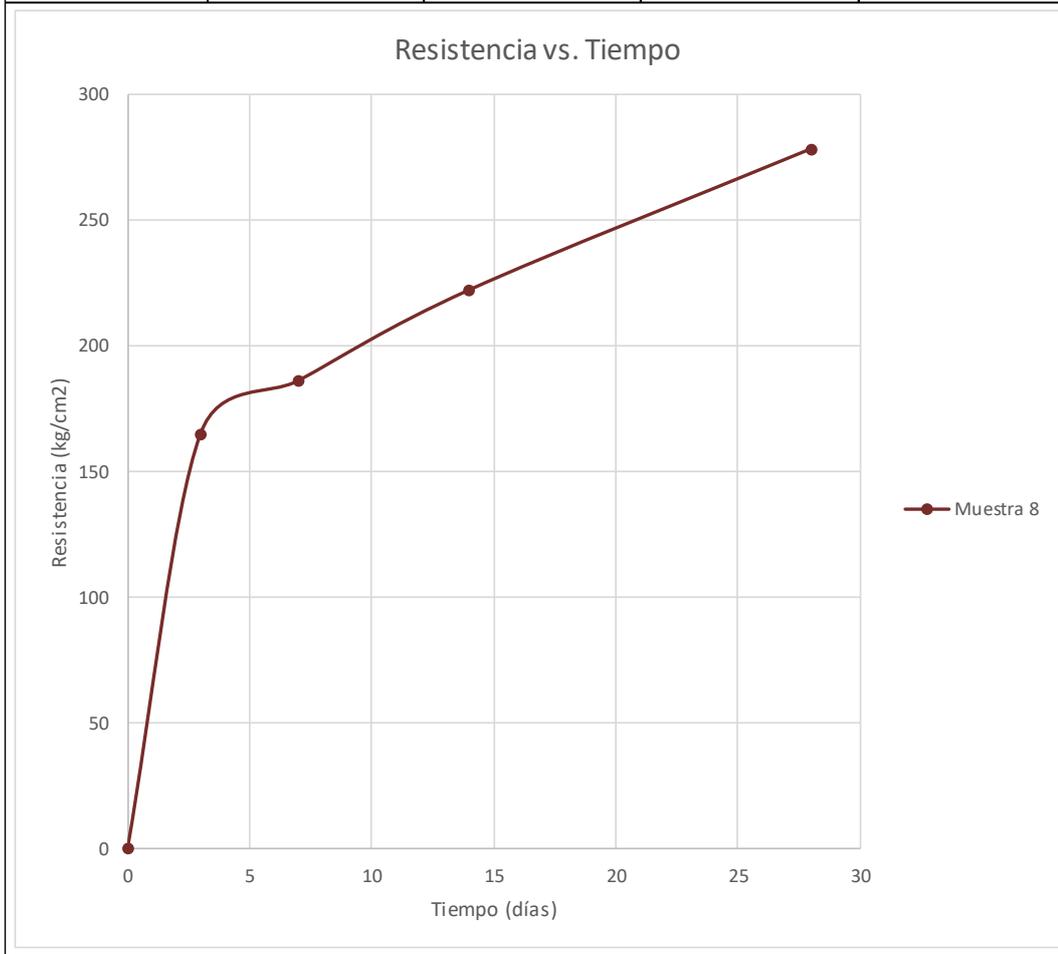


Figura 36: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 9	162	187	223	284

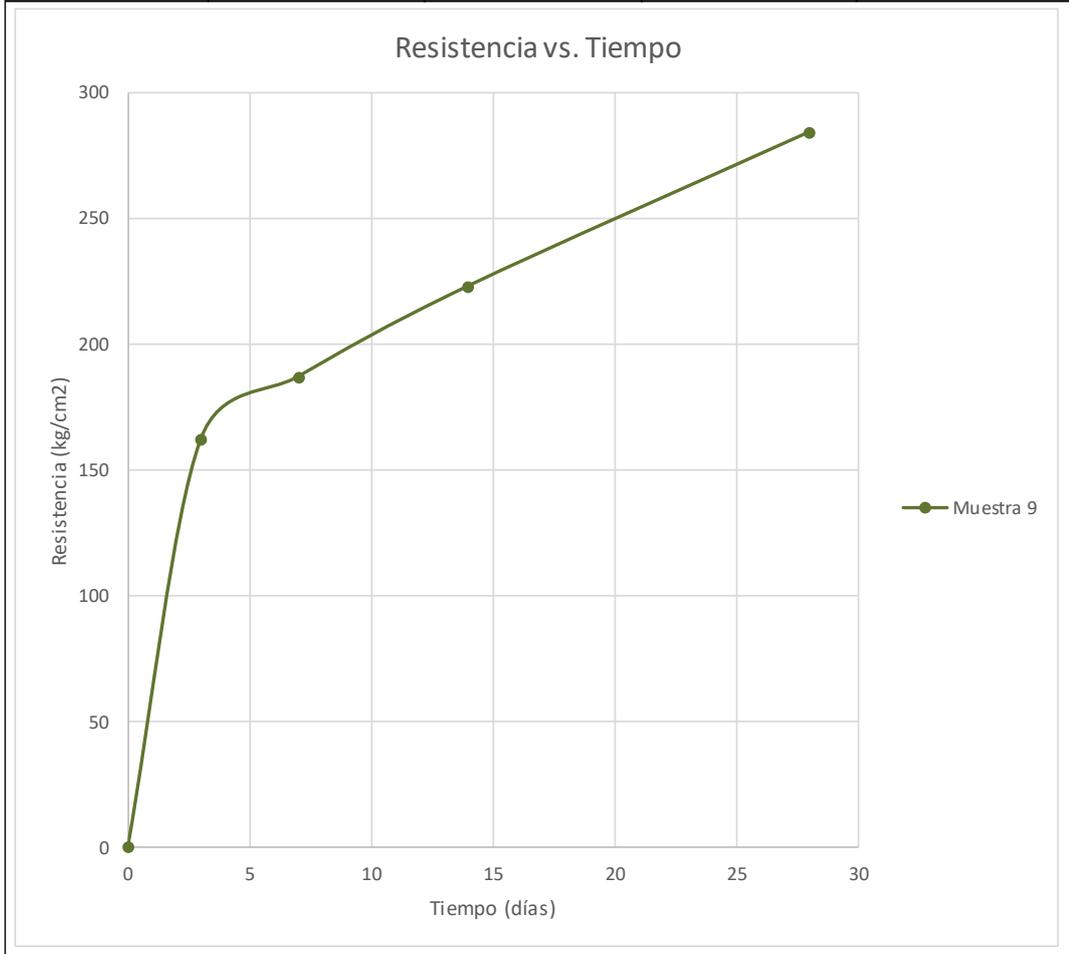


Figura 37: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 4/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Cabeza de Toro	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.40	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 1	149	182	216	278
Muestra 2	153	184	217	270
Muestra 3	153	182	221	285
Muestra 4	153	183	219	266
Muestra 5	155	185	220	275
Muestra 6	155	183	225	278
Muestra 7	160	184	222	280
Muestra 8	165	186	222	278
Muestra 9	162	187	223	284
Promedio	156	184	221	277

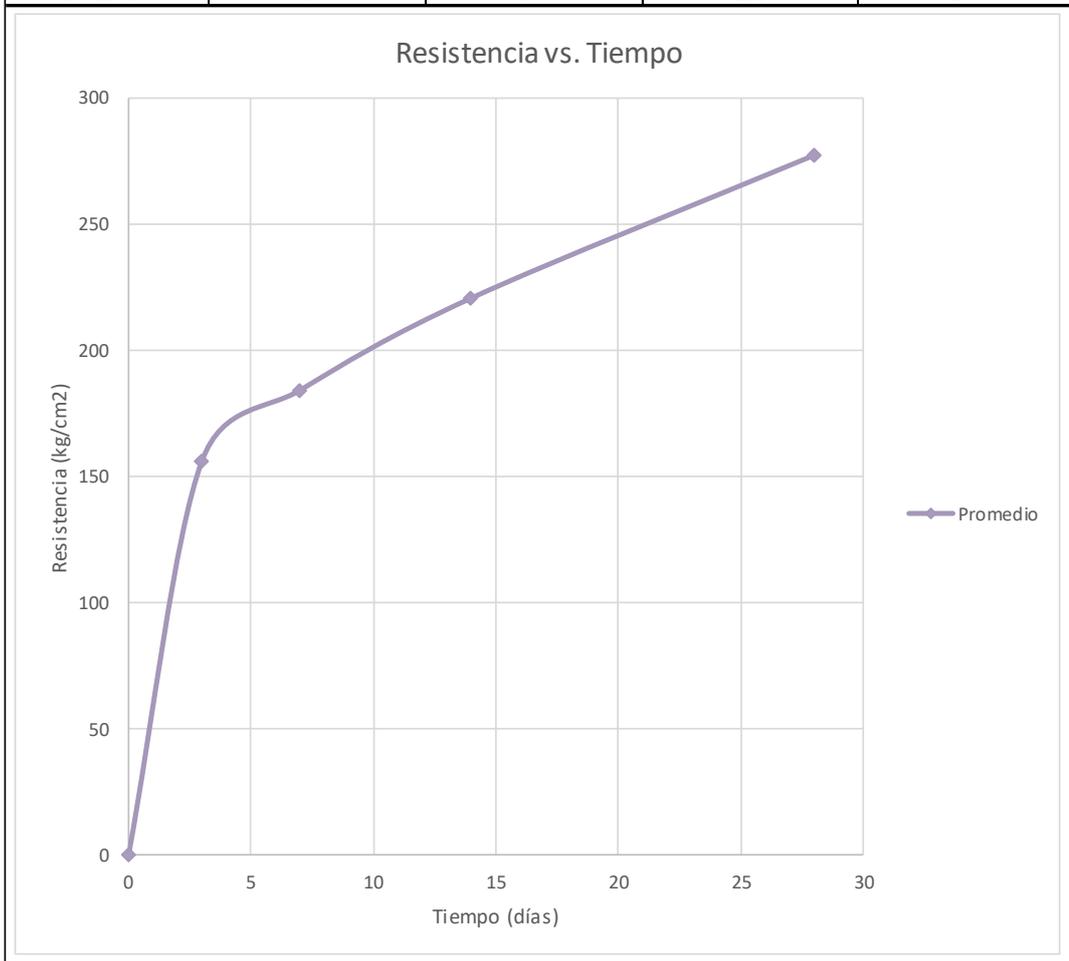


Figura 38: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Cantera Cabeza de Toro diseño 1:3:0.50

**Resistencia a la compresión de morteros cúbicos
de 50 mm de lado**

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 1	120	148	206	270

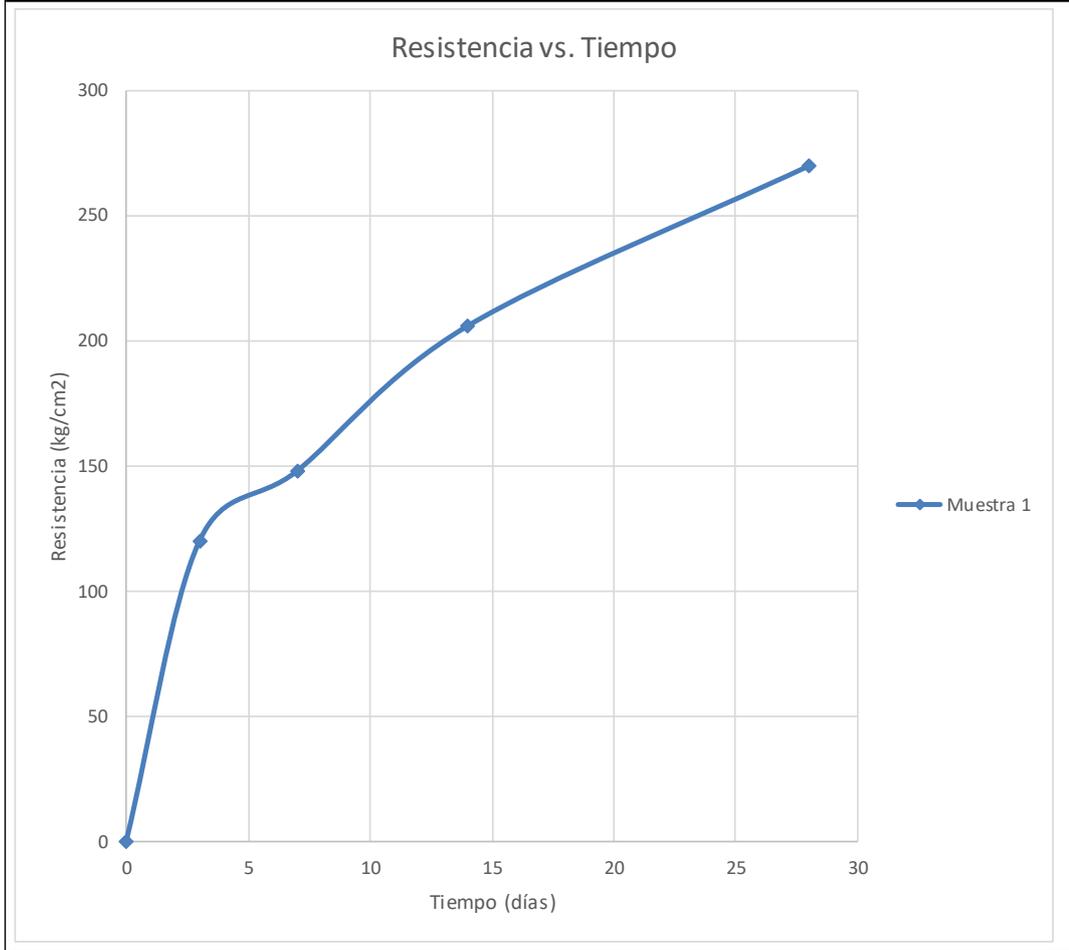


Figura 39: Repetición 1 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 2	125	148	208	281

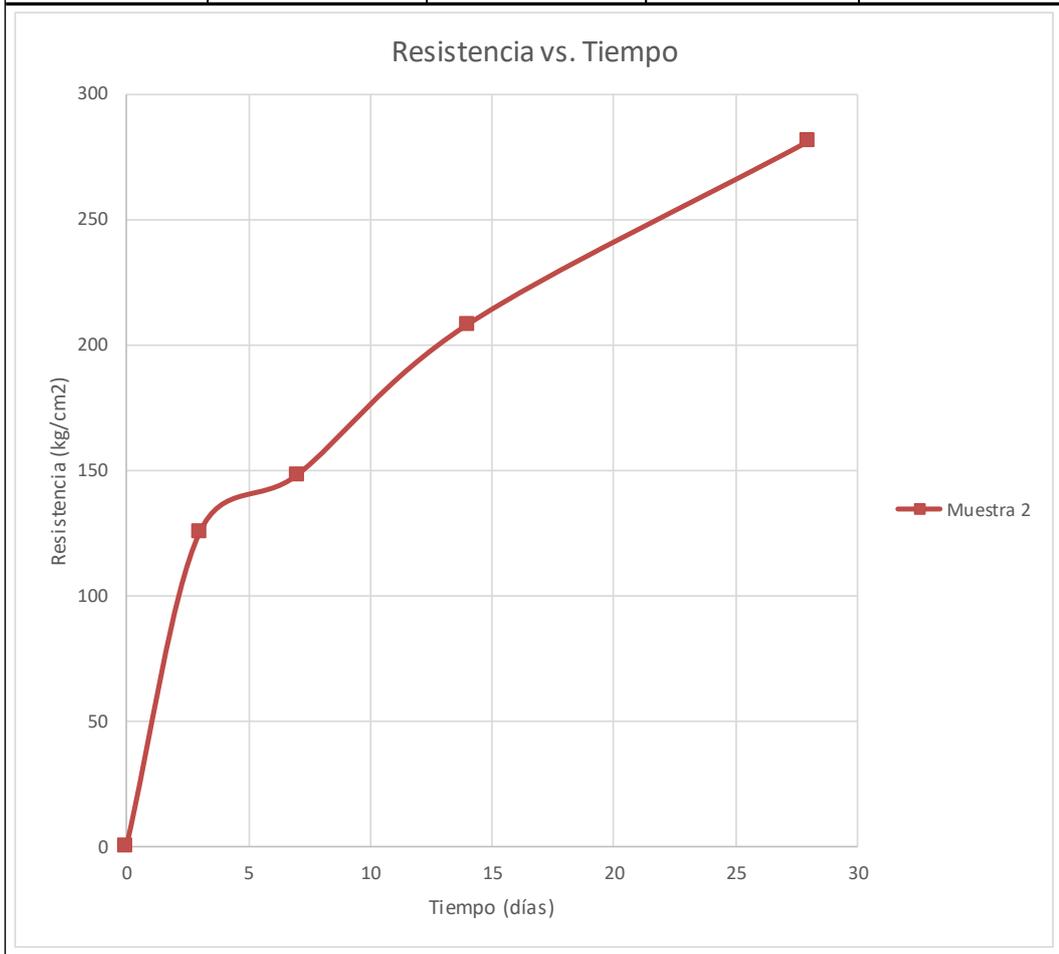


Figura 40: Repetición 2 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 3	126	148	209	282

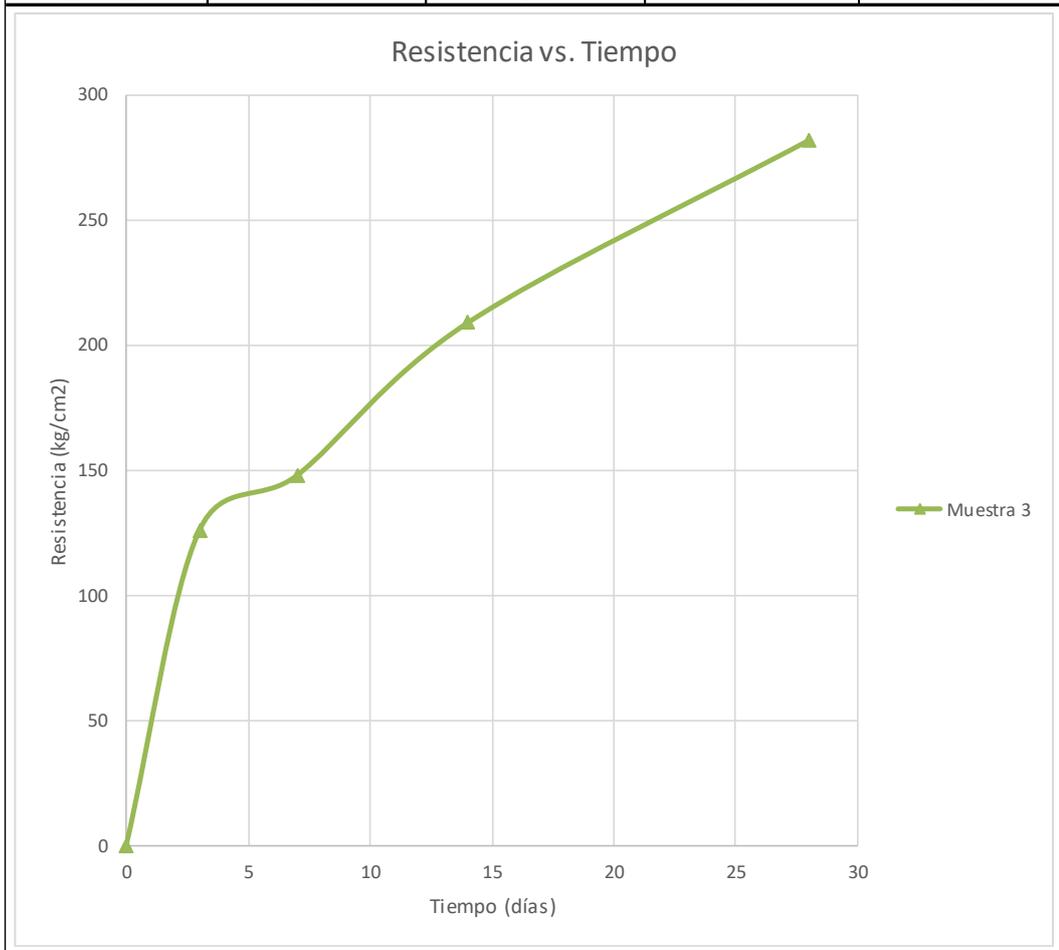


Figura 41: Repetición 3 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 4	127	157	209	283

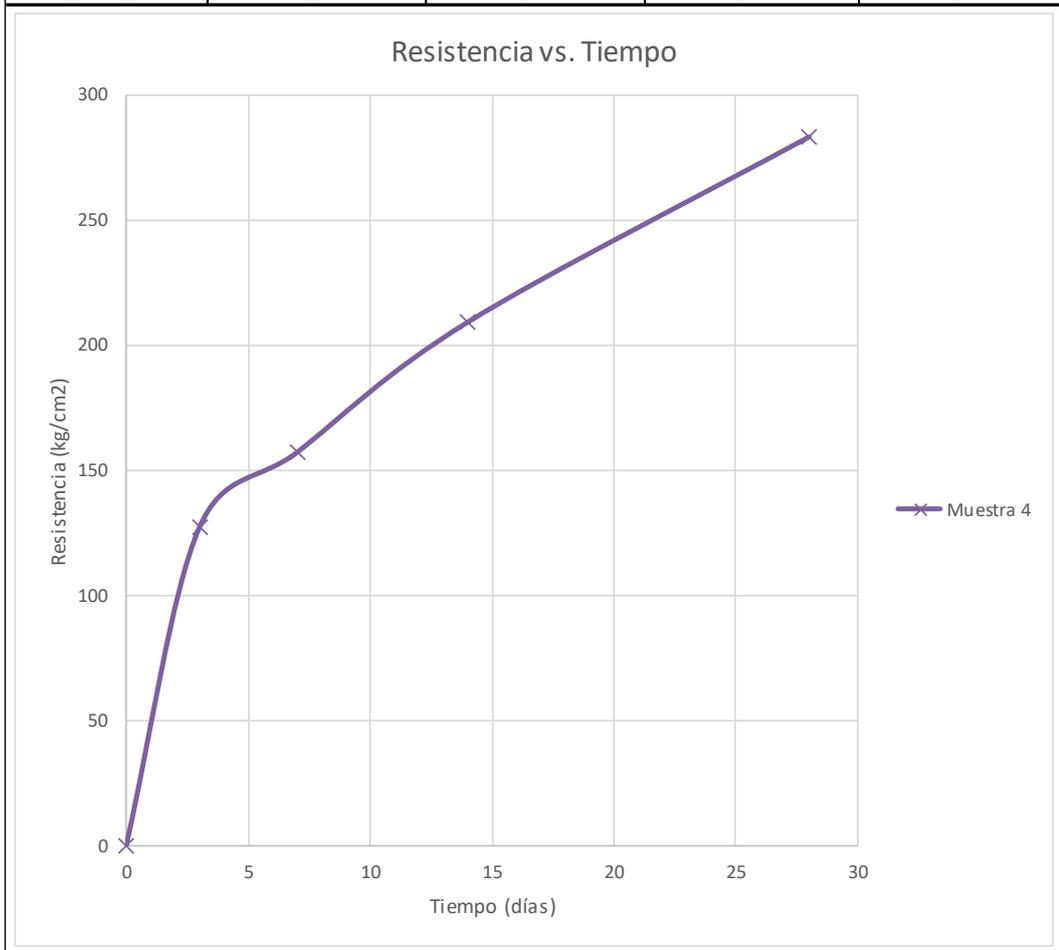


Figura 42: Repetición 4 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 5	129	158	210	283

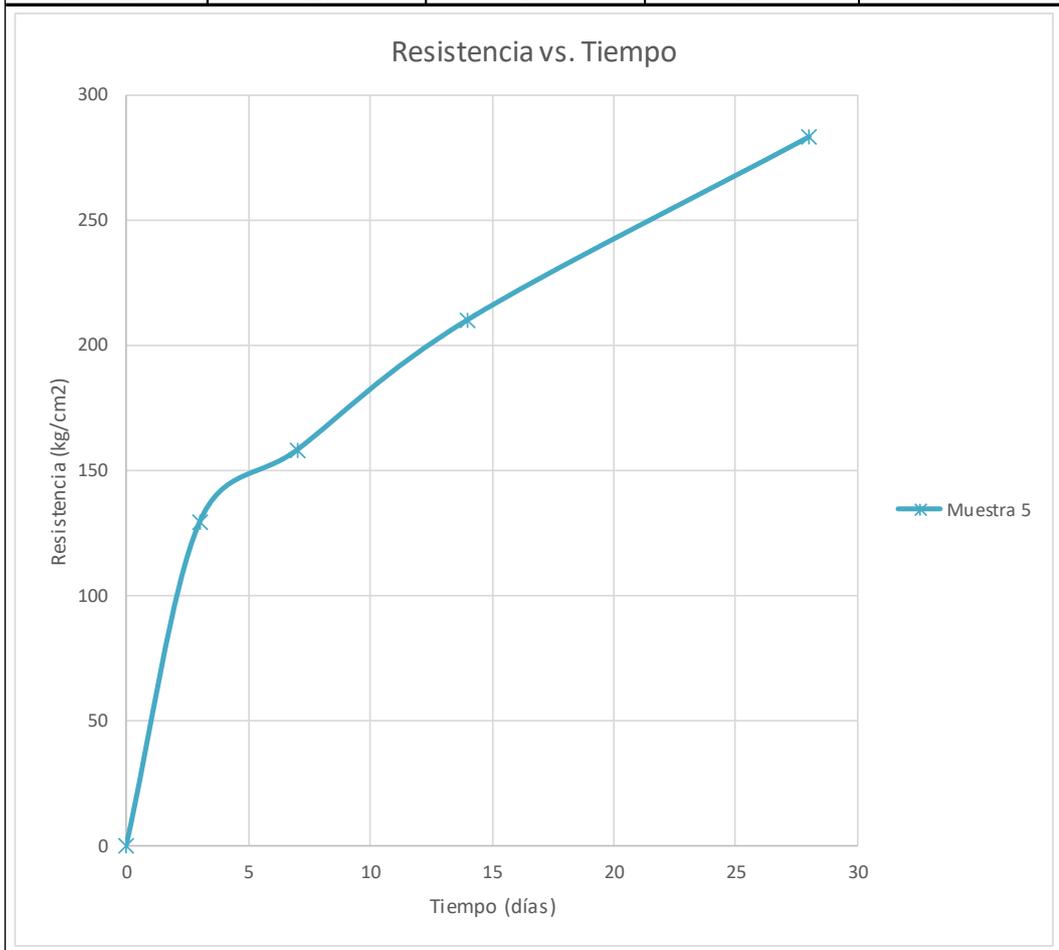


Figura 43: Repetición 5 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 6	131	159	210	284

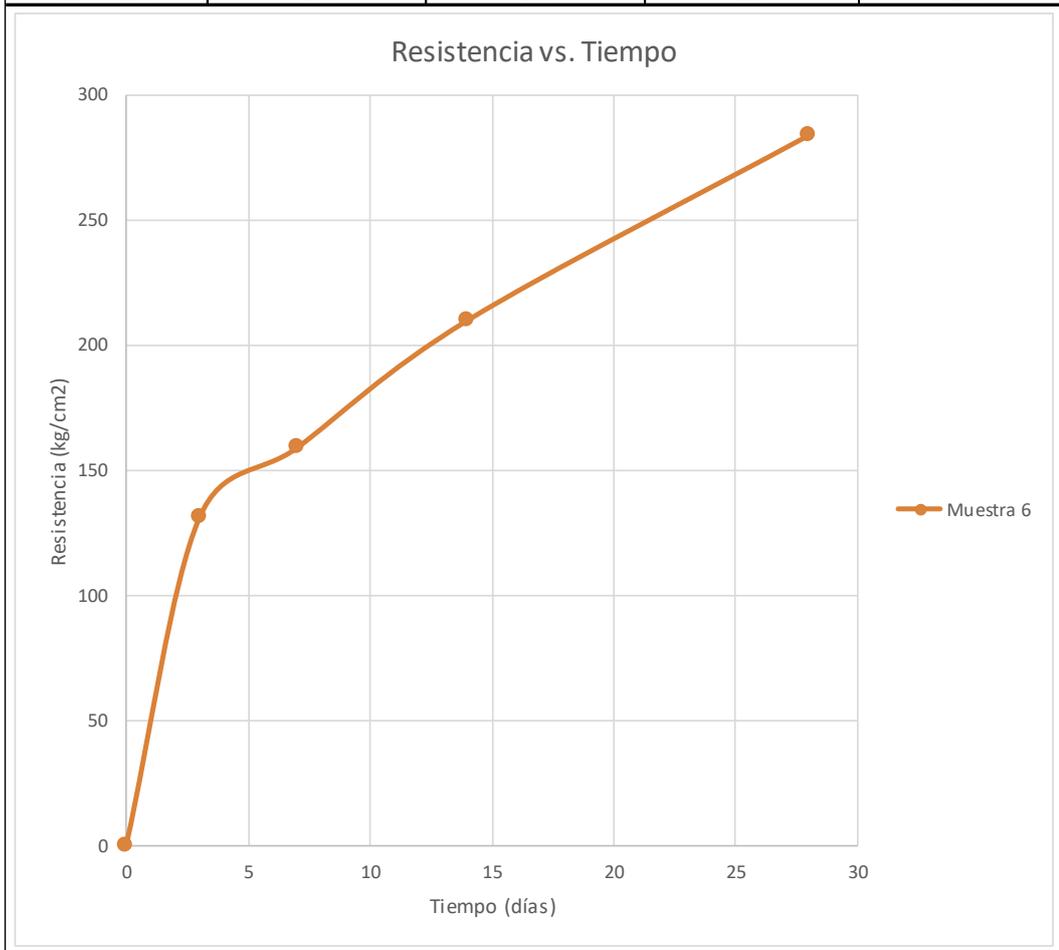


Figura 44: Repetición 6 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 7	134	159	211	285

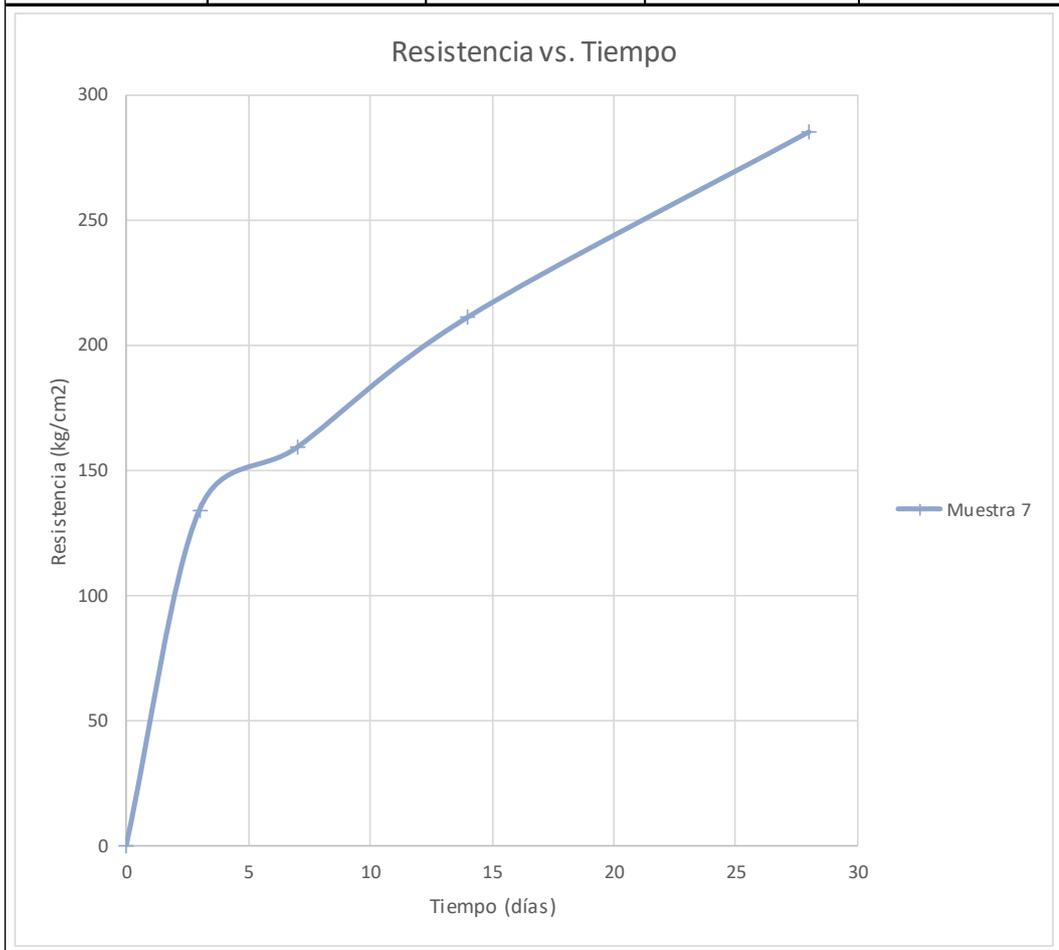


Figura 45: Repetición 7 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 8	134	159	212	285

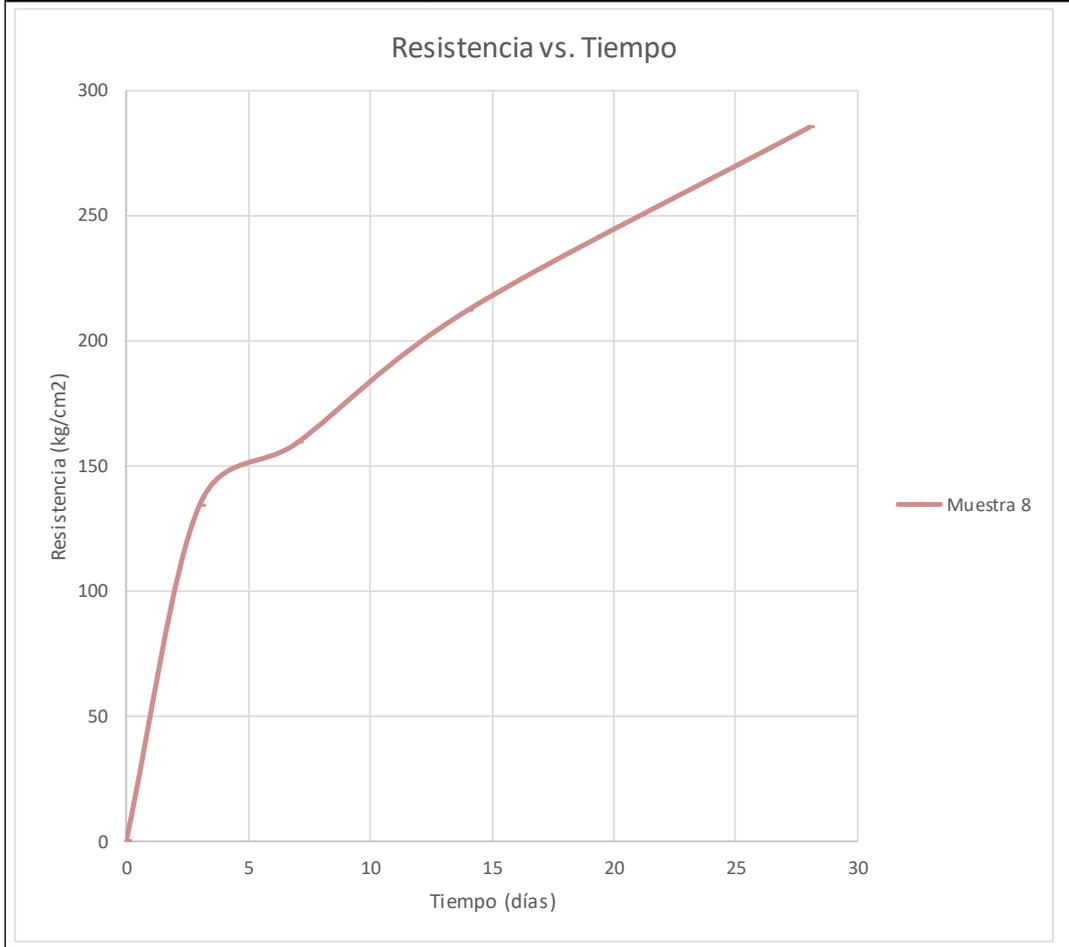


Figura 46: Repetición 8 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	: 1:3	Fecha	: 15/12/2019	
Procedencia	: Agregado de la Cantera Comasur	Unidad	: Kg/cm ²	
Relación a/c	: 0.50	Hecho por	: Alejandro Zerga A.	
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Muestra 9	136	159	214	290

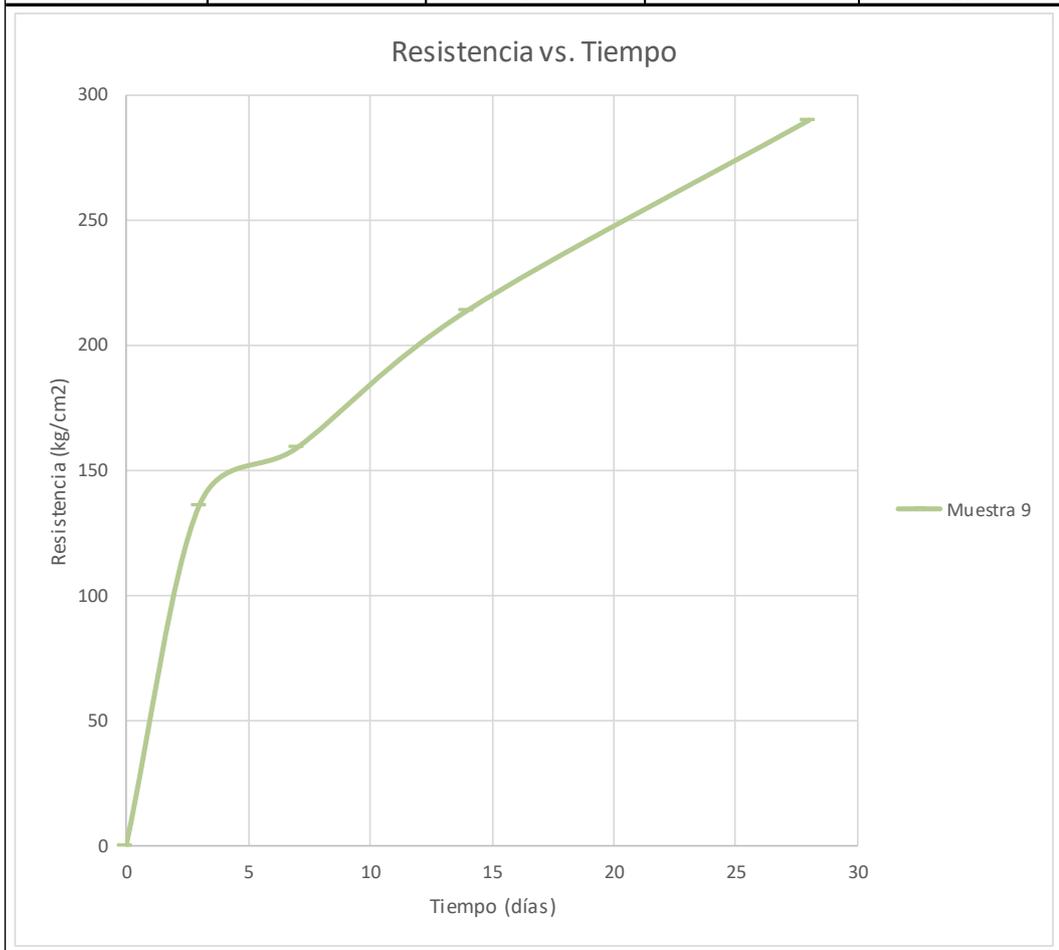


Figura 47: Repetición 9 del ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de morteros cúbicos de 50 mm de lado

NTP 334.051

Diseño	1:3			Fecha	15/12/2019
Procedencia	Agregado de la Cantera Comasur			Unidad	Kg/cm ²
Relación a/c	0.50			Hecho por	Alejandro Zerga A.
Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días	
Muestra 1	120	148	206	270	
Muestra 2	125	148	208	281	
Muestra 3	126	148	209	282	
Muestra 4	127	157	209	283	
Muestra 5	129	158	210	283	
Muestra 6	131	159	210	284	
Muestra 7	134	159	211	285	
Muestra 8	134	159	212	285	
Muestra 9	136	159	214	290	
Promedio	129	155	210	283	

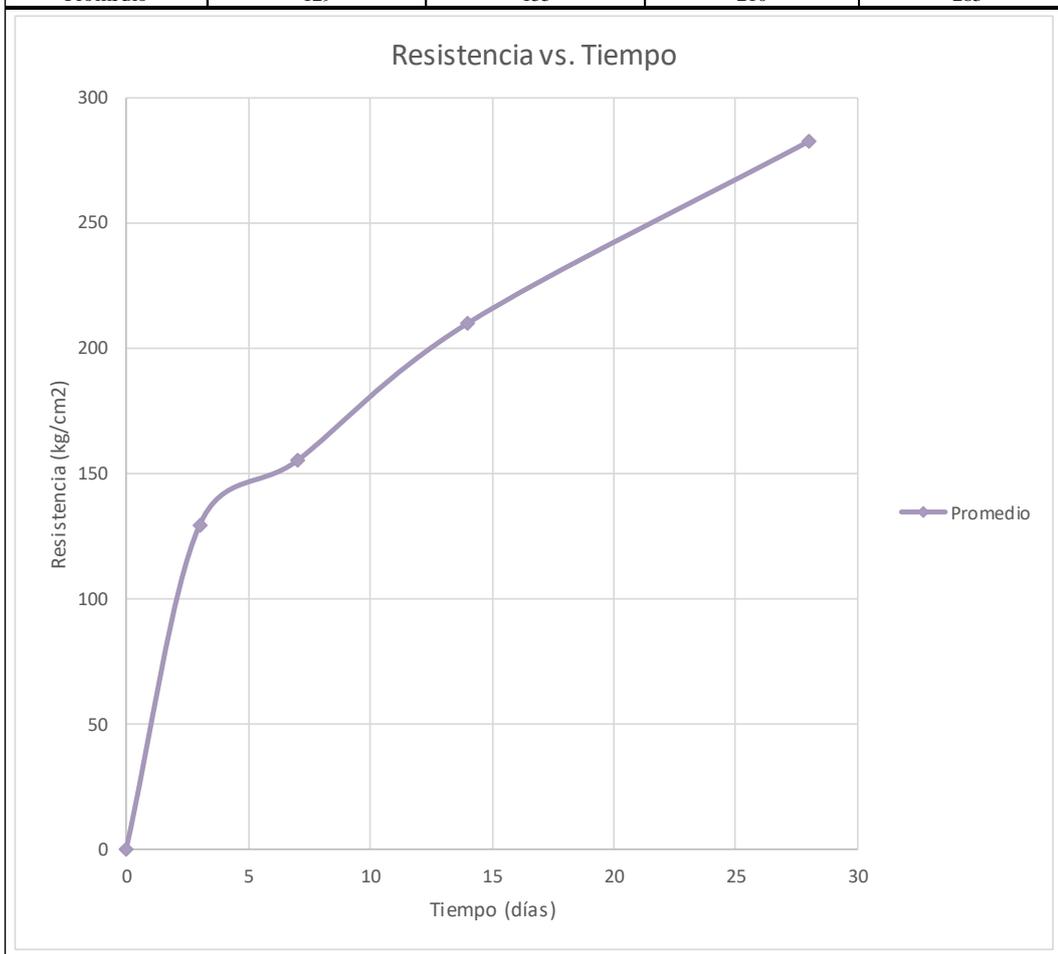


Figura 48: Resultado promedio del ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Contrastación de la primera hipótesis.

HIPOTESIS 1: Análisis estadístico del módulo de finura y la fluidez del mortero cementicio en función a la forma y textura del agregado fino con diferentes relaciones agua y cemento.

En la tabla 42 se muestra la variación en los módulos de finura y la fluidez del mortero cementicio en función a la forma y textura del agregado fino.

Tabla 42: Resultados

	Muestras	Forma	Textura	Módulo de finura	Fluidez (%) a/c 0.40	Fluidez (%) a/c 0.50
Agregado fino triturado (Comasur)	AT - 1	Subangular	Rugosa	3.15	93	133
	AT - 2			3.06	88	128
	AT - 3			3.16	93	133
Agregado fino natural (Cabeza de Toro)	AN - 1	Subredondeada	Pulida	2.64	73	113
	AN - 2			2.71	78	118
	AN - 3			2.66	75	115

Fuente: Elaboración propia

Para analizar la variación del Módulo de Finura y la Fluidez en función a la forma y textura del agregado fino, se utilizó dos diferentes relaciones de (a/c) para cada muestra de agregado fino extraído de dos canteras diferentes luego de haber identificado su forma y textura, se usará el método de regresión para evaluar si conforme se varía la relación agua/ cemento de las diferentes formas y texturas del agregado fino, el módulo de finura y la fluidez aumenta o reduce. Los resultados estadísticos descriptivos de cada diseño obtenido en el programa SPSS V25 se muestran en las tablas 43, 44, 45, 46 y en las figuras 49 y 52 se observa los histogramas de Frecuencia.

Tabla 43: Resultados estadísticos diseño a/c 0.4 y 0.5 – Arena Triturada
**Estadísticos para Arena Triturada -Cantera Comasur- Forma Subangular-
 Textura Rugosa**

		Mod_Fin_Atri	Flu_0.4_AT	Flu_0.5_AT
N	Válido	3	3	3
	Perdidos	0	0	0
Media		3,1233	91,33	136,33
Error estándar de la media		,03180	1,667	4,256
Mediana		3,1500	93,00	139,00
Desviación estándar		,05508	2,887	7,371
Asimetría		-1,668	-1,732	-1,415
Error estándar de asimetría		1,225	1,225	1,225

Fuente: Elaboración propia

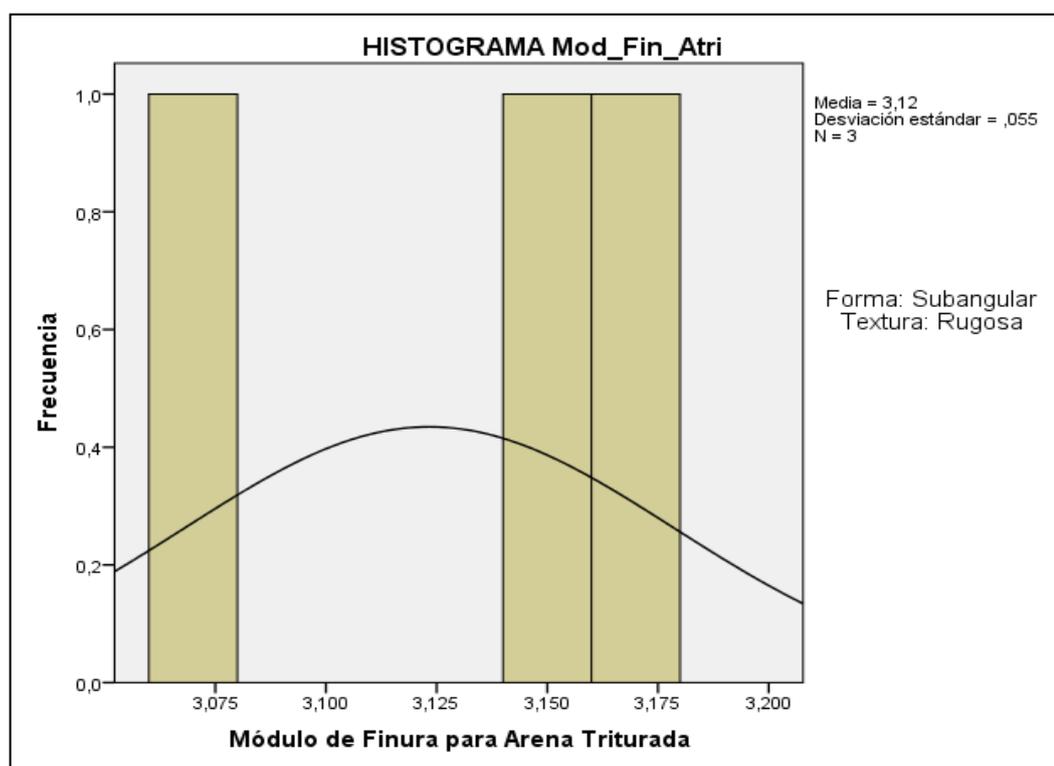


Figura 49: Histograma de frecuencia – módulo de finura de AT

Fuente: Elaboración propia

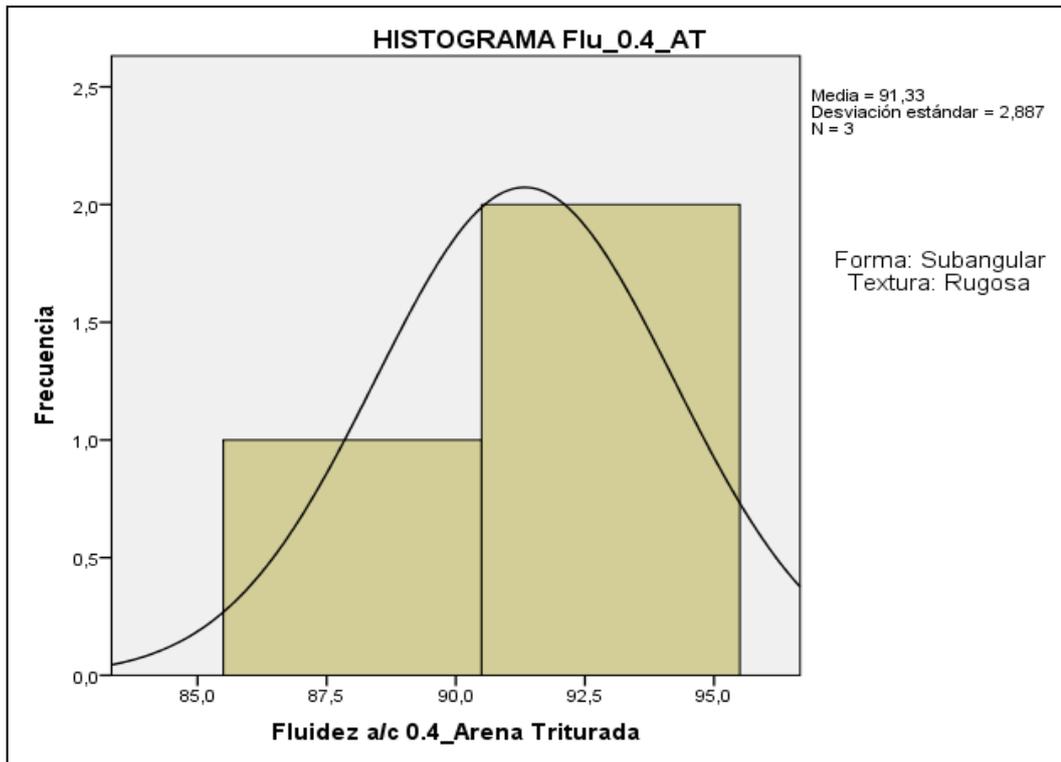


Figura 50: Histograma de frecuencia a/c 0.40 del agregado fino triturado
Fuente: Elaboración propia

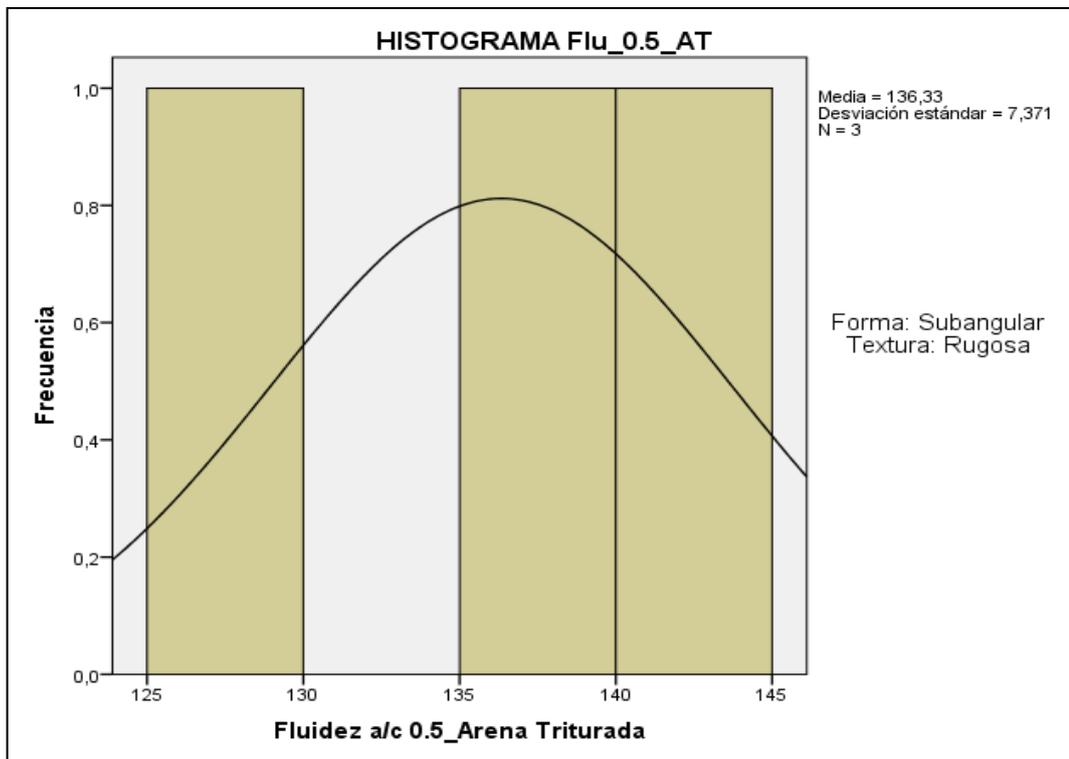


Figura 51: Histograma de frecuencia a/c 0.50 del agregado fino triturado
Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Resultados estadísticos diseño a/c 0.4 y 0.5 – Arena Natural
Estadísticos para Arena Natural- Cantera Cabeza de Toro- Forma Subredondeada- Textura Pulida

		Mod_Fin_ Anat	Flu_0.4_ AN	Flu_0.5_ AN
N	Válido	3	3	3
	Perdidos	0	0	0
Media		2,6700	75,333	134,333
Error estándar de la media		,02082	1,4530	4,2557
Mediana		2,6600	75,000	137,000
Desviación estándar		,03606	2,5166	7,3711
Asimetría		1,152	,586	-1,415
Error estándar de asimetría		1,225	1,225	1,225

Fuente: Elaboración propia

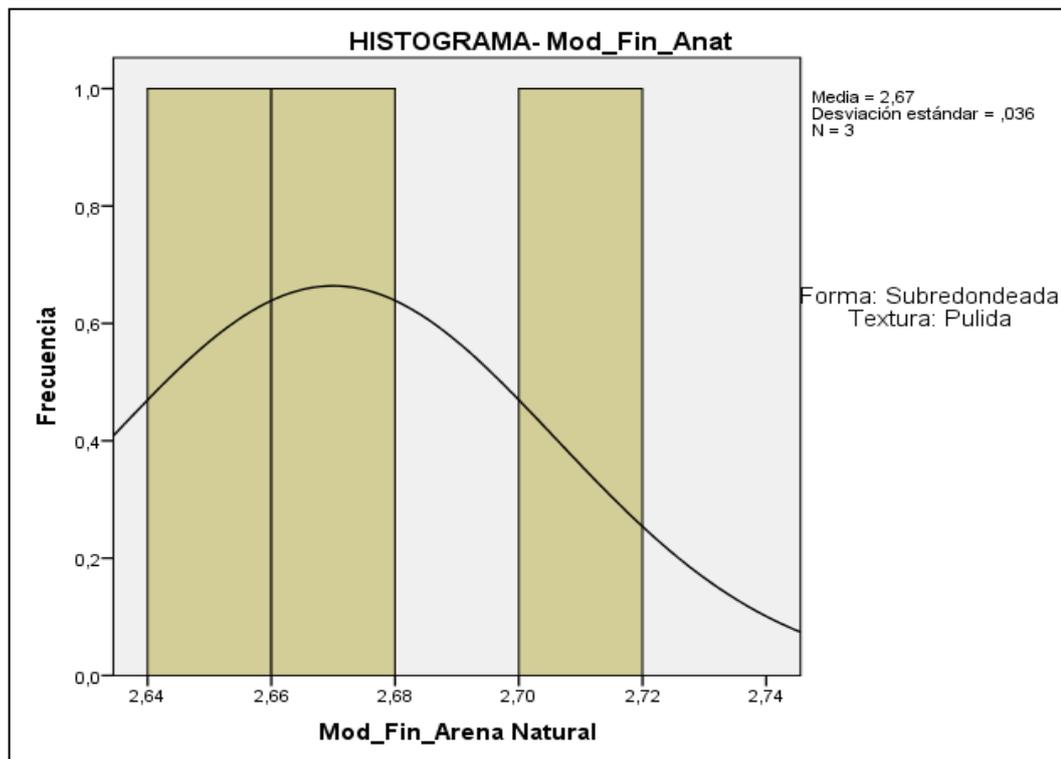


Figura 52: Histograma de frecuencia – módulo de finura de AN

Fuente: Elaboración propia

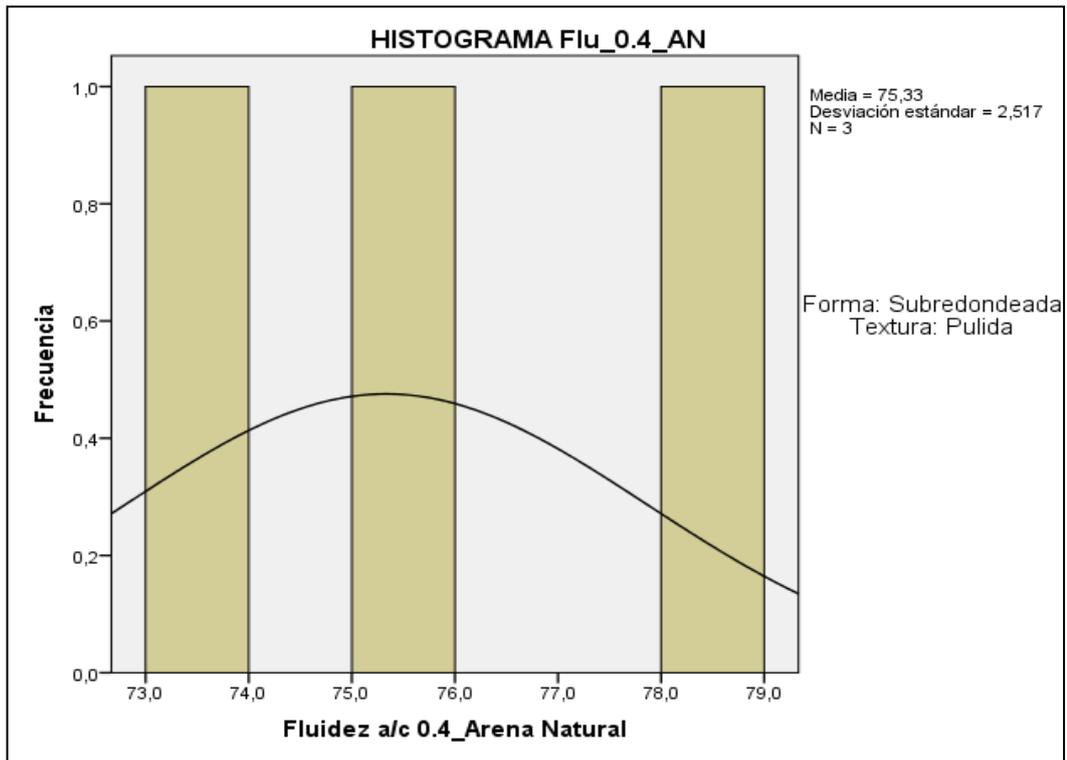


Figura 53: Histograma de frecuencia a/c 0.40 del agregado fino natural
Fuente: Elaboración propia

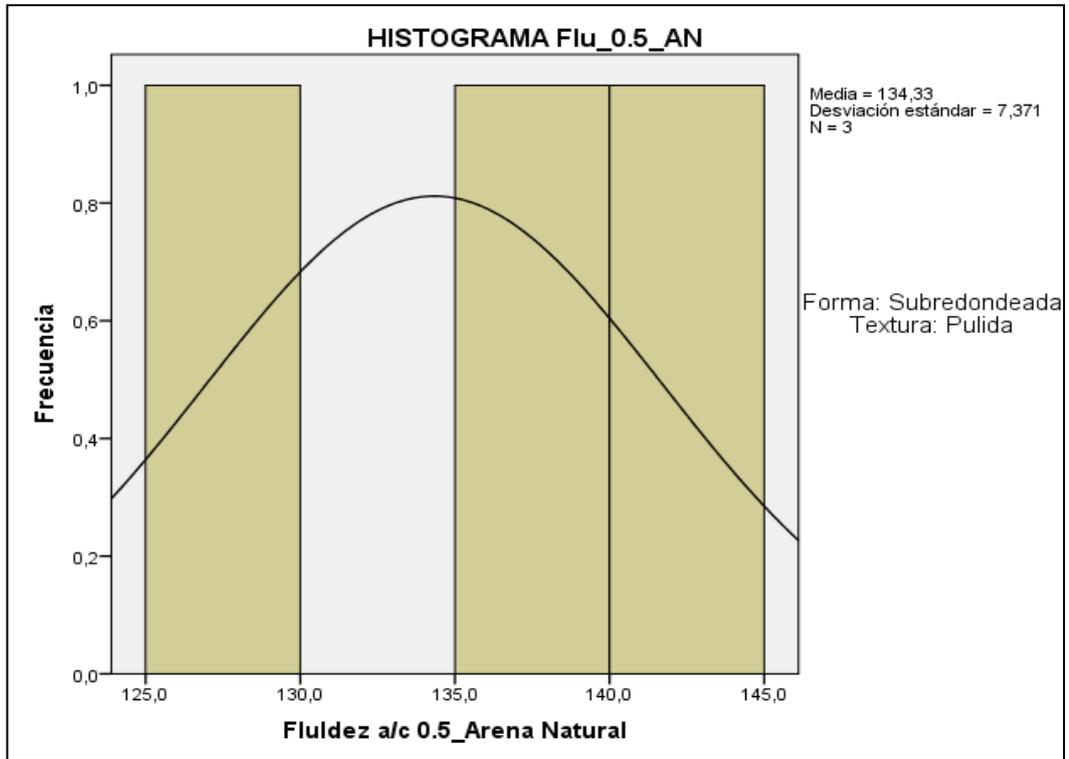


Figura 54: Histograma de frecuencia a/c 0.50 del agregado fino natural
Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Resultados estadísticos descriptivos diseño a/c 0.4 y 0.5 – AT
Estadísticos Descriptivos- Arena Triturada-Forma Subangular-Textura Rugosa

	N	Medi a	Desviación estándar
Mod_Fin_Atri	3	3,123 3	,05508
Flu_0.4_AT	3	91,33	2,887
Flu_0.5_AT	3	136,3 3	7,371
N válido (por lista)	3		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Resultados estadísticos descriptivos diseño a/c 0.4 y 0.5 - AN
Estadísticos descriptivos-Arena Natural-Forma Subredondeada-Textura Pulida

	N	Medi a	Desviación estándar
Mod_Fin_Anat	3	2,670 0	,03606
Flu_0.4_AN	3	75,33 3	2,5166
Flu_0.5_AN	3	134,3 33	7,3711
N válido (por lista)	3		

Fuente: Elaboración propia

H₀:

Al identificar la forma y textura del agregado fino no aumenta el Módulo de finura y la Fluidez del mortero cementíceo.

H₁:

Al identificar la forma y textura del agregado fino aumenta el Módulo de finura y la Fluidez del mortero cementíceo.

Se considera un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Análisis estadístico:

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos con el programa SPSS V25 el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados mostrados en las tablas 45 y 46.

Tabla 47: Coeficientes de la recta de regresión MODULO DE FINURA
Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
1 (Constante)	3,299	,137		24,155	,000
CONSTANTE	-,115	,035	-,853	-3,276	,031

a. Variable dependiente: MODULO DE FINURA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Coeficientes de la recta de regresión relación a/c 0.40 FLUIDEZ
Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
1 (Constante)	97,333	5,375		18,109	,000
Constante	-4,000	1,380	-,823	-2,898	,044

a. Variable dependiente: Flui_0.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Coeficientes de la recta de regresión relación a/c 0.5 FLUIDEZ
Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
1 (Constante)	137,333	5,375		25,551	,000
Constante	-4,000	1,380	-,823	-2,898	,044

a. Variable dependiente: Flui_0.5

Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes de correlación se mide la correlación lineal es decir la función que mejor se aproxima a la nube de puntos, puede ser lineal, de segundo grado, de tercer grado, logarítmica, exponencial, etc.

En estadística la regresión lineal o ajuste lineal es un método matemático que modela la relación entre una variable dependiente “Y” y las variables independientes “X”. La recta de regresión de “Y” sobre “X” se utiliza para estimar los valores de “Y” a partir de los valores de “X”, este modelo se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y = Módulo de finura y Fluidez

X = Número de ensayos respecto a la forma y textura del agregado fino

a = Constante (intersección absiccas)

b = Pendiente de la recta

Con los resultados expresados en las tablas 47, 48 y 49 se forma las siguientes funciones de regresión lineal con el Módulo de finura respecto al número de ensayos respecto a la forma y textura del agregado fino respectivamente.

Para el módulo de finura

$$y = -0.11x + 3.3$$

Para la relación a/c 0.40 (fluidez del mortero cementíceo):

$$y = -0.4x + 97.33$$

Para la relación a/c 0.50 (fluidez del mortero cementíceo):

$$y = -0.4x + 137.33$$

En las siguientes figuras 55, 56 y 57 se muestran las rectas de regresión del Módulo de finura y la fluidez del mortero cementíceo según los números de ensayos respecto a la forma y textura del agregado fino. La siguiente recta nos permite decir que nuestros modelos son efectivos dentro del rango de análisis de X desde el ensayo 1 hasta el ensayo 6 y que es eficiente porque cumple con el modelo de la ecuación encontrada.

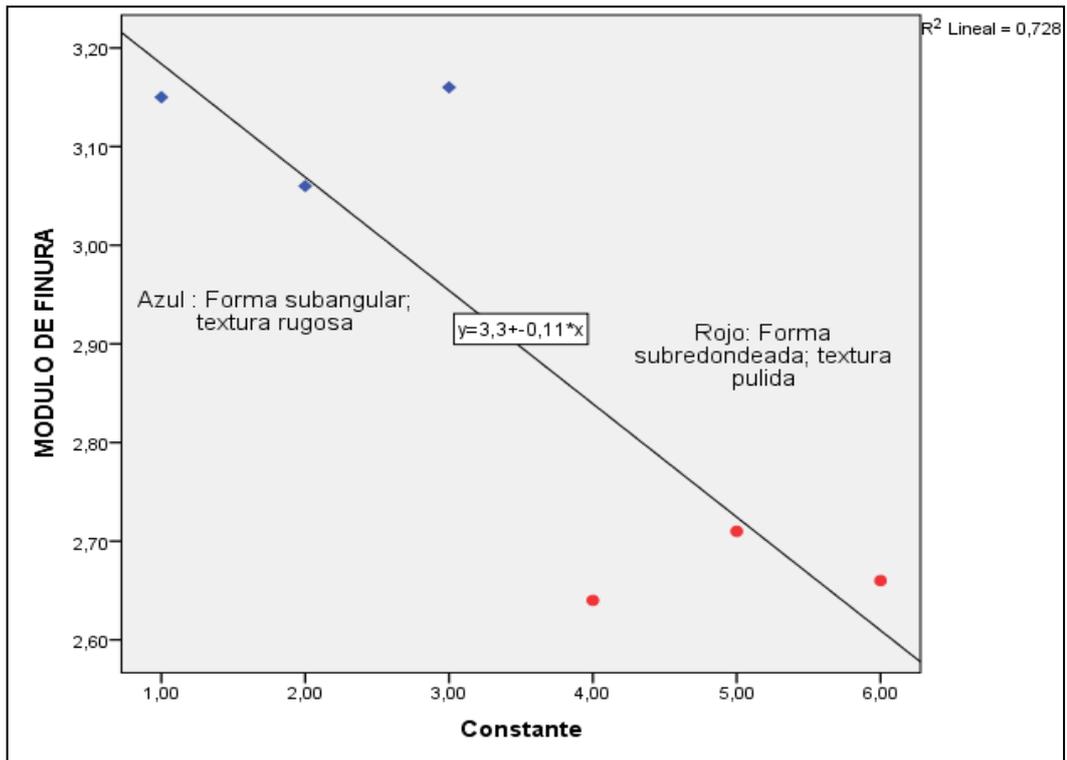


Figura 55: Modelo de regresión lineal para el módulo de finura
Fuente: Elaboración propia

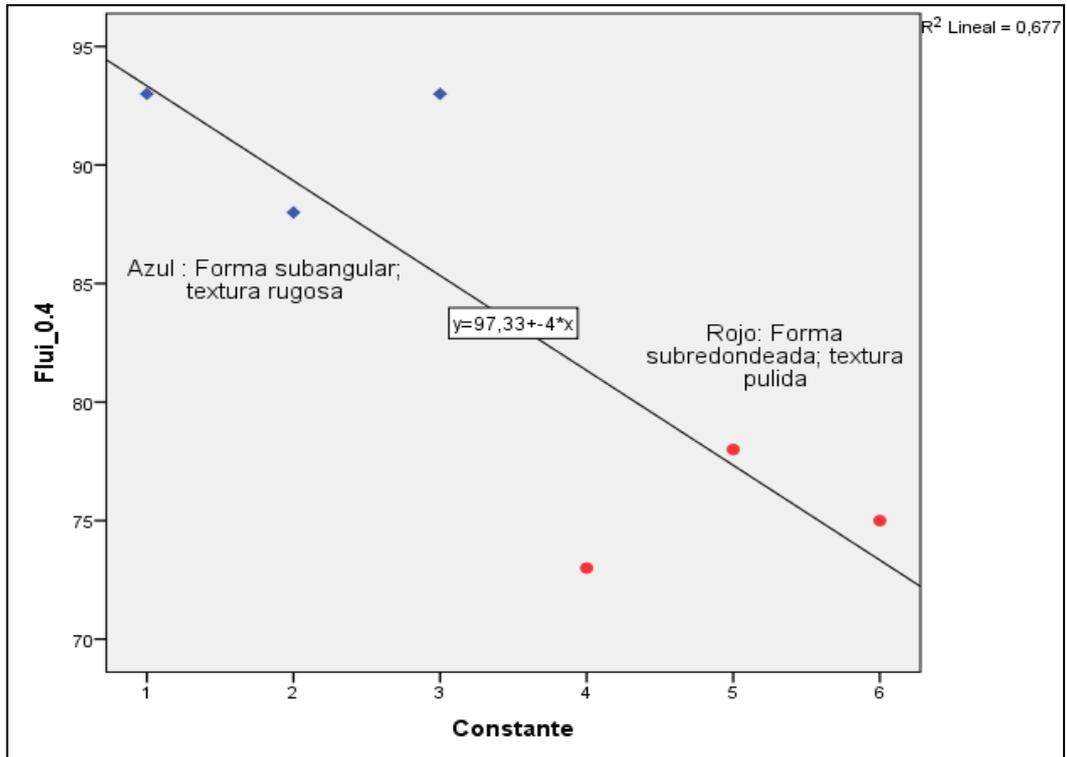


Figura 56: Modelo de regresión lineal diseño a/c 0.40 para la fluidez del mortero
Fuente: Elaboración propia

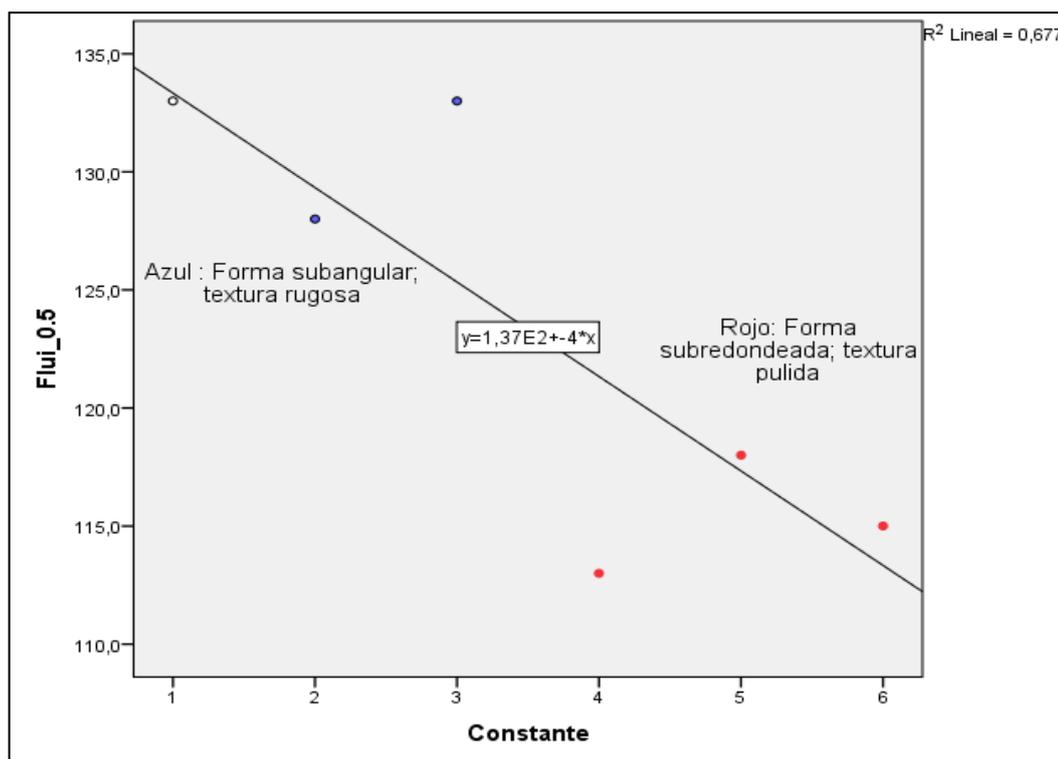


Figura 57: Modelo de regresión lineal diseño a/c 0.50 para la fluidez del mortero
Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R^2)

En el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es probar una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados y la proporción de la variación de los resultados que pueda explicarse por el modelo. En este caso el R^2 es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, los cuales son solo para la regresión lineal. Por medio del uso del programa SPSS V25 se obtuvo los resultados mostrados por cada diseño en las tablas 50, 51 y 52.

Tabla 50: Resumen del modelo por diseño

Resumen del modelo-Modulo de finura

Mo delo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,853 ^a	,728	,661	,14669

a. Predictores: (Constante), Constante

Fuente Elaboración propia

Tabla 51: Resumen del modelo por diseño

Resumen del modelo- Fluidez a/c 0.40

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,823 ^a	,677	,597	5,774

a. Predictores: (Constante), Constante

Fuente Elaboración propia

Tabla 52: Resumen del modelo por diseño

Resumen del modelo- Fluidez a/c 0.5

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,823 ^a	,677	,597	5,7735

a. Predictores: (Constante), Constante

Fuente Elaboración propia

Se tiene los resultados de r^2 por para el módulo de finura respecto a los ensayos con 2 diferentes formas y texturas.

$$R^2 = 0.728$$

El resultado del r^2 expresa que la variable independiente (el número de ensayos de cada forma y textura de agregado fino) influyen en 72.8 %; respecto a la variable dependiente (Módulo de Finura).

Se tiene 2 resultados de r^2 por lo que existen 2 diseños diferentes con distintas relaciones agua/cemento (0.40 y 0.50) y con variaciones de forma y textura.

$$R^2 = 0.677 \qquad R^2 = 0.677$$

El resultado del r^2 expresa que la variable independiente (el número de ensayos de cada forma y textura de agregado fino) influyen en 67.7 %; respecto a la variable dependiente (Fluidez del mortero cementíceo).

Conclusión

Se puede observar en los gráficos de regresión lineal con respecto a la variación del Módulo de Finura en relación a la forma y textura del agregado fino que tiene una pendiente negativa debido a que el Módulo de finura va disminuyendo respecto al

número de ensayos para cada muestra de forma y textura diferente, al obtener un coeficiente de determinación múltiple r^2 al ser 72.8% se aprecia que al ser próximo a la unidad explica mejor la variabilidad de los datos. Por tanto al identificar la forma y textura del agregado fino aumentará el módulo de finura. Al realizar el análisis de la Fluidez del mortero cementíceo con respecto a la variación de la forma y textura con diferentes relaciones de agua y cemento se aprecia que influyen en un 67.7 %, dando a entender que mientras se conozca la forma y textura del agregado fino aumenta la fluidez del mortero. Usando ese método de regresión lineal se concluye que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) ya que al identificar la forma y textura del agregado fino aumenta el Módulo de Finura y la Fluidez del mortero.

4.2.2. Contrastación de la segunda hipótesis.

HIPOTESIS 2: Análisis estadístico de la variación de la resistencia a la compresión en función a la forma y textura del agregado fino.

Para el análisis estadístico de esta hipótesis se analizará los ensayos de resistencia a la compresión a 28 días ya que es el día donde el mortero obtiene su máxima resistencia.

Se tiene que por cada diseño existen 4 ensayos promedios de resistencia a la compresión, como se tienen 2 diseños diferentes, además de 2 canteras diferentes. En las tablas 53 y 54 se puede observar la variación de la resistencia en función a los diseños de mezcla con distintas relaciones agua-cemento.

Tabla 53: Resultado de la resistencia a la compresión a 28 días para a/c 0.40

	Resistencia promedio (kg/cm ²) a/c 0.40	
Edad (días)	Agregado fino triturado (Comasur)	Agregado fino natural (Cabeza de Toro)
3	188	156
7	213	184
14	270	221
28	343	277
Forma	Subangular	Subredondeada
Textura	Rugosa	Pulida

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54: Resultado de la resistencia a la compresión a 28 días a/c 0.50

Resistencia promedio (kg/cm ²) a/c 0.50		
Edad (días)	Agregado fino triturado (Comasur)	Agregado fino natural (Cabeza de Toro)
3	129	106
7	155	133
14	210	170
28	283	216
Forma	Subangular	Subredondeada
Textura	Rugosa	Pulida

Fuente: Elaboración propia.

Para analizar la variación de la resistencia a la compresión en función a la forma y textura del agregado fino se tiene dos formas y texturas de agregado, para cada relación agua-cemento (0.4 y 0.5) se usará el método de regresión para evaluar si conforme varía la forma y textura del agregado fino, la resistencia a la compresión aumenta. Los resultados estadísticos descriptivos en el programa SPSS V25 se muestran en la tabla 55 y en las figuras 58, 59, 60 y 61 se observa los histogramas de frecuencia.

Tabla 55: Resultados estadísticos para cada diseño

		Estadísticos			
		F'c_0.4 .Cs	F'c_0.5 .Cs	F'c_0.4 4.Ct	F'c_0.5 5.Ct
N	Válido	4	4	4	4
	Perdidos	4	4	4	4
Media		253,50	194,25	209,50	156,25
Error estándar de la media		34,415	34,062	26,142	23,848
Mediana		241,50	182,50	202,50	151,50
Desviación estándar		68,831	68,124	52,284	47,696
Asimetría		,765	,769	,650	,470
Error estándar de asimetría		1,014	1,014	1,014	1,014
Curtosis		-,827	-,716	-,389	-,973
Error estándar de curtosis		2,619	2,619	2,619	2,619

Fuente: Elaboración propia.

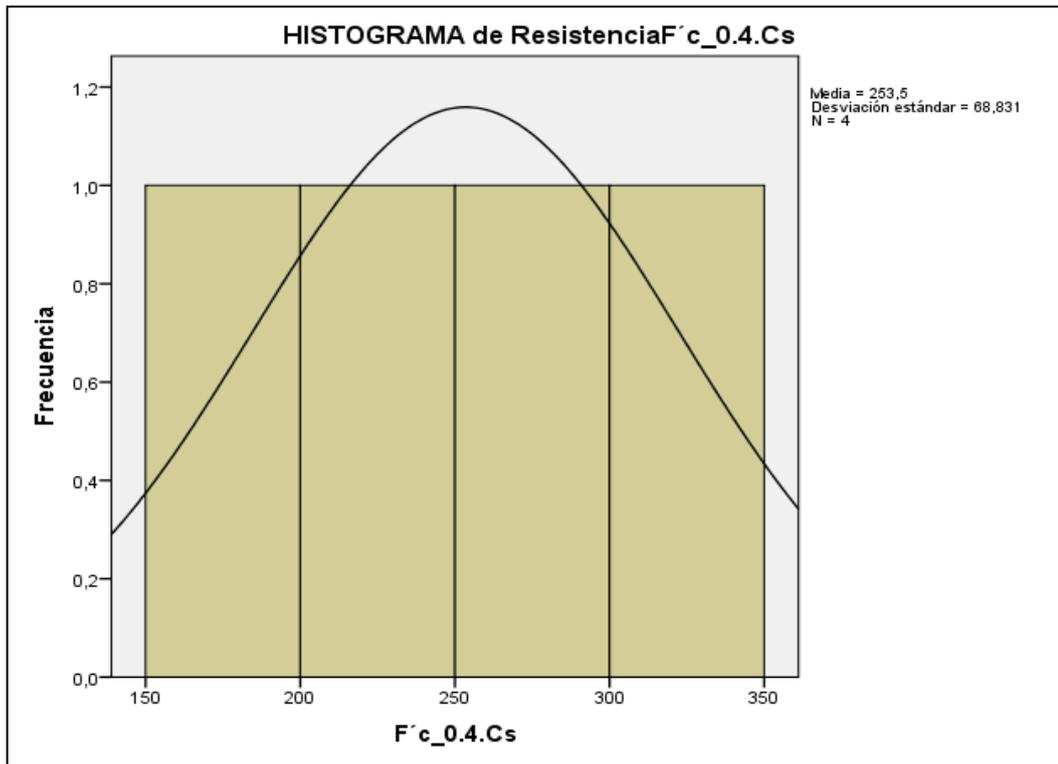


Figura 58: Histograma para a/c 0.4 COMASUR
Fuente: Elaboración propia

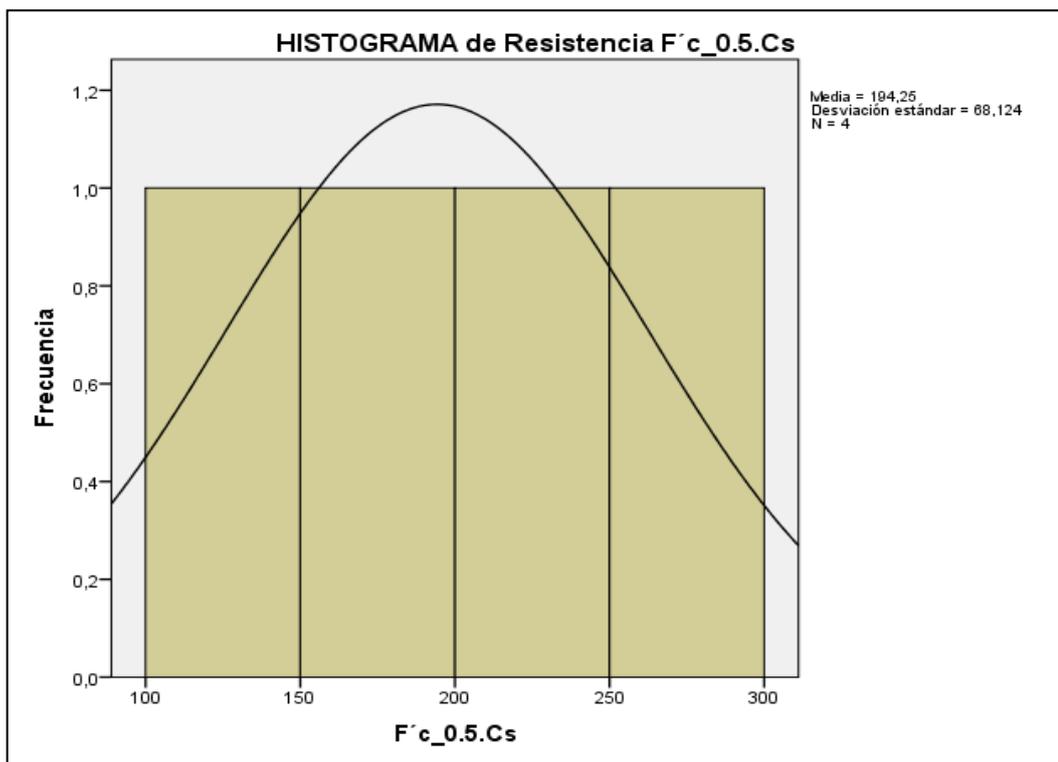


Figura 59: Histograma para a/c 0.5 COMASUR
Fuente: Elaboración propia

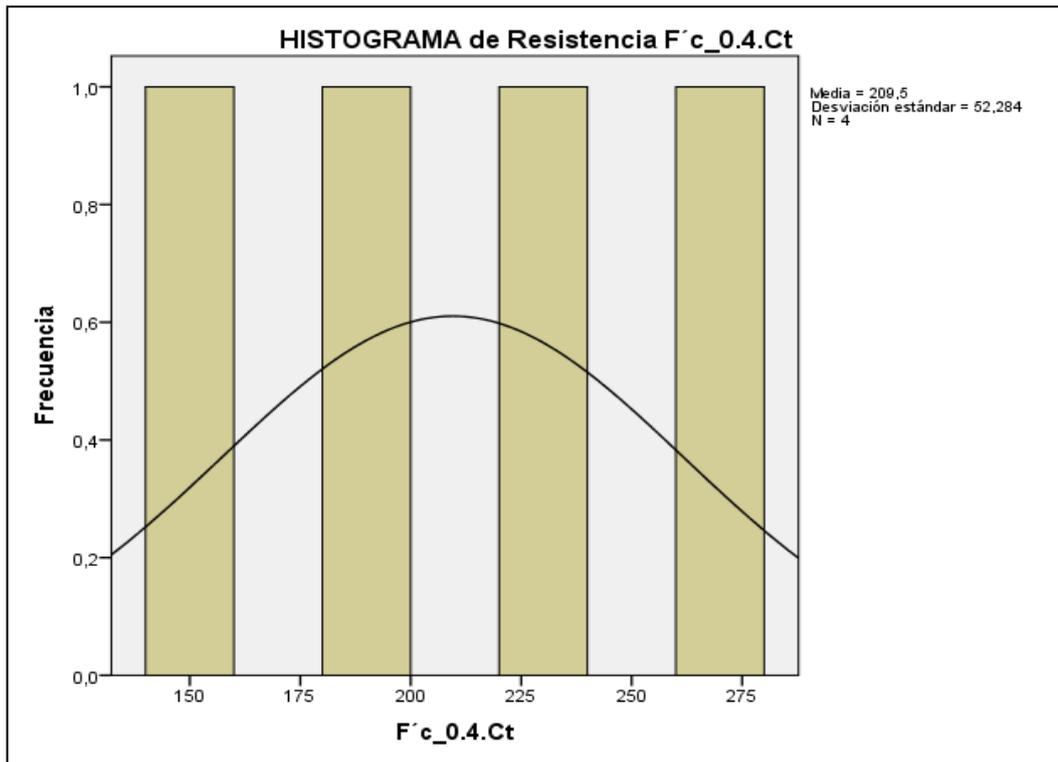


Figura 60: Histograma para a/c 0.4 CABEZA DE TORO
Fuente: Elaboración propia

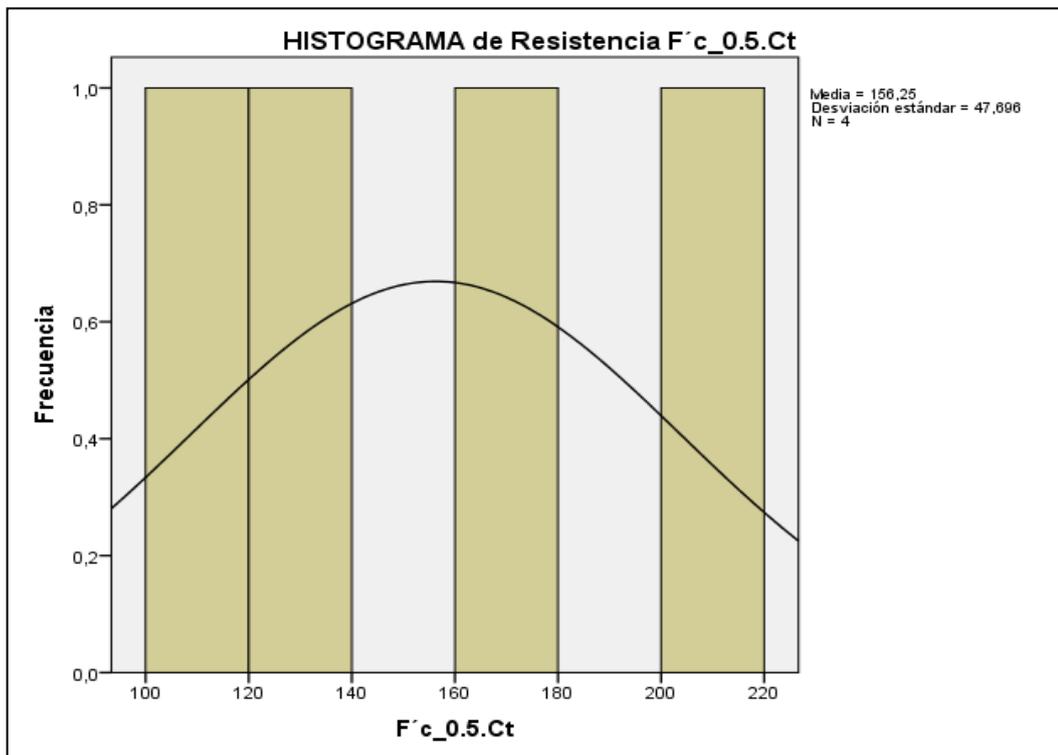


Figura 61: Histograma para a/c 0.5 CABEZA DE TORO
Fuente: Elaboración propia

H₀:

Al identificar la forma y textura del agregado fino no aumenta la resistencia a la compresión.

H₁:

AL identificar la forma y textura del agregado fino aumentan la resistencia a la compresión.

Análisis estadístico

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos con el programa SPSS V25 el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados mostrados en la tabla 56 y 57:

Tabla 56: Coeficientes de la recta de regresión a/c 0.40

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	160,233	16,446		9,743	,000
	Días	5,482	1,021	,910	5,370	,002

a. Variable dependiente: F^c_0.4.Cs

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Coeficientes de la recta de regresión a/c 0.50

Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	107,251	15,120		7,093	,000
	Días	5,231	,939	,915	5,573	,001

a. Variable dependiente: F^c_0.5.Cs

Fuente: Elaboración propia

Con los coeficientes de correlación se mide la correlación lineal es decir la función que mejor se aproxima a la nube de puntos, puede ser lineal, de segundo grado, de tercer grado, logarítmica, exponencial, etc.

En estadística la regresión lineal o ajuste lineal es un método matemático que modela la relación entre una variable dependiente “Y” y las variables independientes “X”. La recta de regresión de “Y” sobre “X” se utiliza para estimar los valores de “Y” a partir de los valores de “X”.

Este modelo se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y = Resistencia (kg/cm²)

X = Días de Rotura con para cada forma y textura

A = Constante intersección (absiccas)

b = Pendiente de la recta

Con los resultados expresados en las tablas 56 y 57 se forma las siguientes funciones de regresión lineal con resistencia a la compresión respecto a los días de rotura de cada forma y textura en función al diseño de mezcla con diferentes relaciones agua/cemento (0.50; 0.40) respetivamente.

Para la relación a/c 0.50:

$$y = 5.23x + 107.25$$

Para la relación a/c 0.40:

$$y = 5.48x + 160.233$$

En las siguientes figuras 62 y 63 se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos de las resistencias a la compresión en función a los días de rotura para cada relación agua/cemento (0.50; 0.40).

La siguiente recta nos permite decir que nuestros modelos son efectivos dentro del rango de análisis de X de los días 3,7, 14 y 28 para cada forma y textura y que es eficiente porque cumple con el modelo de la ecuación encontrada.

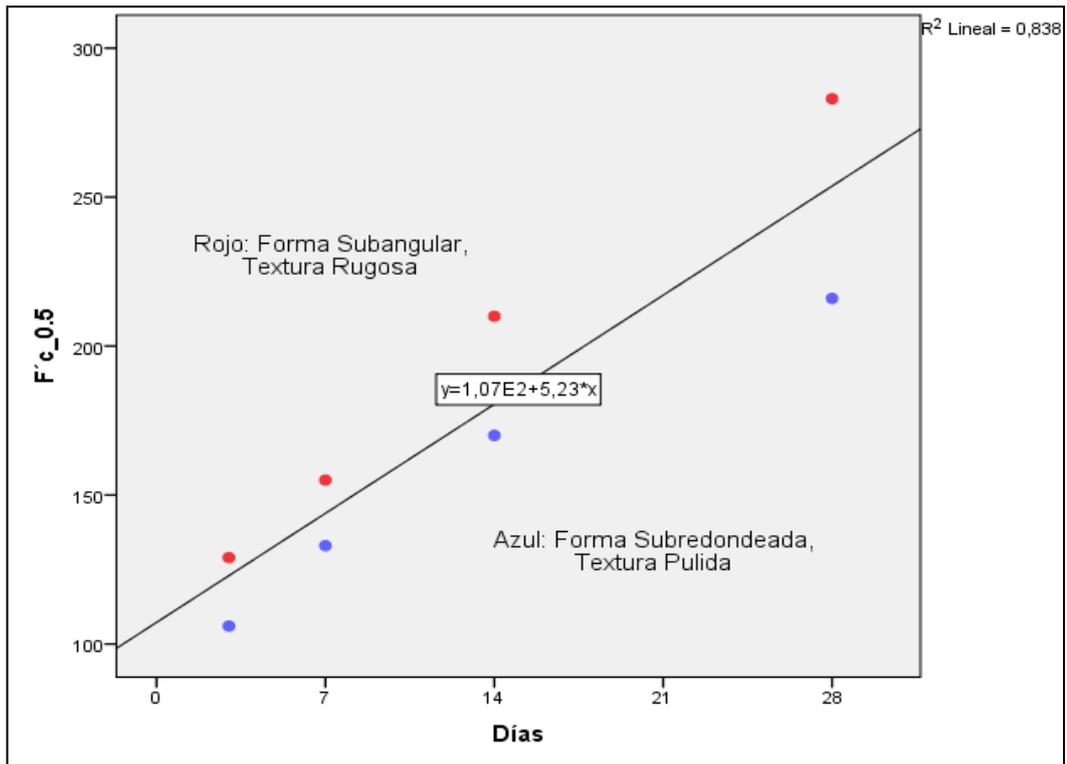


Figura 62: Modelo de regresión lineal diseño a/c 0.50
Fuente: Elaboración propia

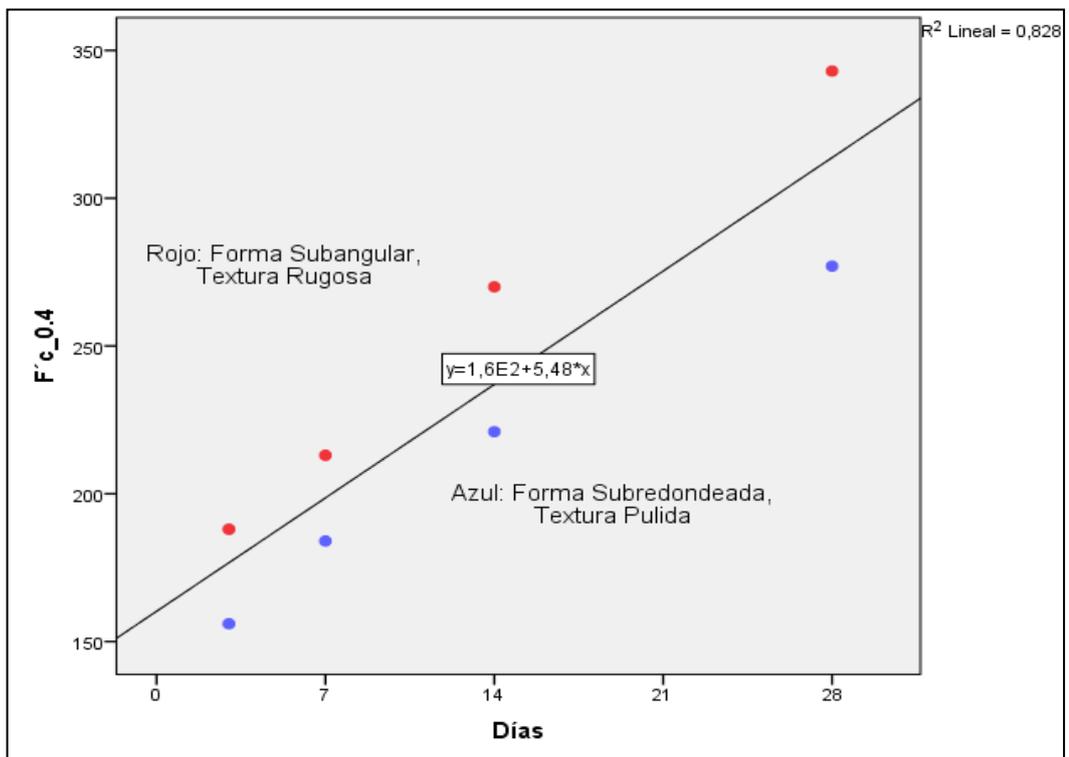


Figura 63: Modelo de regresión lineal diseño a/c 0.40
Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de determinación múltiple (R^2)

En el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es probar una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados y la proporción de la variación de los resultados que pueda explicarse por el modelo. En este caso el R^2 es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, los cuales son solo para la regresión lineal. Por medio del uso del programa SPSS V25 se obtuvo los resultados mostrados en la tabla 58 y 59.

Tabla 58: Resumen del modelo

Resumen del modelo para a/c 0.5				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,915 ^a	,838	,811	25,255

a. Predictores: (Constante), Días

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Resumen del modelo

Resumen del modelo para a/c 0.4				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,910 ^a	,828	,799	27,470

a. Predictores: (Constante), Días

Fuente: Elaboración propia

Se tiene 2 resultados de r^2 por lo que existen 2 diseños diferentes con distintas relaciones agua/cemento (0.50 y 0.40) y con diferentes formas y texturas.

$$R^2 = 0.838$$

$$R^2 = 0.828$$

El resultado del r^2 expresa que la variable independiente (los días de rotura para cada forma y textura) influye un 83.8% y 82.8 % respecto a la variable dependiente (resistencia a la compresión).

- **Conclusión**

Usando el método de regresión lineal para la evaluación de la resistencia a la compresión en función a los días de rotura y la forma y textura y al establecer la relación agua/ cemento se concluye que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) ya que al mantener los diseños de mezcla con la misma relación agua/cemento y variando el agregado fino de diferente forma y textura aumentan la resistencia a la compresión.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. DISCUSIÓN

1. Conforme cambia la forma y textura del agregado fino en los diseños de mezclas de mortero elaborados con dos relaciones agua/cemento se obtuvo diferentes módulos de finura y porcentajes de fluidez, guardando relación con los resultados obtenidos por O. Cabrera (2013) quien concluyó que forma y textura de las partículas influyen en la fluidez de las mezclas realizadas con un contenido de agua constante.
2. Conforme cambia la forma y textura del agregado fino se obtuvo una mayor resistencia a la compresión con las muestras elaboradas con el agregado triturado, guardando relación con los resultados obtenidos por León y Ramírez (2010) quien concluyó que la forma de las partículas del agregado afecta las propiedades del concreto en estado fresco y en estado endurecido.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

1. Con el agregado fino de la cantera Comasur de fragmentación manufacturado se obtuvo un mayor módulo de finura, para el diseño con relación agua/cemento de 0.40 se obtuvo mayor porcentaje de fluidez y con el diseño con relación agua/cemento de 0.50 se obtuvo porcentaje de fluidez similar respecto a los resultados obtenidos con las muestras elaboradas con agregado fino de la cantera Cabeza de Toro de fragmentación natural.
2. Con el agregado fino de la cantera Comasur de fragmentación manufacturado se puede lograr morteros de mayor resistencia a la compresión a la edad de 28 días en un 24-31%, respecto a los resultados obtenidos con las muestras elaboradas con agregado fino de la cantera Cabeza de Toro de fragmentación natural.

6.2. RECOMENDACIONES

1. El estudio se ha realizado en dos canteras del distrito de Independencia, provincia de Pisco, así se trate del mismo material cada cantera debe realizar su propio estudio del agregado fino.
2. Para elaborar las muestras de mortero se recomienda emplear moldes metálicos a fin de que el espécimen sea uniforme, así como la superficie sean lisas y el corte del molde sea perpendicular a su longitud para que su acabado sea de acuerdo a lo que exige la Norma.
3. En la elaboración de especímenes, se recomienda planificar detalladamente los procedimientos de dosificación, mezclado, colocado y acabado de la superficie (enrasado), debido a que pequeñas variaciones en estos procedimientos, pueden mostrar grandes cambios en los resultados.
4. Se sugiere al lector para ampliar aún más su conocimiento acerca del tema, continuar con el estudio abordando en el estudio las propiedades químicas del agregado fino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: San Marcos.
- Abril Gil, M. L., & Ramos Sánchez, A. M. (2017). *Identificación de la variación en la resistencia del concreto debido al origen del agregado grueso*. Bogotá, Colombia.
- Cabrera, O. A. (2013). *Caracterización de la Durabilidad de Hormigones con arenas de trituración*. Bahía Blanca, Argentina.
- Campos Mera , E. (2017). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Josecito" y "Manuel Olano" y su influencia en la calidad de concreto $F'_{C}= 250 \text{ kg/cm}^2$* . Jaén, Cajamarca, Perú.
- Contreras Delgado, W. A. (2014). *Influencia de la forma y la textura del agregado grueso de la cantera Olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto*. Jaén, Cajamarca, Perú.
- Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Manizales, Colombia.
- J Positieri, M., López, R., E Baronetto, C., & Gonzalez, M. (2016). Influencia de la forma y textura de las arenas en la demanda de agua de los hormigones. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba*, 75-84.
- León, M. P., & Ramirez, F. (2010). *Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes*. Bogotá, Colombia.
- M. Neville, A. (1999). *Tecnología del Concreto*. Ciudad de México, México.
- Pasquel, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto del Perú.
- Rivera L., G. (s.f.). *Concreto simple*. Popayán, Cauca, Colombia.
- Rojas Dueñas, D. K. (2017). *Caracterización de concretos asfálticos y sus agregados con la aplicación de técnicas de análisis de imagen*. Bogotá, Colombia.
- Rugamas Dinarte , J. A. (2012). *Influencia de la arena triturada, como agregado fino, en las propiedades en estado fresco y endurecido, de mezclas de concreto hidráulico*. El Salvador.
- Salamanca Correa , R. (2001). Tecnología de los Morteros. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 41-48.
- Tejada Arias , L. M. (2013). *Estudio de la influencia de materiales muy finos de los agregados en la resistencia a compresión del concreto*. Jaén, Cajamarca, Perú.

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Operacionalización de Variables			
			Variables	Indicadores	Índices	Método
Problema principal	Objetivo general	Hipótesis principal	Variable independiente			
¿En qué medida la forma y textura del agregado fino influye en las propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia, provincia de Pisco?	Determinar como la forma y textura del agregado fino influye en las propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia, provincia de Pisco.	Al determinar la forma y textura del agregado fino optimiza las propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia, provincia de Pisco.	Forma y textura del agregado fino	* Forma y textura del agregado fino	Ensayos de laboratorio	Investigación aplicada: porque se va a desarrollar el diseño de la mezcla del mortero empleando agregado fino de dos canteras.
					Fuentes bibliograficas	Investigación descriptiva: porque se investiga la influencia de la forma y textura de los agregados finos en la fluidez de los morteros cementicios.
					Normas Tecnicas	Enfoque Mixto, porque posee un enfoque cuantitativo debido a la cantidad de ensayos a realizar y el cálculo de los mismos. Y así mismo un enfoque cualitativo debido a la descripción de la influencia de la forma y textura de los agregados finos.
Problemas secundarios	Objetivos específicos	Hipótesis secundarias	Variable dependiente	Indicadores	Índices	Diseño de la investigación
¿En qué medida el módulo de finura del agregado fino influye en la fluidez del mortero cementicio?	Determinar como el módulo de finura del agregado fino influye en la fluidez del mortero cementicio.	Al determinar la forma y textura del agregado fino aumentará el módulo de finura y la fluidez del mortero cementicio.	Propiedades físico-mecánicas del mortero cementicio en el distrito de Independencia, provincia de Pisco.	* Módulo de finura * Porcentaje de fluidez * Resistencia a la compresión del mortero	Ensayos de laboratorio	Experimental: ya que mediante ensayos de laboratorio obtendremos datos variados.
					Fuentes bibliograficas	
¿En qué medida la relación agua cemento influye en la resistencia a la compresión del mortero cementicio?	Determinar que la relación agua /cemento optimiza la resistencia a la compresión del mortero cementicio.	Al determinar la forma y textura del agregado fino, aumentará la resistencia a la compresión del mortero cementicio			Normas Tecnicas	Longitudinal: mediante los ensayos de laboratorio tendremos una serie de datos que serán tomadas dos o más ocasiones.
					Ensayos de laboratorio	Prospectiva: obtendremos datos desde el inicio hasta el final de la investigación.
					Fuentes bibliograficas	
					Normas Tecnicas	

Anexo 2: Certificado de calibración de máquina de compresión



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-086-2019**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
Atención : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco- Lima
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica digital
Capacidad del equipo : 2,227 kN (500,000 lbf ó 227 TN)
División de escala : 0,1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Nº de serie del equipo : 04040000001
Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL
Número serie panel digital : 1887-1-00081
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,6°C / 78%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,6°C / 76%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2019-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-08-12	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-086-2019

Página 1 de 2

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
4	100,0	100,44	100,37	100,57	100,46	-0,5	0,2
9	200,0	200,13	200,17	200,69	200,33	-0,2	0,2
13	300,0	300,31	300,84	300,64	300,60	-0,2	0,1
18	400,0	400,49	400,62	400,61	400,57	-0,1	0,1
27	600,0	600,20	600,53	600,83	600,52	-0,1	0,1
36	800,0	800,22	800,57	800,41	800,40	0,0	0,1
45	1000,0	1000,02	1000,53	1000,71	1000,42	0,0	0,1
54	1200,0	1200,68	1201,01	1201,04	1200,91	-0,1	0,1
72	1600,0	1600,43	1601,01	1601,43	1600,96	-0,1	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



Anexo 3: Autorización Jefe de Laboratorio de Ensayo de Materiales URP



Alejandro Zerga <alejandro.zerga@gmail.com>

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA TOMA DE FOTOGRAFIA DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIOS Y SUS CORRESPONDIENTES CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

Jorge La Cruz Aguirre <jorge.lacruz@urp.edu.pe>
Para: Alejandro Zerga <alejandro.zerga@gmail.com>

15 de enero de 2019 a las 17:13

Señor Bachiller
Alejandro Zerga Ardiles

De acuerdo a su requerimiento, este laboratorio le brinda las facilidades correspondientes como parte de las actividades de ensayos de laboratorio en su investigación para su tesis conducente optar el título de Ingeniero Civil.
Quedo de usted

Ing. Jorge La Cruz Aguirre
Laboratorio de Ensayos de Materiales URP
jefe

[Texto citado oculto]