

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

**Influencia del agregado grueso según su formación geológica en
las propiedades mecánicas del concreto de las canteras de la zona
Este de Lima en el 2019**

Por:

Bach. Justiniano Iberico Collazos

Asesor:

Ing. David Díaz Garamendi

Lima, diciembre de 2019

ANEXO 07 DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

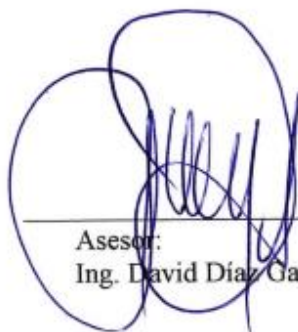
Ing. David Díaz Garamendi de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “INFLUENCIA DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN SU FORMACIÓN GEOLÓGICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE LAS CANTERAS DE LA ZONA ESTE DE LIMA EN EL 2019” constituye la memoria que presenta el bachiller Justiniano Iberico Collazos para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en la ciudad de Lima, a los 18 días de diciembre del año 2019.



Asesor:
Ing. David Díaz Garamendi

Influencia del agregado grueso según su formación geológica en las propiedades mecánicas del concreto de las canteras de la zona de Este de Lima en el 2019

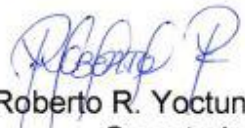
TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Civil

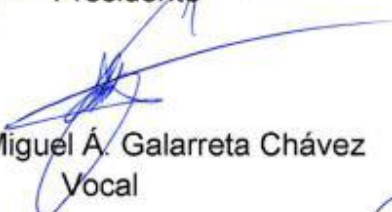
JURADO CALIFICADOR



Mg. Leonel Chahuares Paucar
Presidente



Ing. Roberto R. Yoctun Rios
Secretario



Ing. Miguel A. Galarreta Chávez
Vocal



Ing. Reymundo Jaulis Palomino
Vocal



Ing. David Díaz Garamendi
Asesor

Lima, 18 de diciembre del 2019

DEDICATORIA

A Dios, nuestro creador por darme la fuerza y fortaleza para alcanzar mis objetivos planteados.

A mi esposa y mis hermosos hijos son los motivos de mi felicidad de mi esfuerzo, de mi motivación por ser más grande cada día. Gracias por acompañarme en este difícil camino, gracias por vuestra paciencia y apoyo incondicional, gracias por entender de mi falta de tiempo pues este logro es para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

DIOS:

Por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi alma e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a mi amada esposa Karenth Ramos y adorados hijos Dylan Gael & Gia Mikela, quienes han sido mi soporte, mi inspiración y compañía durante este periodo de estudio.

PADRES:

Por todo su apoyo en cada momento de mi vida, por sus sagradas palabras de enseñanza, respeto, humildad y perseverancia.

SEGUNDOS PADRES:

A Reynaldo y Rosita por sus enseñanzas, dedicación, aliento y estímulo mismos que posibilitaron la conquista de esta meta.

DOCENTES:

A mis docentes quienes fortalecieron de conocimientos y experiencias durante el desarrollo de mi formación profesional y personal.

ASESOR:

Al Ing. David Díaz Garamendi por su valiosa asesoría, consejos y aportes brindados.

Así mismo agradecer a las canteras Admacon, Moviagregados y Piedra azul quienes brindaron todas las facilidades para concluir esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
SÍMBOLOS USADOS.....	xvii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
Capítulo I El problema.....	3
1.1. Identificación del problema.....	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos de la investigación	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación de la investigación.....	5
1.4.1. Justificación teórica.....	5
1.4.2. Justificación metodológica	6
1.4.3. Justificación práctica	6
1.5. Presuposición filosófica	6
1.6. Limitaciones y alcances de la investigación.....	7
1.6.1. Limitaciones de tiempo	8
1.6.2. Limitaciones de espacio o territorio	8
1.6.3. Alcances.....	8
Capítulo II Revisión de la literatura / Marco teórico	9

2.1.	Antecedentes	9
2.1.1.	Antecedentes nacionales.....	9
2.1.2.	Antecedentes internacionales	10
2.2.	Marco teórico	18
2.2.1.	Agregado grueso	18
2.2.2.	Origen	18
2.2.3.	Propiedades físicas del agregado grueso	20
2.2.4.	Funciones de agregado grueso en el concreto.....	28
2.2.5.	Cemento	28
2.2.6.	Agua.....	29
2.2.7.	Concreto	30
2.2.8.	Propiedades del concreto en estado fresco	30
2.2.9.	Propiedades del agregado en el concreto endurecido	32
2.2.10.	Propiedades del concreto endurecido	36
2.3.	Definición de términos	41
Capítulo III	Material y Métodos	44
3.1.	Descripción del lugar de ejecución.....	44
3.2.	Población y muestra	44
3.2.1.	Población.....	44
3.2.2.	Muestra	45
3.3.	Tipo y nivel de investigación	50
3.3.1.	Nivel de investigación.....	50
3.3.2.	Diseño de investigación.....	50
3.4.	Formulación de hipótesis	51
3.4.1.	Hipótesis general	51
3.4.2.	Hipótesis específicos.....	51
3.5.	Operacionalización de Variables	51

3.5.1.	Variable independiente.....	51
3.5.2.	Variable dependiente.....	52
3.6.	Diseño experimental o metodología.....	52
3.6.1.	Ensayos de extracción de especímenes de rocas con diamantina.....	52
3.6.2.	Procedencia de los agregados gruesos.....	53
3.6.3.	Análisis de los agregados gruesos para determinar el tipo de roca.....	54
3.6.4.	Ensayos de laboratorio en sus propiedades físicas.....	55
3.6.5.	Diseño de mezcla.....	65
3.6.6.	Materiales y equipos.....	70
3.6.7.	Instrumentos de recolección de datos, instrumentos y validación de instrumentos.....	71
3.6.8.	Plan de procesamiento de datos.....	72
3.6.9.	Técnicas de procesamiento de datos.....	74
3.6.10.	Presentación y análisis de los resultados.....	74
Capítulo IV	Resultados y discusiones.....	79
4.1.	Propiedades físicas del agregado grueso.....	79
4.1.1.	Análisis granulométrico.....	79
4.1.2.	Peso unitario.....	82
4.1.3.	Contenido de humedad.....	84
4.1.4.	Peso específico y absorción.....	85
4.1.5.	Forma de los agregados gruesos.....	87
4.1.6.	Resumen de las propiedades físicas de los agregados gruesos.....	88
4.2.	Propiedades mecánicas del agregado grueso.....	89
4.2.1.	Ensayo de compresión uniaxial de rocas.....	89
4.2.2.	Ensayo a tracción indirecta.....	90
4.3.	Agua.....	91
4.3.1.	Contenido de pH.....	91
4.3.2.	Diseño de mezcla.....	92

4.4.	Propiedades del concreto en estado fresco	94
4.4.1.	Asentamiento del concreto (Slump)	94
4.5.	Propiedades mecánicas del concreto endurecido.....	96
4.5.1.	Resistencia a compresión uniaxial del concreto	97
4.5.2.	Resistencia a tracción por compresión diametral.....	110
Capitulo V	Conclusiones y Recomendaciones.....	118
5.1.	Conclusiones	118
5.2.	Recomendaciones.....	122
	Referencias	123
	Anexos.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Propiedades físicas y mecánicas de las rocas	14
Tabla 2	Propiedades mecánicas de los tipos de rocas.....	14
Tabla 3	Propiedades mecánicas según tipo de roca de investigación	17
Tabla 4	Descripción de las formas del agregado grueso	21
Tabla 5	Influencia de la textura en la resistencia del concreto	22
Tabla 6	Características de la textura del agregado grueso	23
Tabla 7	Modulo de elasticidad según tipo de roca	24
Tabla 8	Peso unitario según tipo de roca.....	25
Tabla 9	Peso específico según tipo de roca	26
Tabla 10	Absorción de los tipos de rocas.....	27
Tabla 11	Porosidad según tipo de roca.....	27
Tabla 12	Tipos de cemento	29
Tabla 13	Volúmenes de los componentes del concreto	30
Tabla 14	Asentamiento según la consistencia del concreto.....	30
Tabla 15	Tolerancias de asentamientos en el concreto.....	31
Tabla 16	Efecto del agregado grueso en las propiedades del concreto en estado fresco.....	32
Tabla 17	Procedencia de los agregados a investigar	45
Tabla 18	Cantidad de muestra a intervenir en investigación	46
Tabla 19	Muestra del concreto endurecido para propiedades mecánicas	46
Tabla 20	Coordenadas de cantera Admacon	47
Tabla 21	Coordenadas de cantera Moviagregados	48
Tabla 22	Coordenadas de cantera Piedra azul.....	48
Tabla 23	Coordenadas de cantera Lima I, agregado fino	49
Tabla 24	Cantidad de muestra según tamaño máximo nominal para granulometría.....	56
Tabla 25	Requerimiento de muestra en peso según TMN.....	60
Tabla 26	Formato para determinar el contenido de humedad.....	60
Tabla 27	Diferentes capacidades de recipientes de medida según TMN.....	61
Tabla 28	Formato para análisis de peso unitario suelto y compactado	62
Tabla 29	Peso de muestra según tamaño máximo nominal	63
Tabla 30	Formato de análisis para determinar el peso específico.....	64
Tabla 31	Registro de resistencias según su resistencia a compresión requerida.....	65
Tabla 32	Resistencia a compresión requerida según la calidad de obra	65

Tabla 33	Porcentaje de aire atrapado	66
Tabla 34	Requisitos aproximados de agua de mezclado	66
Tabla 35	Relación agua/cemento en función a resistencia a compresión a los 28 días de curado	67
Tabla 36	Volumen de agregado grueso en función al módulo de finura del agregado fino	68
Tabla 37	Proporciones del diseño final de mezcla	69
Tabla 38	Cantidades de materiales para los diferentes diseños de mezcla	69
Tabla 39	Materiales para la investigación	70
Tabla 40	Herramientas y equipos para la investigación	71
Tabla 41	Formatos de ensayos para uso en investigación	72
Tabla 42	NTP y ASTM de los ensayos utilizados en investigación	72
Tabla 43	Técnicas e instrumentos para análisis e interpretación de datos	74
Tabla 44	Propiedades físicas de los agregados gruesos de los resultados esperados	76
Tabla 45	Propiedades mecánicas de los agregados gruesos de los resultados esperados.....	76
Tabla 46	Tamaño máximo nominal y módulo de finura de los tipos de agregados gruesos	79
Tabla 47	Análisis de peso unitario de los tipos de agregados gruesos.....	82
Tabla 48	Forma y textura de los tipos de agregados gruesos	87
Tabla 49	Resumen de las propiedades físicas del agregado grueso y fino.....	88
Tabla 50	Resistencia de compresión uniaxial de tipos de rocas	89
Tabla 51	Resistencia a tracción indirecta (Ensayo brasilero) según tipo de roca	90
Tabla 52	Determinación del contenido de pH.....	91
Tabla 53	Datos de las propiedades físicas del agregado patrón (cantera Unicon)	92
Tabla 54	Presentación del diseño de mezcla 210 kg/cm ²	93
Tabla 55	Presentación del diseño de mezcla 300 kg/cm ²	93
Tabla 56	Presentación del diseño de mezcla 400 kg/cm ²	93
Tabla 57	Resultados finales del diseño de mezcla del agregado patrón (Unicon)	93
Tabla 58	Asentamiento del concreto según tipo de agregado y diseño de mezcla.....	95
Tabla 59	Resumen de las propiedades mecánicas del concreto, el agregado y su influencia	96
Tabla 60	Resistencia a compresión uniaxial a 28 días.....	97
Tabla 61	Resultados de resistencia a compresión uniaxial de concreto y roca en MPa y kg/cm ²	108
Tabla 62	Influencia en % de resistencia a tracción por compresión diametral en el agregado patrón de Unicon	111
Tabla 63	Resultados de Resistencia a tracción por compresión diametral	115
Tabla 64	Análisis granulométrico del agregado grueso tipo Andesita y Riolita	128
Tabla 65	Análisis granulométrico del Agregado grueso tipo TH	129

Tabla 66	Análisis granulométrico del Agregado grueso tipo TC	130
Tabla 67	Análisis granulométrico del Agregado grueso tipo A.....	131
Tabla 68	Peso unitario suelto de agregado grueso tipo AR.....	132
Tabla 69	Peso unitario compactado de agregado grueso de AR.....	132
Tabla 70	Peso unitario suelto de agregado grueso de TH.....	133
Tabla 71	Peso unitario compactado de agregado grueso de TH	133
Tabla 72	Peso unitario suelto de agregado grueso de TC.....	134
Tabla 73	Peso unitario compactado de agregado grueso de TH	134
Tabla 74	Peso unitario suelto de agregado grueso de A	135
Tabla 75	Peso unitario compactado de agregado grueso de A	135
Tabla 76	Contenido de humedad del agregado AR.....	136
Tabla 77	Contenido de humedad de agregado TH	136
Tabla 78	Contenido de humedad de agregado TC	137
Tabla 79	Contenido de humedad de agregado A.....	137
Tabla 80	Peso específico y absorción de agregados AR	138
Tabla 81	Peso específico y absorción de agregados TH.....	138
Tabla 82	Peso específico y absorción de agregados TC.....	139
Tabla 83	Peso específico y absorción de agregados A	139
Tabla 84	Análisis granulométrico del agregado fino de tipo Granodiorita (G)	140
Tabla 85	Peso unitario suelto del agregado fino tipo granodiorita	141
Tabla 86	Peso unitario compactado del agregado fino tipo granodiorita.....	141
Tabla 87	Contenido de humedad del agregado fino tipo granodiorita	142
Tabla 88	Peso específico y absorción del agregado fino tipo granodiorita.....	142
Tabla 89	Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso tipo andesita y riolita	143
Tabla 90	Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso tipo tonalita hornblendita	144
Tabla 91	Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso tipo tonalita cuarcífera	145
Tabla 92	Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso tipo andesita ...	146
Tabla 93	Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción	148
Tabla 93	Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción	153
Tabla 93	Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción	158
Tabla 94	Resistencia a compresión uniaxial del concreto endurecido con tipo agregado AR	189

Tabla 95 Resistencia a compresión uniaxial del concreto endurecido con tipo agregado grueso TH	190
Tabla 96 Resistencia a compresión uniaxial del concreto endurecido con tipos de agregados TC	191
Tabla 97 Resistencia a compresión uniaxial del concreto endurecido con tipos de agregados A	192
Tabla 98 Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto endurecido con tipos de agregados RA	193
Tabla 99 Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto endurecido con tipo de agregado grueso TH	194
Tabla 100 Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto endurecido con agregado grueso tipo TC.....	195
Tabla 101 Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto endurecido con agregado grueso tipo A.....	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La Resistencia a compresión de rocas y hormigones de 28 días.	15
Figura 2. Relación entre resistencia a compresión de rocas y concreto	16
Figura 3. Formas típicas del agregado grueso	21
Figura 4. Extracción de testigo de roca con diamantina	44
Figura 5. Ubicación de cantera Admacon	47
Figura 6. Ubicación de cantera Moviagregados	48
Figura 7. Ubicación de cantera Piedra azul	49
Figura 8. Ubicación de cantera Lima I	50
Figura 9. Proceso de extracción de probetas de rocas mediante diamantina	52
Figura 10. Extracción de testigo de roca para resistencia a compresión y tracción indirecta	53
Figura 11. Toma de muestras de agregado grueso y fino de las cuatro canteras	54
Figura 12. Georreferenciado de la geología de la cantera Admacon	55
Figura 13. Diagrama de flujo de investigación	73
Figura 14. Relación de resistencia a compresión de los agregados gruesos y el concreto en diferentes tiempos de curado	77
Figura 15. Relación resistencia a compresión de los agregados gruesos y el concreto endurecido	77
Figura 16. Relación de la resistencia a compresión del concreto según el tipo de roca y concreto	78
Figura 17. Relación de resistencia a tracción indirecta según el tipo de roca	78
Figura 18. Curva granulométrica de agregado grueso tipo Andesita y Riolita	79
Figura 19. Curva granulométrica de agregado grueso tipo Tonalita Hornblendita	80
Figura 20. Análisis granulométrico del agregado grueso tipo Tonalita Cuarcifera	81
Figura 21. Análisis granulométrico del Agregado grueso tipo Tonalita Andesita	81
Figura 22. Peso unitario suelto y compactado de los tipos de agregados gruesos	83
Figura 23. Contenido de humedad y porcentaje de Absorción	84
Figura 24. Peso específico de los tipos de agregado grueso	86
Figura 25. Resistencia a compresión uniaxial de la roca según tipo de roca	89
Figura 26. Resistencia a tracción indirecta de la roca según tipo de roca	90
Figura 27. Contenido del pH de agua para el concreto.....	91
Figura 28. Dosificación para diferentes diseños de mezclas	94
Figura 29. Asentamiento del concreto para diferentes tipos de agregados gruesos según diseño de mezcla	95

Figura 30. Relación de resistencia a compresión uniaxial del concreto, RCUC (kg/cm ²) con el tipo de agregado grueso	98
Figura 31. Relación de resistencia a compresión uniaxial y edad de maduración de 7 y 28 días en un diseño de 210 kg/cm ²	99
Figura 32. Relación de resistencia a compresión uniaxial y edad de maduración de 7 y 28 días en un diseño de 300 kg/cm ²	100
Figura 33. Relación de resistencia a compresión uniaxial y edad de maduración de 7 y 28 días en un diseño de 400 kg/cm ²	101
Figura 34. Relación de RCUC y peso unitario compactado del agregado grueso	102
Figura 35. Relación de resistencia a compresión del concreto y porcentaje de humedad de los agregados gruesos.....	103
Figura 36. Relación de resistencia a compresión del concreto y peso específico para diseño 210 kg/cm ²	104
Figura 37. Relación de resistencia a compresión del concreto y peso específico para diseño 300 kg/cm ²	105
Figura 38. Relación de resistencia a compresión del concreto y peso específico para diseño 400 kg/cm ²	106
Figura 39. Relación de resistencia a compresión del concreto y porcentaje de absorción	107
Figura 40. Relación de la resistencia a compresión uniaxial del concreto y los agregados gruesos	108
Figura 41. Relación de la resistencia a compresión uniaxial de los agregados y la resistencia a compresión uniaxial del concreto	110
Figura 42. Relación de la resistencia a tracción por compresión diametral y tipo de agregado	112
Figura 43. Relación de la resistencia a tracción por compresión diametral y porcentaje de absorción....	113
Figura 44. Relación de la resistencia a tracción por compresión diametral y peso específico de los agregados gruesos.....	113
Figura 45. Relación de la resistencia a tracción por compresión diametral y porcentaje de humedad de los agregados gruesos.....	114
Figura 46. Relación de la resistencia a tracción indirecta de los agregados gruesos y el concreto en diferentes diseños de mezcla	116
Figura 47. Resistencia a tracción indirecta del agregado grueso versus resistencia a tracción por compresión diametral del concreto.....	116
Figura 48. Curva Granulométrica del agregado fino tipo Granodiorita (G)	141

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Plano de ubicación de las canteras.....	125
ANEXO B. Propiedades físicas del agregado grueso.....	128
ANEXO C. Propiedades físicas del agregado fino.....	140
ANEXO D. Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso	143
ANEXO E. Diseño de mezcla.....	147
ANEXO F. Panel fotográfico de la investigación	163
ANEXO G. Informe de análisis de rocas	172
ANEXO H. Propiedades mecánicas de los tipos de agregados	183
ANEXO I. Resistencia a compresión uniaxial del concreto elaborado con diferentes agregados gruesos	189
ANEXO J. Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto, elaborado con diferentes agregados gruesos.....	193
ANEXO K. Propiedades mecánicas del concreto endurecido (RCU y RTCD).....	197
ANEXO L. Carta de aceptación de las canteras a investigar.....	233

SÍMBOLOS USADOS

RCUr:	Resistencia a Compresión Uniaxial de Roca
RTIr:	Resistencia a Tracción Indirecta de Roca
RCUc:	Resistencia a Compresión Uniaxial del Concreto
RTCD:	Resistencia a Tracción por Compresión Diametral
TH:	Tonalita Hornblendita
TC:	Tonalita Cuarcífera
AR:	Andesita y Riolita
A:	Andesita
ASTM:	Asociación Americana de Ensayo de Materiales.
NTP:	Norma Técnica Peruana
BS:	Estándares Británicos
ITZ:	Zona de Transición Interfacial

RESUMEN

El objetivo de esta investigación consistió en estimar la influencia del agregado grueso según su formación geológica en las propiedades mecánicas del concreto de la zona este de Lima. Tomando tres tipos de agregados como son Tonalita Hornblendita (TH), Tonalita Cuarcífera (TC) y Andesita (A), estas fueron extraídas en forma de probetas con diamantina para luego ser sometidas a resistencia de compresión uniaxial y tracción indirecta. Para demostrar dicha influencia se realizaron diseños de mezcla patrón para $f'c = 210, 300$ y 400 kg/cm^2 , determinando las propiedades físicas de los agregados gruesos de cantera Unicon y agregado fino de la cantera Lima I. Cada tanda de mezcla se hizo para 9 briquetas más una prueba de Asentamiento. Las proporciones de cada diseño se consideraron igual para los tres tipos de agregado gruesos. Los resultados de las propiedades físicas de los tres tipos de agregados TC y TH no estaban bien gradadas, tenían exceso de partículas en el tamiz $3/8''$ y A esta dentro de los límites de huso 67, así también se ha determinado que el agregado grueso tipo TC tiene menor peso específico y mayor contenido de humedad de 2.64 gr/cm^3 y 3.48% . En las propiedades mecánicas de las rocas se determinó que tiene una influencia promedio de 7.94% en los tres tipos de rocas en relación de la resistencia a tracción indirecta y resistencia a compresión uniaxial. Conociendo estas propiedades mencionadas líneas anteriores se determinó la resistencia a compresión uniaxial y tracción indirecta del concreto donde se puede concluir, que mientras más sea el $f'c$, mayor intervención tiene los agregados gruesos RCU ($f'c = 210, 300$ y 400 kg/cm^2) su influencia del agregado grueso TC en el concreto ($10.71, 17.44$ y 19.88%) y para RTI se tiene una influencia ($13.37, 14.57$ y 16.94%)

Palabras clave: Agregado Grueso, Resistencia a Compresión Uniaxial, Resistencia a Tracción Indirecta, Formación Geológica, Propiedades Físicas

ABSTRACT

The objective of this research is to estimate the influence of the coarse aggregate according to its geological formation on the mechanical properties of the concrete in the eastern part of Lima. Taking three types of aggregates such as Tonalita Hornblendita (TH), Tonalita Cuarcífera (TC) and Andesite (A), these were extracted in the form of probes with diamond to later be sometimes a resistance of uniaxial understanding and indirect traction. To demonstrate this influence, standard mix designs were created for $f'c = 210, 300$ and 400 kg / cm^2 , determining the physical properties of the thick aggregates of Unicon quarry and fine aggregate of the Lima I quarry. Each batch of mixing was made for 9 briquettes plus a settlement test. The proportions of each design will be considered equal for all three types of coarse aggregates. The results of the physical properties of the three types of aggregates TC and TH are not well graded, they have excess in the sieve 3/8" and A is within the limits of the spindle 67, so it has also been determined that the coarse aggregate type TC has a lower specific weight and a higher moisture content of 2.64 gr / cm^3 and 3.48%. In the mechanical properties of the rocks it was determined that it has an influence of 7.94% in the three types of rocks in relation to the indirect tensile strength and resistance to uniaxial compression. Knowing these properties mentioned above lines, the uniaxial compression resistance and indirect tensile strength of the concrete were determined where it can be concluded that the more the $f'c$, the greater the intervention has the thick aggregates RCU ($f'c = 210, 300$ and 400 kg / cm^2) its influence of the thick aggregate TC in concrete (10.71, 17.44 and 19.88%) and for RTI there is an influence (13.37, 14.57 and 16.94%)

Keywords: Thick Aggregate, Resistance to Uniaxial Understanding, Indirect Tensile Strength, Geological Formation, Physical Properties

Capítulo I El problema

1.1. Identificación del problema

Hoy en día se realiza diversas construcciones civiles en la zona Este de Lima utilizando agregados de diferentes canteras. Sin embargo, los constructores que adquieren dicho material lo utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de fabricar el concreto. Ya que al no conocer las propiedades físicas y mecánicas de sus componentes no podemos saber si este alcanzará la resistencia esperada.

De igual manera otro problema al momento de fabricar concreto es que utilizan cantidades asumidas a través de la experiencia del constructor. Sin embargo, si nos enfocamos en el campo de la dosificación sabremos que, al momento de calcularla, esta varía en las diferentes canteras debido que las propiedades de los materiales no van a ser las mismas.

Al no realizarse la investigación aquí planteada habría un alto grado de incertidumbre al momento de preparar concreto debido a que se desconocería la calidad de los agregados que lo conforman. Por ende, no habría fiabilidad al momento de querer obtener la resistencia requerida.

Los agregados gruesos conforman gran parte del volumen final del concreto. Al resultar estos de baja calidad en primera instancia el concreto resultaría de baja resistencia, lo cual a futuro puede ocasionar daños irreparables en las estructuras en que haya sido utilizado.

La calidad de un concreto es un factor determinante de la seguridad de una estructura. Pero esta no se obtiene únicamente con un correcto diseño de mezcla para una obra, un eficiente mezclado y colocación. Porque aun cumpliendo con estos, los resultados de laboratorio muestran variaciones considerables en la resistencia de un concreto hecho bajo un mismo diseño. No se han

investigado aun las causas de estas variaciones en la resistencia del concreto diseñado para las obras. Pero si se considera que los agregados constituyen el 70% al 80% en volumen de este. Se puede deducir que las variaciones de calidad en el tiempo de estos, afectan en gran medida las propiedades finales del concreto. Por lo tanto, es necesario hacer un estudio de las principales canteras que se explotan en nuestro medio. Abarcando las canteras más importantes de la zona Este de Lima, tomando en cuenta las normas ASTM, y las NTP correspondientes.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de los agregados gruesos según su formación geológica en la resistencia mecánica del concreto de las canteras de la zona Este de Lima en el año 2019?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la influencia de las propiedades mecánicas de agregados gruesos según su formación geológica de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019?

¿Cuál es la influencia de las propiedades físicas de los agregados gruesos según su formación geológica de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019?

¿Cuál es la influencia en las propiedades del concreto en estado fresco de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019?

¿Cuál es la influencia en las propiedades mecánicas del concreto endurecido de las canteras de la zona Este de Lima en el año 2019?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los agregados gruesos según su formación geológica en la resistencia mecánica del concreto de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar las propiedades mecánicas de los agregados gruesos según su formación geológica de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019

Determinar las propiedades físicas de los agregados gruesos según su formación geológica de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019

Determinar la influencia las propiedades del concreto en estado fresco de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019

Determinar la influencia en las propiedades mecánicas del concreto endurecido de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

La investigación propuesta busca, mediante ensayos de las propiedades físicas de los agregados gruesos y ensayos en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido en el laboratorio de tecnología de concreto. Determinar la influencia de los agregados gruesos según su formación geológica en la resistencia mecánica en el concreto de las canteras de zona Este de Lima

en el año 2019. Esto permitirá comparar y contrastar la calidad de los agregados según norma técnica peruana en zona Este de Lima

1.4.2. Justificación metodológica

Para lograr el cumplimiento de los objetivos de estudio, se acude al empleo de parámetros según NTP como instrumentos para analizar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados gruesos, concreto en estado fresco y concretos endurecidos. A través de esta aplicación con tablas de ensayos y procesamiento en hoja de cálculo Excel. Se busca identificar que cantera produce el agregado grueso de calidad de la zona Este de Lima.

1.4.3. Justificación práctica

Con esta investigación se pretende poner en práctica los conocimientos adquiridos en tecnología de materiales y concreto. A la vez contribuir en brindar información veraz sobre la calidad de agregados gruesos para optimizar las construcciones en la zona Este de Lima.

1.5. Presuposición filosófica

Comentario histórico de la piedra angular. “Cuando se levantó el templo de Salomón, las inmensas piedras usadas para los muros y el fundamento habían sido preparadas por completo en la cantera. De allí se las traía al lugar de la edificación, y no había necesidad de usar herramientas con ellas; lo único que tenían que hacer los obreros era colocarlas en su lugar. Se había traído una piedra de un tamaño poco común y de una forma peculiar para ser usada en el fundamento; pero los obreros no podían encontrar lugar para ella, y no querían aceptarla. Era una molestia para ellos mientras quedaba abandonada en el camino. Por mucho tiempo, permaneció rechazada. Pero cuando los edificadores llegaron al fundamento de la esquina, buscaron mucho tiempo una piedra de suficiente tamaño y fortaleza, y de la forma apropiada para ocupar ese lugar y soportar el gran

peso que había de descansar sobre ella. Si hubiesen escogido erróneamente la piedra de ese lugar, hubiera estado en peligro todo el edificio. Debían encontrar una piedra capaz de resistir la influencia del sol, de las heladas y la tempestad. Se habían escogido diversas piedras en diferentes oportunidades, pero habían quedado desmenuzadas bajo la presión del inmenso peso. Otras no podían soportar el efecto de los bruscos cambios atmosféricos. Pero al fin la atención de los edificadores se dirigió a la piedra por tanto tiempo rechazada. Había quedado expuesta al aire, al sol y a la tormenta, sin revelar la más leve rajadura. Los edificadores la examinaron. Había soportado todas las pruebas menos una. Si podía soportar la prueba de una gran presión, la aceptarían como piedra de esquina. Se hizo la prueba. La piedra fue aceptada, se la llevó a la posición asignada y se encontró que ocupaba exactamente el lugar” (G de White, El deseado de toda la gente, 1898, p. 548)

Cristo: cabeza del ángulo. “La piedra que los edificadores desecharon ha venido a ser la cabeza del ángulo”. ¿Hemos aceptado todos nosotros a Cristo como nuestra justicia? ¿Ha sido él colocado como la honorable piedra del ángulo? ¿Han sido ejemplificadas en nuestra vida sus lecciones de misericordia, justicia y amor a Dios? (G de White, Testimonios para Ministros, 1900).

1.6. Limitaciones y alcances de la investigación

Las limitaciones en esta investigación están determinadas por la falta de conocimientos en datos muy importantes acerca de las propiedades físicas y mecánicas según su formación geológica en los agregados gruesos. Teniendo en cuenta que no se puede conocer los efectos que estas propiedades puedan causar sobre el concreto. Estos ensayos no es posible realizarlos por la insuficiencia de equipos de laboratorio y el alto costo que implica la elaboración de ensayos mineralógicos y petrográficos.

1.6.1. Limitaciones de tiempo

El objeto de la investigación tomo como punto de partida el mes de noviembre del dos mil dieciocho a diciembre del dos mil diecinueve, periodo permitió establecer los objetivos planteados

1.6.2. Limitaciones de espacio o territorio

Esta investigación analizó tres canteras que suministran material pétreo (agregado grueso), cantera Admacon, Moviagregados y cantera Piedra azul, abarcando los distritos de Lurigancho Chosica, Ate y Cieneguilla que pertenecen a la zona Este de la provincia de Lima, departamento de Lima, Perú. Georreferenciado con el software Geocatmin que cada cantera tenga diferente formación geológica, para luego ser analizadas cada partícula de agregado grueso con el método de cuantificación de minerales visibles y diagrama de Streckeisen.

1.6.3. Alcances

En el presente trabajo de investigación se alcanzará a analizar las propiedades físicas, mecánicas de los agregados gruesos según su formación geológica de la zona Este de Lima. Estableciendo así un análisis comparativo entre ellos. Determinando si estos se mantienen dentro de los límites permisibles determinados por la N.T.P. (Norma Técnica Peruana). Así como la influencia de las variaciones de estos índices de calidad y proponer a nivel de diagnóstico, las causas y los efectos que estos pueden generar en la resistencia a compresión y tracción del concreto.

Capítulo II Revisión de la literatura / Marco teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Los agregados gruesos, de rocas madre como andesita y diorita son excelentes materiales. Su granulometría y su tamaño máximo son variables que influyen en la segregación. Los agregados de la cantera del rio, en cuanto a su formación geológica presentan un mismo origen y propiedades, como forma canto rodado y textura superficial lisa. Pero en general estas están mal gradadas (Chamorro, 2008)

La capacidad de adherencia entre la pasta y el agregado está influenciada por la textura superficial, forma, composición mineral, tamaño y limpieza del agregado. La textura superficial favorece más al agregado grueso que el fino. Para un mismo contenido de pasta, el empleo de agregado de perfil redondeado tiene a disminuir la consistencia. Los agregados secos o altamente porosos pueden disminuir la consistencia, haciendo la mezcla seca, por la reducción en la cantidad de agua disponible para la mezcla. Así mismo afirma que la textura superficial del agregado influye en la resistencia del concreto endurecido por adherencia con la pasta, es así que para texturas ásperas se obtiene mejores resistencias que para texturas suaves. (López, 2000)

La mayor adherencia mecánica de las partículas de perfil angular, el agregado grueso produce resistencia mayor que la grava redondeada. La angularidad acentuada deberá ser evitada por requerir altos contenidos de agua y presentar reducciones en la trabajabilidad. No obstante, recomiendan el uso de agregado grueso angular, pues producen resistencias más altas que agregados redondeados, la razón principal de esto es la adherencia mecánica que puede ser desarrollada con partículas angulares. Sin embargo, partículas muy anguladas causan disminución

de la trabajabilidad. El agregado ideal debe ser limpio, de formas cúbicas y angulado, 100% chancado con un mínimo contenido de partículas planas y alargadas. Por tanto, para concretos de alta resistencia, se considera que el agregado ideal debe ser 100% agregado chancado de perfil angular y textura rugosa, limpio, duro, resistente, poco absorbente, de preferencia con el menor porcentaje de partículas chatas o elongadas. según (Portugal, 2010)

No siempre a mayor cantidad de cemento mayor resistencia, ya que hay características de los agregados pétreos que hacen que las partículas de cemento las compacte mejor, también se pudo concluir que la relación agua cemento nos determina el asentamiento del concreto o la manejabilidad de la mezcla. Cabe también mencionar que la resistencia a la flexión y compresión está relacionada con el tamaño del agregado y la relación del cemento con el agregado. (Olarte Buleje, 2017)

2.1.2. Antecedentes internacionales

Las gradaciones del agregado esta es quizás la característica general más importante del agregado. La gradación y el tamaño máximo de los agregados afectan las proporciones relativas de fino a grueso, así como los requisitos de cemento y agua, trabajabilidad, porosidad y contracción del concreto. Las variaciones en la gradación pueden afectar seriamente la uniformidad del concreto de un lote a otro. En general, los agregados que no tienen una gran deficiencia o exceso de cualquier tamaño y dan una curva de calificación suave, producen los resultados más satisfactorios porque se obtiene la densidad máxima, es decir, vacíos mínimos (Fookes, P.G, 2015)

Las gradaciones de los agregados, ya sean agregados gruesos o agregados finos, que no cumplen con las especificaciones tienen una amplia gama de impactos en varias propiedades del concreto, dependiendo de una serie de factores. El impacto en las propiedades del concreto va

desde la nada. Significativo en ciertas propiedades como resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, densidad y otros a significativos en otras propiedades seleccionadas tales como resistencia a la tracción y permeabilidad a los iones cloruro entre otros. El impacto específico de una gradación del agregado fallida no solo depende de si los agregados fallan en el grosor o en el lado más fino de la gradación, pero también en la medida de la falla fuera de los límites de gradación aceptables. Además, el impacto de una gradación fallida en el concreto es muy exclusiva de las propiedades específicas del concreto. Además, que el fracaso de la gradación de agregados gruesos de particular importancia es la observación de que incluso cuando las gradaciones de los agregados varían dentro de los límites especificados permitidos de las graduaciones, algunas propiedades del concreto tales como resistencia a la tracción la permeabilidad del ion cloruro se ve afectada significativamente, mientras que otras propiedades del concreto tales como la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad no están influenciados. (Prasada Rao & Harish, 2013)

La forma y textura superficial de las partículas de un agregado influyen en las propiedades del concreto fresco más que en el concreto endurecido. Las partículas con textura áspera, angulares o alongadas requieren más agua para producir un concreto trabajable que agregados lisos, redondeados y compactos. Además, las partículas de agregados angulares requieren más cemento para mantener la misma relación agua/cemento. Sin embargo, con la granulometría satisfactoria, tanto los agregados triturados como los no triturados (de un mismo tipo de roca), generalmente, producen concretos con la misma resistencia, si se mantiene el contenido de cemento” (Scanferla, LJ, 2010)

La gravedad específica de un agregado es la relación entre su peso y el peso de un volumen igual de agua. Se utiliza en ciertos cálculos para el diseño y control de mezclas, como el volumen

absoluto ocupado por el agregado. La mayoría de los agregados de peso normal en uso común tienen gravedad específica que varía entre 2.4 y 2.9 gr/cm³. En los cálculos concretos, generalmente se utiliza la gravedad específica de los agregados secos de superficie saturada. En esta condición, se considera que todos los poros de cada partícula del agregado están llenos de humedad, pero sin exceso de humedad en la superficie de la partícula, es decir, seco en superficie saturada. (Fookes, P.G, 2015, p. 216)

La resistencia y la elasticidad del agregado dependen de su composición, textura y estructura, por lo que una resistencia baja puede deberse a la debilidad de los granos constituyentes o los granos pueden ser fuertes, pero no lo suficientemente bien unidos o cementados entre sí. En algunos casos, las etapas tempranas de la meteorización pueden haber debilitado la buena adherencia original o el cemento de los granos originalmente fuertes. Aunque la resistencia inadecuada del agregado representa un caso limitante, las otras propiedades de los agregados tienen cierta influencia sobre la resistencia del concreto. Si se hace una comparación de concretos con diferentes agregados se puede ver que la influencia del agregado sobre la resistencia del concreto es cualitativamente cualquiera que sea la proporción de la mezcla, y la misma, independientemente de si el concreto es probado en compresión o en tensión. Es probable que esta influencia del tipo de agregado en la resistencia del concreto se deba no solo a la resistencia mecánica del agregado, sino también en gran medida a sus características de absorción y adhesión con la pasta de cemento. El módulo de elasticidad del agregado afecta la magnitud de la deformación y la contracción que puede realizar el concreto. (Fookes, P.G, 2015, p. 217)

El tipo agregado tiene efecto sobre la resistencia a la compresión del concreto normal. La mayor resistencia a la compresión se logró a partir del concreto que contiene cuarcita triturada, seguido por el concreto que contiene grava del río. El concreto que contiene granito triturado

muestra el menor desarrollo de resistencia en todas las edades. El modelo polinomial lineal en función de la edad en el curado es adecuado para tener en cuenta la variabilidad en los datos de resistencia a la compresión. Se sugiere que el agregado de cuarcita triturada se puede emplear para trabajos de concreto en lugares donde los profesionales del concreto tienen una variedad de opciones disponibles. (Abdullahi. M, 2012).

Afirma que la adherencia mecánica que permite la unión a escala macroscópica depende del estado superficial de los agregados. Es mayor cuanto más rugosa es la superficie y así, los agregados triturados proporcionan la mayor adherencia y resistencia del concreto, siendo, por tanto, empleados en pavimentos de aeropuertos y carreteras. (Fernández Cánovas, 2005)

La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y químicas de ellos. Este trabajo tiene como objetivo estudiar la variabilidad de las características físico-mecánicas de los agregados que se producen en la formación geológica Tolu Viejo (Sucre) y definir un marco de comportamiento (confiabilidad estadística) entre variables físico-mecánicas de estos agregados y su influencia en las características del concreto que se produce en el departamento de Sucre. (Bracamonte , 2013, p. 429)

Este estudio muestra que existen relaciones significativas entre las propiedades físico mecánicas de los agregados gruesos y la resistencia de los concretos. La resistencia a compresión del concreto (CSc) y la resistencia a compresión de la roca CSr se presentan en las Tabla 1 y 2. La CSc generalmente aumenta con el aumento de la CSr

Tabla 1
Propiedades físicas y mecánicas de las rocas

Propiedades	B	D1	D2	A	T1	T2	T3	T4	T5
UW_r (KN/m ³)	26.40	25.39	25.40	19.32	19.83	17.08	15.51	14.45	13.30
n_r (%)	2.29	3.13	2.71	14.48	13.89	20.74	25.79	33.24	34.43
UPV_r (km/seg)	4.30	4.34	4.32	2.94	2.75	1.92	2.21	2.22	1.30
CS_r (Mpa)	123.3	109.5	91.40	69.2	59.90	32.8	26.1	16.8	7.8
E_r (GPa)	14.15	13.62	13.19	7.39	7.82	3.64	3.84	3.52	1.72

Fuente. Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)

Nota. B basalto; D1 dolorita de alta resistencia; D2 dolorita de baja resistencia; A andesita; T1 toba andesítica; T2 y T3 toba dacíticas; T4 ignimbrita; T5 toba riolítico

Nota. UW_r (KN/m³) Peso unitario de la roca; n_r (%) porosidad; UPV_r (km/seg) velocidad de pulso ultrasónico; CS_r (Mpa) resistencia a compresión de la roca; E_r (GPa) módulo de Young de la roca

Tabla 2
Propiedades mecánicas de los tipos de rocas

Propiedades	Edad	B	D1	D2	A	T1	T2	T3	T4	T5
CS_C (MPa)	3	26.4	25.6	25.9	24.5	21.7	19.0	19.4	19.9	17.2
	7	31.8	30.8	29.3	29.9	27.0	23.5	25.4	24.1	20.3
	14	37.2	35.4	34.9	34.4	34.7	26.5	28.5	25.9	22.5
	28	42.5	43.0	41.6	38.5	36.4	33.4	35.3	30.7	24.4
(GPa)	28	8.95	8.58	8.57	7.92	8.28	7.40	7.23	6.37	5.36
UPV_C (Km/S)	28	4.35	4.38	4.29	3.75	3.93	3.54	3.69	3.66	3.56
UW_C (KN/m ³)	28	22.3	21.9	21.8	19.6	19.3	19.1	18.6	18.1	18.0

Fuente. Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)

Nota. Se determinaron los valores de CS de los hormigones después de 3, 7, 14 y 28 días de madurez, y el módulo de Young (E_c), la velocidad del pulso ultrasónico (UPV_c) y el peso unitario seco (UW_c) a los 28 días.

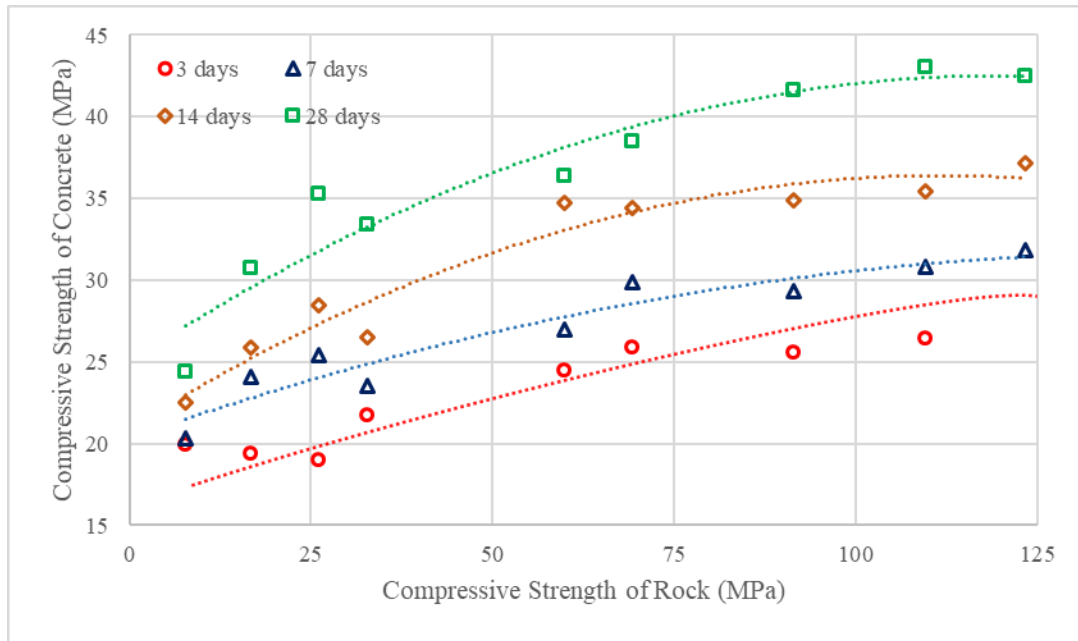


Figura 1. Relación entre CS de rocas y CS de hormigones para diferentes tiempos de curado

Nota. B basalto; D1 dolorita de alta resistencia; D2 dolorita de baja resistencia; A andesita; T1 toba andesítica; T2 y T3 toba dacíticas; T4 ignimbrita; T5 toba riolítico

Nota. UW_r (KN/m³) Peso unitario de la roca; n_r (%) porosidad; UPV_r (km/seg) velocidad de pulso ultrasónico; CS_r (Mpa) resistencia a compresión de la roca; E_r (GPa) módulo de Young de la roca

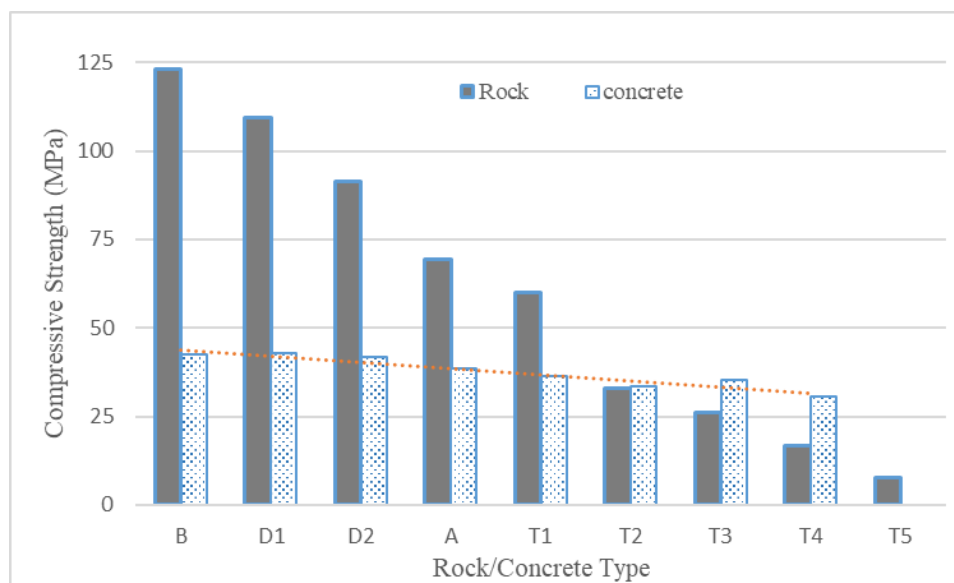


Figura 1. La Resistencia a compresión de rocas y hormigones de 28 días.

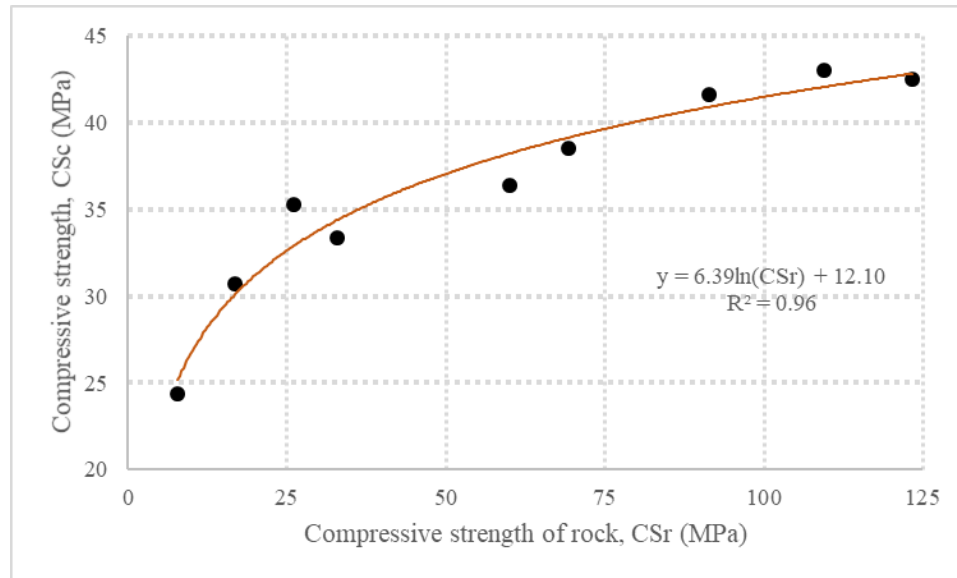


Figura 2. *Relación entre resistencia a compresión de rocas y concreto*

En la Tabla 3 se muestran las Resistencia a compresión uniaxial y tracción indirecta de las rocas y del concreto de los tipos de agregados gruesos estudiados en esta investigación.

Tabla 3
Propiedades mecánicas según tipo de roca de investigación

Roca	Propiedades mecánicas				Autores
	RCUr (MPa)	RTIr (MPa)	RCUc	RTIc	
Andesita	169.2	15.47	38.5	4.23	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	210 - 320	....	....	....	Attewell, P.B; Farmer, (2012)
	104	.....	...	....	Ismail Dincer; Altay Acar, (2004), p. 144
	2100 – 3200 (kp/cm ²)	70 (kp/cm ²)	....	....	Gonzales de Vallejo, et al, (2002) p. 130
	245	23.91	53.26	5.96	Eial Salinas, (2018), p. 20
	40 – 320	5 - 11			Pedro Ramirez; Leandro Alejano, (2004), p. 65
Tonalitas	91.4	7.23	41.6	4.58	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	180 – 250	....	....	....	Attewell, P.B; Farmer, (2012)
	1800 – 2450 (kp/cm ²)	80 -300 (kp/cm ²)	....	....	Gonzales de Vallejo, et al, (2002) p. 130
	106.3	9.96	23.38	2.55	Ismail Dincer; Altay Acar, (2004), p. 144)
	184	17.91	35.56	3.89	Eial Salinas, (2018), p. 21
	150 – 200	5 - 8			Pedro Ramirez; Leandro Alejano, (2004), p. 65
Granodiorita	194	18.07	36.4	4.01	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	170 - 320	....	....	....	Attewell, P.B; Farmer, (2012)
	112.70	....	....	....	Ismail Dincer; Altay Acar, (2004), p. 144)
	196	18.56	43.19	5.86	Eial Salinas, (2018), p. 20)
	120 - 280	4 - 7	....	....	Pedro Ramirez; Leandro Alejano, (2004), p. 65

Fuente. Elaboración propia

2.2. Marco teórico

2.2.1. Agregado grueso

Son agregados predominantemente retenidos en un tamiz No. 4 (4.75 mm) se clasifican como agregado grueso. Generalmente, el tamaño del agregado grueso varía de 5 a 150 mm. Para el concreto normal utilizado para los miembros estructurales, como vigas y columnas, el tamaño máximo del agregado grueso es de aproximadamente 25 mm. Para el concreto en masa utilizado para represas o cimientos profundos, el tamaño máximo puede ser de hasta 150 mm.

2.2.2. Origen

Casi todos los agregados naturales provienen de rocas de lecho. Hay tres tipos de rocas, ígneas, sedimentarias y metamórficas. Estas clasificaciones se basan en el modo de formación de las rocas. Cabe recordar que las rocas ígneas están formadas por el enfriamiento de magma fundido o lava en la superficie de la cresta o en lo profundo debajo de la cresta. Las rocas sedimentarias se forman originalmente debajo del lecho marino y posteriormente levantado. Las rocas metamórficas son originalmente rocas ígneas o sedimentarias que posteriormente se metamorfosea debido al calor y la presión. La fabricación de concreto las propiedades del agregado están influenciadas en cierta medida sobre la base de la formación geológica de las rocas progenitoras junto con los procesos posteriores de meteorización y alteración. (M.S. Shetty, 2005, p 67)

2.2.2.1. *Agregados de rocas ígneas*

La mayoría de las rocas ígneas producen agregados de concreto altamente satisfactorios porque son normalmente dura y densa. Las rocas ígneas tienen una estructura masiva, totalmente cristalina o totalmente vítreo o en combinación, dependiendo de la velocidad a la que se enfría durante la formación. Pueden ser ácidos o básicos dependiendo del porcentaje de sílice. Pueden

aparecer de color claro u oscuro. Las rocas ígneas como clase son la mayoría de los agregados de concreto químicamente activos y muestran una tendencia a reaccionar con los álcalis en cemento. Como la roca ígnea es más extendido del tipo de rocas en la faz de la tierra, la mayor parte de los agregados de concreto, que se derivan, son de origen ígneo. (M.S. Shetty, 2005, p 68)

2.2.2.2. *Agregados de rocas sedimentarias*

Las rocas ígneas o metamórficas están sujetas a agentes meteorológicos como el sol, lluvia y viento estas agencias de meteorización se descomponen, fragman, transportan y depositan las partículas de roca, muy por debajo del lecho oceánico, donde son cementadas juntas por algunos de los materiales de cementación. Los materiales de cementación pueden ser carbonosos, silíceos o arcilloso en la naturaleza. Al mismo tiempo se somete el material depositado y cementado a la presión estática del agua y se convierte en capa compacta de roca sedimentaria. La deposición, cementación y consolidación se realiza capa por capa debajo del fondo del océano. Estas formaciones rocosas sedimentarias posteriormente se levantan y se convierten en continente. Las calidades de los agregados derivados de rocas sedimentarias varían en calidad dependiendo del material de cementación y la presión bajo la cual estos las rocas son originalmente compactadas. (M.S. Shetty, 2005, p 68)

2.2.2.3. *Agregados de rocas metamórficas*

Tanto las rocas ígneas como las sedimentarias pueden estar sometidas a altas temperaturas y presión que causa metamorfismo que cambia la estructura y textura de las rocas. Las rocas metamórficas muestran estructura foliada. El grosor de esta foliación puede variar de unos pocos centímetros a muchos metros. Si el grosor de esta foliación es menor, entonces el agregado

individual puede exhibir una foliación que no es una característica deseable en conjunto. (M.S. Shetty, 2005, p. 68)

2.2.3. Propiedades físicas del agregado grueso

2.2.3.1. *Tamaño*

El mayor tamaño máximo de agregado posible para manejar bajo un conjunto dado de se deben utilizar condiciones. Quizás, el tamaño de 80 mm es el tamaño máximo que podría ser

convenientemente utilizado para la fabricación de concreto. Usar el tamaño máximo más grande posible resultará en reducción del contenido de cemento, reducción del requerimiento de agua y reducción del secado contracción. Sin embargo, el tamaño máximo del agregado que se puede usar en cualquier condición dada puede estar limitado por las siguientes condiciones como espesor de la sección, separación del refuerzo, cubierta transparente y técnicas de mezcla, manipulación y colocación. (M.S. Shetty, 2005, p. 69)

2.2.3.2. *Forma*

La forma del agregado afecta la trabajabilidad del concreto debido a las diferencias en el área de superficie causadas por diferentes formas. Se requiere una pasta suficiente para recubrir el agregado para proporcionar lubricación. Las formas típicas de los agregados se muestran en la Figura 3. Entre estos, las formas esféricas, cúbicas e irregulares son buenas para la aplicación en concreto porque pueden beneficiar la resistencia. Los agregados planos, en forma de aguja y prismáticos tienen una capacidad de carga débil y se rompen fácilmente. Además, la relación superficie / volumen de un agregado esférico es la más pequeña.

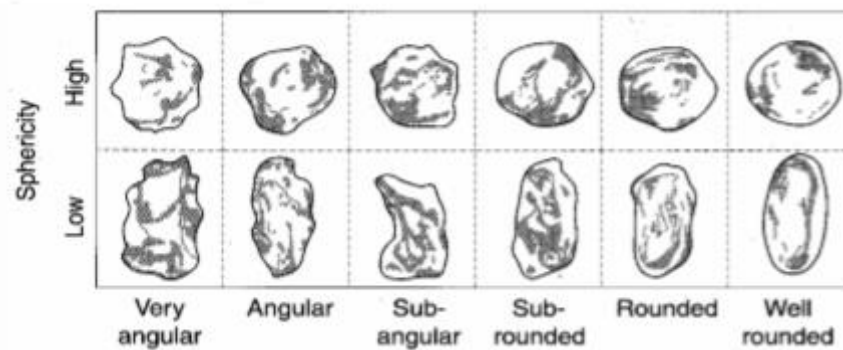


Figura 3. Formas típicas del agregado grueso

Tabla 4
Descripción de las formas del agregado grueso

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeado	Totalmente desgastado por el agua o completamente moldeado por desgaste	Gravas y arenas derivadas de fuentes marinas, aluviales o arrastradas por el viento
Irregular	Naturalmente irregular, o parcialmente moldeado por desgaste y con bordes redondeados	Otras gravas, típicamente excavadas en pozos
Angular	Poseer bordes bien definidos formados en la intersección de caras aproximadamente planas	Rocas trituradas de origen natural o artificial
Escamoso	Material en el que el grosor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones.	Rocas mal trituradas, particularmente si derivan de rocas laminadas o de lecho; otra roca laminada
Alargado	Material, generalmente angular, en el que la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	
Escamoso y alargado	Material que tiene una longitud considerablemente mayor que el ancho, y un ancho considerablemente mayor que el grosor	Rocas mal trituradas, como arriba. Las malas técnicas de procesamiento pueden exacerbar la forma indeseable y viceversa

Fuente. Después de BS 812: Parte 102: 1989.

2.2.3.3. Textura

La textura de la superficie de los agregados se puede clasificar en 6 grupos: vidrioso, liso, granular, rugoso, cristalino y alveolar. La textura superficial de los agregados tiene una influencia significativa sobre la fluidez del concreto fresco y la unión entre el agregado y la pasta de cemento del concreto endurecido. Según las estadísticas experimentales, los efectos relativos de la forma y la textura de la superficie de los agregados sobre la resistencia del concreto.

Tabla 5
Influencia de la textura en la resistencia del concreto

% de Partículas		Relación a/c	Resistencia 28 días (MPa)	
Suave	Áspero		Flexión	Compresión
100	0	0.54	4.3	34.8
50	50	0.57	4.6	32.1
0	100	0.60	4.8	29.5

Fuente. M.S. Shetty, (2005)

Para Mehta y Monteiro, (1994), la forma y textura superficial de los agregados tiene una gran influencia en algunas propiedades del hormigón fresco y endurecido, como la trabajabilidad y las resistencias mecánicas. p. 573

Tabla 6
Características de la textura del agregado grueso

Textura	Características	Ejemplos
Vidrioso	Fractura concoidal	Materiales vítreos o vítreos, tales como escoria o ciertos elementos volcánicos. Gravas y arenas aluviales, glaciales
Suave	Desgastado por el agua o liso debido a la fractura de roca laminada o de grano fino	o arrastradas por el viento; rocas trituradas de grano fino como cuarcita, dolomita
Granular	Fractura que muestra granos redondeados de tamaño más o menos uniforme	Arenisca, rocas de grano grueso como ciertos granitos
Escamoso	Material en el que el grosor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones.	Rocas mal trituradas, particularmente si derivan de rocas laminadas o de lecho; otra roca laminada
Áspero	Fractura áspera de roca de grano fino o medio que no contiene componentes cristalinos fácilmente visibles	Andesita, basalto, dolorita y felita
Cristalino	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles	Granito, gabro, gneis
Apanalado	Con poros y cavidades visibles.	Ladrillo, piedra pómez, escoria espumada, clínker, arcilla expandida.

Fuente. Después de BS 812: Parte 102: 1989

2.2.3.4. Módulo de elasticidad

Según M.S. Shetty, (2005) El módulo de elasticidad del agregado depende de su composición, textura y estructura. El módulo de elasticidad del agregado influirá en las propiedades del concreto con respecto a encogimiento y comportamiento elástico y en muy pequeña extensión de concreto. p. 77

Tabla 7

Modulo de elasticidad según tipo de roca

Tipo de roca	Módulo de elasticidad (GPa)	Autores
Andesita	7.39	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	5 - 50	Alexander & Mindess, (2005), p. 74
	3 - 4* (10 ⁵) Kg/cm ²	Gonzales de Vallejo, et al, (2002)
	9.33	Ismail Dincer; Altay Acar, (2004)
	12 - 40	Esquivel, (2015)
Tonalita	13.69	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	9 - 43	Alexander & Mindess, (2005), p. 74
	2.2 - 10* (10 ⁵) Kg/cm ²	Gonzales de Vallejo, et al, (2002)
	12.03	Ismail Dincer; Altay Acar, (2004)
	20 - 60	Esquivel, (2015)
Riolita	13.19	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	5.7 - 25	Alexander & Mindess, (2005), p. 75
	3.2 - 10* (10 ⁵) Kg/cm ²	Gonzales de Vallejo, et al, (2002)
	8.39	Ismail Dincer; Altay Acar, (2004)
	20 - 60	Esquivel, (2015)

Fuente. Elaboración propia

2.2.3.5. *Peso unitario*

Se utiliza siempre para determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto. También se utiliza para determinar la relación masa / volumen para conversiones en acuerdos de compra donde se desconoce la relación entre el grado de compactación del agregado en una unidad de transporte o depósito de almacenamiento (que usualmente contienen humedad superficial absorbida) y los llevados a cabo por este ensayo que determina el peso unitario seco. MTC E 203-2016

Tabla 8
Peso unitario según tipo de roca

Tipo de roca	Peso unitario (gr/ cm ³)	Autores
Andesita	2.6 – 3.0	Diego Sanchez de Guzman, (2001), p. 96
	2.3 – 3.1	Alexander & Mindess, (2005), p. 74
	1.97	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	1.26 - 145	Villegas y Corrales, (2012), p. 11
Tonalita	2.6 – 3.0	Alexander & Mindess, (2005), p. 74
	1.63 – 1.79	Villegas y Corrales, (2012), p. 11
	1.74	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	2.6 - 3.0	Diego Sanchez de Guzman, (2001), p. 96
Riolita	2.6 – 2.9	Alexander & Mindess, (2005), p. 75
	2.02	Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)
	2.6 – 2.9	Diego Sanchez de Guzman, (2001), p. 96
	1.96 – 2.21	Villegas y Corrales, (2012), p. 11

Fuente. Elaboración propia

2.2.3.6. *Gravedad específica*

En la tecnología del concreto, la gravedad específica de los agregados se utiliza en los cálculos de mezclas de concreto. Con la gravedad específica de cada constituyente conocido, su peso se puede convertir en volumen sólido y por lo tanto un rendimiento teórico de concreto por unidad de volumen se puede calcular. La gravedad específica del agregado también se requiere para calcular la compactación, factor en relación con las medidas de trabajabilidad. Del mismo modo, la gravedad específica del agregado se debe tener en cuenta cuando se trata de concreto liviano y pesado. La gravedad específica promedio de las rocas varía de 2.6 a 2.8 gr/cm³. (M.S. Shetty, 2005, p. 78)

Tabla 9
Peso específico según tipo de roca

Tipo de roca	Peso específico (gr/cm ³)	Autores
Andesita	2.69	M.S. Shetty, (2005), p. 77
	2.2 – 2. 85	Gonzales de Vallejo, et al (2002), p. 128
	2.39	H. Beshr; A.A. Almusallam, (2002), p. 98
Tonalita	2.85	M.S. Shetty, (2005), p. 77
	2.7 - 2.85	Gonzales de Vallejo, et al (2002), p. 128
	2.74	H. Beshr; A.A. Almusallam, (2002), p. 98
Riolita	2.66	M.S. Shetty, (2005), p. 77
	2.4 – 2.6	Gonzales de Vallejo et al, (2002), p. 128
	2.54	H. Beshr; A.A. Almusallam, (2002), p. 98

Fuente. Elaboración propia

2.2.3.7. Absorción y contenido de humedad

La Porosidad y absorción de áridos afectará la relación agua / cemento, por lo tanto, la trabajabilidad del concreto. La porosidad del agregado también afectará la durabilidad del concreto cuando este se someta a congelación y la descongelación y también cuando el concreto se somete a líquidos químicamente agresivos. El agregado absorbe agua en concreto y por lo tanto afecta la trabajabilidad y volumen final de concreto. (M.S. Shetty, 2005, p. 78). Tabla 10

2.2.3.1. Porosidad

Según Alexander & Mindess, (2005) los minerales densos tienen una porosidad medible y pueden absorber agua. La porosidad, es el volumen interno de los poros como proporción del volumen total de un sólido. p. 67. Tabla 11

Tabla 10
Absorción de los tipos de rocas

Tipo de roca	Absorción (%)	Autores
Andesita	1.4 – 7.9	Alexander & Mindess, (2005), p. 74
	0.36 – 4.6	Gonzales de Vallejo, et al, (2002)
	0.85	H. Beshr; A.A. Almusallam, (2002), p. 98
Tonalitas	0.7 – 1.5	Alexander & Mindess, (2005), p. 74
	0.2 -1.9	Gonzales de Vallejo, et al, (2002)
	0.1 – 0.6	H. Beshr; A.A. Almusallam, (2002), p. 98
Riolita	0.6 – 0.8	Alexander & Mindess, (2005), p. 75
	2.4 – 2.6	Gonzales de Vallejo, et al, (2002)
	0.07 – 3.9	H. Beshr; A.A. Almusallam, (2002), p. 98

Fuente. Elaboración propia

Tabla 11
Porosidad según tipo de roca

Tipo de roca	Porosidad (%)	Autores
Andesita	0.2 – 8.0	Pedro Ramirez; Leandro Alejano, (2004), p. 65
	10 - 15	Gonzales de Vallejo, et al, (2002)
	0.5 – 12.5	Alexander & Mindess, (2005)
	0.25	Siegfried S; Helmut D, (2011) p. 115
Tonalita	0.59	Stephan Mosch , (2009), p. 118
	0.1 – 2.0	Pedro Ramirez; Leandro Alejano, (2004), p. 65
	0.5 – 1.5	Gonzales de Vallejo, et al(2002)
	0.4 – 3.8	Alexander & Mindess, (2005)
	0.55	Siegfried S; Helmut D, (2011), p. 115
Riolita	0.6	Stephan Mosch , (2009), p. 118
	0.4 – 4.0	Pedro Ramirez; Leandro Alejano, (2004), p. 65
	4.0 – 6.0	Gonzales de Vallejo; et al (2002)
	0.4 – 3.8	Alexander & Mindess, (2005)
	0.6	Siegfried S; Helmut D, (2011), p. 116

Fuente. Elaboración propia

2.2.3.2. Solidez del agregado grueso

La solidez se refiere a la capacidad del agregado para resistir cambios excesivos en el volumen como un resultado de cambios en las condiciones físicas. Estas condiciones físicas que afectan la solidez de agregados son la congelación de la descongelación, la variación de la temperatura, la humectación alternativa secado en condiciones normales y humectación y secado en agua salada. Agregados que son Porosos, débiles y que contienen cualquier materia extraña indeseable sufren un volumen excesivo. Cambio cuando se somete a las condiciones anteriores. Los agregados que se someten a más de la cantidad especificada de cambio de volumen se dice que son agregados poco sólidos. Si el concreto es susceptible de estar expuesto a la acción de las heladas, el agregado grueso y fino que se va a utilizar debe someterse a prueba de solidez. (M.S. Shetty, 2005, p. 85)

2.2.4. Funciones de agregado grueso en el concreto

Según Rivva Lopez, (2005) las tres funciones principales del agregado en el concreto son: Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de esta unidad de volumen y, por lo tanto, reduciendo el costo de unidad cubica de concreto; Proporcionar partículas capaces de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de interperismo, que puedan actuar sobre el concreto y reducir los cambios de volúmenes resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado; o del calentamiento de la pasta.

2.2.5. Cemento

El cemento es un polvo finamente molido como un material aglutinante que presenta características de adherencia y cohesión, que permiten la unión de fragmentos minerales entre sí, formando un todo compacto. Este material al incluir agua tiene la propiedad de fraguar y

endurecer, formando un proceso de reacción química que es la hidratación (Instituto del Concreto, 1997)

2.2.5.1. Tipos de cementos

Tabla 12
Tipos de cemento

Tipos	Características
Tipos I	Portland normal
Tipos II	Portland moderada resistencia a los sulfatos
Tipos III	Portland fraguado rápido, alta resistencia inicial
Tipos IV	Portland bajo calor de hidratación
Tipos V	Portland alta resistencia a los sulfatos

Fuente. Fuente. Norma ASTM C 150

2.2.6. Agua

El agua es un ingrediente importante del concreto ya que participa activamente en la reacción química con el cemento. Ya que ayuda a formar la fuerza formando un gel de cemento, la cantidad y calidad de agua se requiere ser examinado con mucho cuidado. Casi cualquier agua natural que sea potable es satisfactoria como la mezcla de agua para hacer o curado del concreto endurecido. Sin embargo, el agua adecuada para hacer concreto no necesariamente puede ser para beber. La aceptación de aguas ácidas o alcalinas se basa en la escala de pH que varía de 0 a 14. El pH del agua neutra es de 7.0. Un pH por debajo de 7.0 indica acidez, y un pH por encima de 7.0 indica alcalinidad. El pH del agua de mezclado debe estar entre 4.5 y 8.5. (M.S. Shetty, 2005, p. 119).

2.2.7. Concreto

Producto artificial compuesto, que consiste de un medio ligante conocida como pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de diferentes tamaños denominados agregados gruesos y finos.

La pasta de cemento y agua constituyen del 25 al 40% del volumen total del concreto. El volumen absoluto del cemento está comprendido según

Tabla 13
Volúmenes de los componentes del concreto

Descripción	Porcentaje
Cemento	7 y 15 %
Agua	14 al 21%
Agregados (finos y gruesos)	60 al 80%

Fuente. M.S. Shetty, 2005

2.2.8. Propiedades del concreto en estado fresco

2.2.8.1. Consistencia

La consistencia describe la movilidad o la facilidad de flujo, y está relacionada con la humedad o la sequedad de la mezcla de concreto. Generalmente se mide mediante el ensayo de cono de Abrams o Slump

Tabla 14
Asentamiento según la consistencia del concreto

Consistencia	Asentamiento (cm)	Trabajabilidad
Seca	0 - 5	Baja
Plástica	7.5 – 10	Media
Fluida o húmeda	12.5 a mas	Alta

Fuente. Gamero 2008

Existe especificaciones del asentamiento cuando no se dan como requisito máximo NTP

339.114 Concreto premezclado, nos da algunas tolerancias

Tabla 15

Tolerancias de asentamientos en el concreto

Asentamiento especificado (cm)	Tolerancia (cm)
0 - 5	(+-) 1,3
5 - 10	(+-) 2,5
>10	(+-) 3,8

Fuente. NTP 339.114

2.2.8.2. Trabajabilidad

Se refiere a la facilidad de mezclar, transportar, colocar, compactar y terminar un concreto sin segregación de sus componentes. Se ha definido como la cantidad de trabajo interno útil requerido para producir una compactación completa.

2.2.8.3. Segregación

Es la separación de partículas gruesas de la fase de mortero del concreto, y la recolección de estas partículas en el perímetro o base de una colocación de concreto.

2.2.8.4. Efectos del agregado en las propiedades del concreto fresco

Tabla 16

Efecto del agregado grueso en las propiedades del concreto en estado fresco

Propiedades o características del agregado	Efectos agregados sobre las propiedades plásticas del concreto.
Forma de partícula	La forma tiene una gran influencia en la trabajabilidad y el requerimiento de agua de una mezcla. Las partículas redondeadas o gruesas ruedan o se deslizan unas sobre otras fácilmente; partículas escamosas y angulares no. La forma también afecta el empaquetamiento de partículas, y por lo tanto, aumenta el contenido vacío.
Textura de la superficie de la partícula	La textura de la superficie influye en el área de la superficie y en la fricción entre partículas de los agregados y, por lo tanto, el requerimiento de agua y la trabajabilidad de una mezcla, pero menos que la forma.
La gradación	En particular la gradación del agregado fino, tiene una influencia muy importante en la trabajabilidad de una mezcla. Influye en el área total de la superficie del agregado (a humedecer) y en el volumen de agregado relativo en una mezcla. En general, la mejor capacidad de trabajo se ajusta a las graduaciones
Tamaño de agregado máximo	El tamaño de agregado máximo más grande conduce a una menor necesidad de agua y generalmente mejora las propiedades del concreto, hasta un límite. Generalmente se requieren tamaños de agregado más pequeños. Para tamaños de agregado máximos superiores a 26.5 mm, se requiere la combinación de tamaños más pequeños.

Fuente. Agregados en el concreto

2.2.9. Propiedades del agregado en el concreto endurecido

2.2.9.1. Aspectos fundamentales

Las propiedades y el rendimiento de los materiales a base de cemento se rigen en gran medida por su microestructura, que es la naturaleza de las fases sólidas y de poros a una escala de micras o menos. La microestructura contiene fases distintas que interactúan con constituyentes a mayor escala, como los agregados. La zona de transición interfacial puede constituir alrededor del 30-60 % de la fase de pasta endurecida. La ITZ es generalmente más débil que la pasta, aunque este no es siempre el caso. En la mayoría de los concretos convencionales, la falla y la fractura por

agrietamiento se realiza predominantemente en la ITZ, antes de ramificarse en la pasta (Mindess y Alexander, 1995).

Las propiedades del agregado que afectan la resistencia del concreto son textura superficial, rigidez, forma, resistencia, tenacidad y gradación. La textura, la forma y la gradación de la superficie influyen en las propiedades del concreto fresco a través del requerimiento de agua que influye indirectamente en la resistencia. También tienen un efecto directo al influir en las concentraciones de tensión en el material compuesto, el grado de microcraqueo y ramificación de grietas antes y durante la falla, la tortuosidad de los caminos de grietas, los efectos de macro y micro rugosidad en las interfaces y la cantidad de área de superficie unida de los agregados. (Alexander & Mindess, 2005, p. 235).

Frecuentemente la variación de la resistencia del concreto puede explicarse con el cambio de la relación a/c ; no obstante, existe evidencia en la literatura que éste no siempre es el caso. Además, por consideraciones teóricas, independientemente de la relación a/c , las características de las partículas del agregado tales como el tamaño, la forma, la textura de la superficie y el tipo de mineral, influyen en las características de la zona de transición, y, por lo tanto, afectan la resistencia del concreto (Mehta y Monteiro, P.J., 1994).

2.2.9.1.1. Fuerza del agregado

Para los concretos convencionales con resistencias a la compresión inferiores a aproximadamente 60 MPa, la resistencia del agregado no tiene ninguna influencia fuerte sobre la resistencia del concreto. En un libro sobre caminos de concreto (1955), el Laboratorio de Investigación de Carreteras del Reino Unido declaró: Siempre que los agregados sean más fuertes que el concreto del que forman parte, es probable que su resistencia inherente no influya en la

resistencia del concreto, ni en el aplastamiento ni en la flexión. Esto se debe en parte a que la mayoría de los agregados se derivan de rocas que son más fuertes y más duras que el concreto mismo (Alexander & Mindess, 2005, p. 237).

2.2.9.1.2. Agregado y pasta fuerza de unión e influencia de la ITZ

La fuerza de unión del agregado y la pasta está influenciada por la textura de la superficie, la forma y la naturaleza del agregado. El enlace en sí depende de la ITZ entre la pasta y el agregado. El fortalecimiento del enlace pasta agregado puede dar como resultado mejores resistencias, pero estas suelen estar limitadas al orden de solo 20 - 40 %.

2.2.9.1.3. Forma del agregado

El peso de la evidencia experimental apunta a que la forma del agregado tiene un efecto sobre la resistencia del concreto, con la resistencia de la flexión más afectada que la resistencia a la compresión. Se considera que las partículas angulares mejoran la resistencia del concreto sobre las partículas redondeadas. Por el contrario, las partículas altamente escamosas pueden reducir la resistencia del concreto debido a la mayor facilidad con la que pueden tener dificultades de resistencia, y es difícil de compensar (Alexander & Mindess, 2005, p. 247).

2.2.9.1.4. Textura superficial del agregado grueso

La textura es importante para la resistencia del concreto ya que mejora la unión entre la pasta y el agregado. La resistencia a la compresión es relativamente pequeña y se ve afectada por un rango de valores normal (15–55 MPa), mientras que la resistencia a la flexión se mejora claramente sobre todos los valores por una textura superficial más rugosa. Los concreto es de alta resistencia se beneficiarán de una textura más áspera. Mientras que las superficies de agregado que son naturalmente más ásperas producen una unión superior entre cemento y agregado grueso. Los

concretos de agregados de andesita eran hasta un 28 % más fuertes tanto en tensión como en compresión que las mezclas de agregados de cuarcita equivalentes. Esta mayor resistencia se atribuyó al menos en parte al hecho de que la andesita fracturada tenía una textura superficial considerablemente más retorcida e irregular que la cuarcita y no exhibía desintegración superficial. (Alexander & Mindess, 2005, p. 244).

2.2.9.1.5. Módulo elástico del agregado

El módulo de elasticidad también juega un papel en la resistencia del concreto. Hay un aumento continuo en la resistencia del concreto con un módulo elástico del agregado, el mecanismo probable es que los agregados más rígidos atraen una mayor proporción de la carga en el compuesto. Suele ser muy difícil separar los efectos de la textura y el módulo elástico experimentalmente.

2.2.9.1.6. Gradación del agregado, tamaño máximo y empaquetamiento de agregado grueso

La gradación del agregado influye principalmente en el contenido de agua del concreto y, por lo tanto, en la relación a/c , que es el principal determinante de la resistencia. El contenido de los finos tiene una influencia indirecta en la resistencia al afectar la compactibilidad del concreto, grandes cantidades de material muy fino pueden aumentar la resistencia al mejorar la naturaleza de la zona de transición interfacial.

El tamaño máximo óptimo depende del contenido de cemento. Para mezclas más delgadas, los tamaños de agregado de hasta 150 mm aproximadamente no inducen una reducción en la resistencia, mientras que para las mezclas más ricas hay un óptimo de aproximadamente 40 mm

para el tamaño máximo de agregado. Estas observaciones probablemente deberían restringirse a la fuerza normal de concreto (Alexander & Mindess, 2005, p. 250).

La complejidad de los modos y mecanismos de falla para el concreto en compresión ha obstaculizado el desarrollo de un modelo coherente de falla microestructural hasta la fecha. Incluso en fallas por tracción o flexión, se producen múltiples micro fisuras, y los efectos de la forma del agregado, la textura de la superficie y la gradación son importantes. Puede valer la pena considerar los efectos discutidos anteriormente en situaciones individuales, pero aún se nos escapa una explicación completa de ellos con respecto a la fuerza del concreto. Los diferentes tipos de agregados influirán en la resistencia del concreto debido a sus características físicas y mecánicas, por ejemplo, resistencia, forma de partículas, textura de la superficie, elasticidad, su densidad de empaque (que es función de la forma y la textura) y sus características de interfaz (que incluye micro-aspereza). Por lo tanto, es imposible separar los diferentes efectos intrínsecamente, lo que complica aún más la búsqueda de un modelo completo y compuesto para la resistencia del concreto. Sin embargo, la comprensión de las influencias importantes permitirá a los diseñadores de concreto hacer el mejor uso de los agregados y aglutinantes disponibles para optimizar las propiedades del concreto. (Alexander & Mindess, 2005, p. 252).

2.2.10. Propiedades del concreto endurecido

2.2.10.1. Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión del concreto es una de las propiedades más importantes y útiles del concreto. En la mayoría de las aplicaciones estructurales, el concreto se emplea principalmente para resistir tensiones de compresión. En aquellos casos donde la resistencia a la tensión o al corte es de importancia primordial, la resistencia a la compresión se usa con frecuencia

como una medida de estas propiedades. Por lo tanto, las propiedades de fabricación de concreto de varios ingredientes de la mezcla generalmente se miden en términos de resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión también se usa como una medida cualitativa para otras propiedades del concreto endurecido. No se ha establecido una relación cuantitativa exacta entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad, la resistencia al desgaste, la resistencia al fuego o la permeabilidad, ni es probable que así sea. Sin embargo, se han establecido relaciones aproximadas o estadísticas, en algunos casos, que brindan mucha información útil a los ingenieros.

La resistencia a la compresión del concreto generalmente se determina probando cubos o cilindros fabricados en laboratorio o en el campo o núcleos perforados a partir de concreto endurecido en el sitio o de las pruebas no destructivas de la muestra o estructuras reales. Con estas variaciones aparecen los conceptos de “resistencia media” y “resistencia característica”.

- **Resistencia media:** Es la suma de las resistencias individuales de cada probeta dividida por el número de probetas ensayadas, obteniéndose un valor que no tiene en cuenta la dispersión entre los resultados individuales.
- **Resistencia característica:** Es el valor de la resistencia por debajo de la cual no se presentarán más de un 5 por 100 de roturas; es decir el 95 por 100 de las roturas serán de valor superior a la resistencia característica.

La resistencia del concreto es su resistencia a la ruptura. Se puede medir de varias maneras, como la resistencia a la compresión, la tensión, el corte o la flexión. Todos estos indican fuerza con referencia a un método particular de prueba. Cuando el concreto falla bajo una carga de

compresión, la falla es esencialmente una mezcla de falla por aplastamiento y corte. La mecánica del fracaso es un fenómeno complejo. Se puede suponer que el concreto al resistir la falla genera cohesión y fricción interna. La cohesión y la fricción interna desarrolladas por el concreto para resistir fallas están relacionadas con la relación a / c . La versión moderna de la regla original de la relación agua / cemento se puede dar de la siguiente manera: para un cemento dado y agregados aceptables, la resistencia que puede desarrollarse mediante una mezcla de cemento, agregado y agua viable y adecuadamente colocada (bajo la misma mezcla, curado y condiciones de prueba) está influenciada por:

Relación de cemento a agua de mezcla, relación de cemento a agregado, gradación de las partículas de agregado grueso, textura superficial, forma, resistencia, rigidez de las partículas de agregado y tamaño máximo del agregado. En lo mencionado, se puede inferir que la relación agua / cemento afecta principalmente la resistencia, mientras que otros factores afectan indirectamente la resistencia del concreto al afectar la relación agua / cemento.

2.2.10.2. Método de prueba estándar para dividir la resistencia a la tracción de muestras de concreto cilíndrico

Este método de prueba consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a lo largo de una muestra de concreto cilíndrico a una velocidad que está dentro de un rango prescrito hasta que ocurre la falla. Esta carga induce tensiones de tracción en el plano que contiene la carga aplicada y tensiones de compresión relativamente altas en el área inmediatamente alrededor de la carga aplicada. Se produce un fallo de tracción en lugar de un fallo de compresión porque las áreas de aplicación de la carga se encuentran en un estado de compresión triaxial, lo que les permite

soportar tensiones de compresión mucho más altas de lo que indicaría un resultado de prueba de resistencia a la compresión uniaxial.

Las tiras delgadas de madera contrachapada se utilizan para distribuir la carga aplicada a lo largo del cilindro.

La carga máxima sostenida por la muestra se divide por factores geométricos apropiados para obtener la resistencia a la rotura por tracción.

2.2.10.2.1. Significado y uso

La resistencia a la tracción por división es generalmente mayor que la resistencia a la tracción directa y menor que la resistencia a la flexión (módulo de ruptura). La resistencia a la rotura por tracción se utiliza en el diseño de elementos estructurales de concreto liviano para evaluar la resistencia al corte proporcionado por el concreto y para determinar la longitud de desarrollo del refuerzo. (ASTM C496/C496M – 17, 2017).

2.2.10.2.2. Velocidad de carga

Aplique la carga de manera continua y sin golpes, a una velocidad constante dentro del rango de 0.7 a 1.4 MPa / min [100 a 200 psi / min] dividiendo el esfuerzo de tensión hasta la falla de la muestra. Registre la carga máxima aplicada indicada por la máquina de prueba en caso de falla. Tenga en cuenta el tipo de falla y la apariencia del concreto. (ASTM C496/C496M – 17, 2017). Para esta investigación se aplicó una velocidad constante de 1.05 MPa/min ó 2.538 psi/seg

2.2.10.2.3. Cálculo

Calcule la resistencia a la rotura por tracción de la muestra de la siguiente manera:

$$T = \frac{2 * P}{\pi * L * D}$$

Donde:

T = resistencia a la rotura por tracción, MPa (psi)

P = carga máxima aplicada indicada por la máquina de prueba, N (lbf)

L = longitud, mm (pulg.)

D = diámetro, mm (pulg.)

2.3. Definición de términos

Agregados: Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. (Norma E.060, 2014)

Agregado grueso: “Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.” (Norma E.060, 2014)

Asentamiento del Concreto: Es la diferencia entre la altura del recipiente que sirve de molde de una probeta de concreto fresco y la de la probeta fuera del molde, medida en el eje y expresada en pulgadas. (Absalón, VM; Salas, RA, 2008)

Cantera: Lugar de donde se extrae piedra u otras materias primas de construcción. (Absalón, VM; Salas, RA, 2008)

Cemento: Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua y el aire. (Norma E.060, 2014)

Cemento portland: Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. (Norma E.060, 2014)

Concreto: Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivo. (Norma E.060, 2014)

Consistencia: Habilidad del concreto fresco para fluir, es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen. (Instituto del Concreto, 1997)

Contenido de aire: Es la diferencia entre el volumen aparente de la mezcla y el resultante de la suma de los volúmenes absolutos de los componentes. (Absalón, VM; Salas, RA, 2008)

Diseños de mezcla: Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto. (Absalón, VM; Salas, RA, 2008)

Dosificación: Es la proporción en peso o en volumen de los distintos elementos integrantes de una mezcla. (Absalón,VM; Salas, RA, 2008)

Durabilidad: Es la propiedad que tienen los morteros o concretos de resistir la acción continua de agentes destructivos con los cuales han de estar en contacto. (Absalón,VM; Salas, RA, 2008)

Ensayo de diamantina. - Consiste extraer probetas testigo de rocas o concreto endurecido para su conservación y posterior rotura. (NTP 339.059 2001)

Formación geológica: Son formaciones rocosas que constituyen la corteza terrestre, pueden ser observadas en afloramientos en la superficie, es el resultado de centenas de millones de años de evolución geológica

Forma del agregado: Conjunto de líneas y superficies que determinan el contorno o el volumen de del agregado. (Absalón,VM; Salas, RA, 2008)

Influencia: Efecto, consecuencia o cambio que produce una cosa en otra (Absalón y Salas 2008)

Piedra triturada o chancada: Agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. (Norma E.060, 2014)

Porosidad: Es el cociente entre el volumen de los poros y el volumen aparente del cuerpo. (Absalón,VM; Salas, RA, 2008)

Relación agua /cemento: Es el cociente entre el peso del contenido de agua libre de mezclado y el de cemento en una mezcla dada. (Absalón,VM; Salas, RA, 2008)

Resistencia especificada a la compresión del concreto (f'_c): Resistencia a la compresión del concreto empleado en el diseño y resistencia guía. (Norma E.060, 2014)

Resistencia a tracción por compresión diametral

“Consiste en aplicar una fuerza de compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que este falle por la longitud de su diámetro. Esta carga induce esfuerzos de tensión en el plano donde se aplica y esfuerzos a la compresión en el área donde la carga es aplicada. Por lo tanto, la falla de tracción ocurre antes que la falla de compresión debido a que las áreas de aplicación de la carga se encuentran en un estado de compresión triaxial a lo largo de todo el espécimen de concreto, permitiendo de esta manera resistir al espécimen de concreto mucho mayor esfuerzo a la compresión que el obtenido por un esfuerzo a la compresión uniaxial dando paso a la falla por tracción a lo largo del espécimen de concreto”. (NTP 339.084)

Testigos de concreto: Especímenes que sirven para ser ensayadas y analizadas en sus propiedades mecánicas (Absalón, VM; Salas, RA, 2008)

Trabajabilidad: Es la mayor o menor facilidad que presenta un concreto o mortero de ser mezclado, transportado y colocado. (Absalón, VM; Salas, RA, 2008)

Capítulo III Material y Métodos

3.1. Descripción del lugar de ejecución

Esta investigación se realizó en el laboratorio de tecnología de concreto y materiales de la escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Peruana Unión. Ubicado en Ñaña, distrito de Lurigancho en el departamento de Lima.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Para la presente investigación se encuentra conformado por tres de las principales canteras abastecedoras de agregados gruesos. Para la elaboración del concreto empleado en la construcción de obras civiles en la Zona Este de Lima, estas son: Cantera Piedra azul, Cantera Admacon y Cantera Constructora Moviagregados



Figura 4. Extracción de testigo de roca con diamantina

Probetas cilíndricas de rocas. Son muestras que fueron extraídas con diamantina de rocas intactas de las tres canteras (Admacon, Moviagregados y Piedra azul. Se evaluó 2 probetas donde fueron sometidas, 1 a resistencia a compresión y 1 a resistencia a tracción indirecta.

Agregados gruesos son muestras recogidas de los depósitos de almacenamiento donde se tomó de la parte intermedia del cerro y se colocará en sacos para luego ser transportados.

3.2.2. Muestra

3.2.2.1. *Para la muestra de propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales*

La procedencia de los agregados gruesos fue de cuatro canteras de agregado grueso que incluyendo los agregados patrones que se mencionan a continuación en Tabla 17

Tabla 17

Procedencia de los agregados a investigar

Cantera	Tipo de agregado
Lima I (patrón)	Agregado fino
Unicon (patrón)	Agregado grueso
Admacon	Agregado grueso
Moviagregados	Agregado grueso
Piedra azul	Agregado grueso

Fuente. Elaboración propia

Tabla 18

Cantidad de muestra a intervenir en investigación

Cantera	Tipo de material	Unid.	Cantidad
Unicon (patrón)	Agregado grueso	kg	200
Admacon	Agregado grueso	kg	200
Moviagregados	Agregado grueso	kg	200
Piedra azul	Agregado grueso	kg	200
Lima I	Agregado fino	kg	480
Admacon	Probeta 4’’*8’’	pza.	2
Moviagregados	Probeta 4’’*8’’	pza.	2
Piedra azul	Probeta 4’’*8’’	pza.	2

Fuente. Elaboración propia

3.2.2.2. *Para la muestra de ensayos de las propiedades mecánicas del concreto*

Para la muestra de la presente investigación se evaluará según normativa americana (ACI 318S-08), la cual indica realizar el promedio de las resistencias de al menos 2 de 150 mm * 300 mm. Por lo tanto, en esta investigación se logró determinar la cantidad de 108 probetas cilíndricas de concreto de 150 mm * 300 mm. p, 491. Ver Tabla 19

Tabla 19

Muestra del concreto endurecido para propiedades mecánicas

Propiedades mecánicas		Ensayo a compresión						Ensayo tracción		
Edad		7 días			28 días			28 días		
Diseño de mezcla (kg/cm ²)		210	300	400	210	300	400	210	300	400
Canteras y tipos de agregados	Unicon/ AR (patrón)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Admacon / TH	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Moviagregados / TC	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Piedra azul / A	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Probetas * diseño de mezcla		12	12	12	12	12	12	12	12	12
Total de probetas de 150 mm * 300 mm										108

Fuente. Elaboración propia

3.2.2.3. *Ubicación de lugar de Procedencia de canteras*

3.2.2.3.1. *Cantera Admacon*

Se encuentra ubicada en la avenida principal s/n de la tercera etapa Asociación vivienda rural agropecuaria Huancayo en Carapongo, distrito de Lurigancho provincia de Lima, Departamento de Lima. Ver ANEXO A

Tabla 20

Coordenadas de cantera Admacon

Coordenadas WGS-84	
Este	296351.3
Norte	8673916.6
Altitud (msnm)	527.03

Fuente. Elaboración propia



Figura 5. Ubicación de cantera Admacon

3.2.2.3.2. *Cantera Moviagregados*

La cantera Moviagregados se encuentra en el margen derecho del río Rímac frente a la segunda garita de la Universidad Peruana Unión, distrito de Lurigancho y provincia de Lima. Ver ANEXO A

Tabla 21

Coordenadas de cantera Moviagregados

Coordenadas WGS-84	
Este	299997.61
Norte	8673735.2
Altitud (msnm)	517.00

Fuente. Elaboración propia



Figura 6. Ubicación de cantera Moviagregados

3.2.2.3.3. Cantera Piedra Azul

La cantera Piedra azul se encuentra ubicado entre los distritos de la Molina y Cieneguilla.

Ver ANEXO A

Tabla 22

Coordenadas de cantera Piedra azul

Coordenadas WGS-84	
Este	299054.00
Norte	8667695.00
Altitud (msnm)	900.00

Fuente. Elaboración propia



Figura 7. Ubicación de cantera Piedra azul

3.2.2.3.4. *Cantera lima I*

La cantera Lima I se encuentra ubicado en Huaycan en la zona T del cerro Molle en el distrito de Ate y provincia de Lima. Ver ANEXO A

Tabla 23

Coordenadas de cantera Lima I, agregado fino
Coordenadas WGS-84

Este	303742.00
Norte	8668911.00
Altitud (msnm)	1114.00

Fuente. Elaboración propia

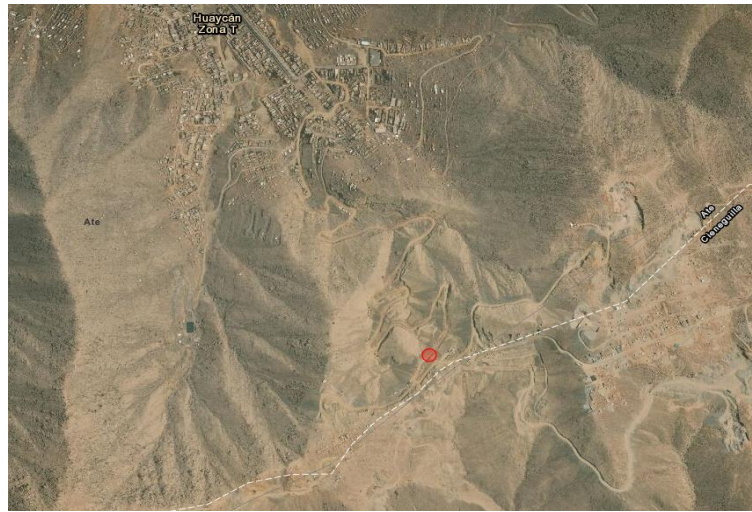


Figura 8. Ubicación de cantera Lima I

3.3. Tipo y nivel de investigación

3.3.1. Nivel de investigación

Investigación explicativa: Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

3.3.2. Diseño de investigación

Cuasi Experimental: La investigación cuasi experimental es aquella en la que existe una exposición. Una respuesta y una hipótesis para contrastar. En los que se prueba una variable, sin ningún tipo de selección aleatoria o proceso de preselección. Así como también puede ser una comparación antes de la intervención y posterior a ésta. Es por ello que el proyecto de investigación tiene un propósito de comprobar una relación causal entre una resistencia de la roca intacta versus

resistencia del concreto, haciendo así una comparación y posteriormente dando un uso en la construcción según los resultados logrados.

3.4. Formulación de hipótesis

3.4.1. Hipótesis general

Los agregados gruesos según su formación geológica influyen significativamente en la resistencia mecánica del concreto de las canteras de zona Este de Lima en el año 2019

3.4.2. Hipótesis específicos

- Los agregados gruesos según sus propiedades físicas influyen significativamente en las canteras de zona Este de Lima en el año 2019
- Los agregados gruesos según sus propiedades mecánicas influyen significativamente en las canteras de zona Este de Lima en el año 2019
- Las propiedades en estado fresco del concreto influyen significativamente en las canteras de la zona Este de Lima en el año 2019
- Las propiedades mecánicas del concreto endurecido influye significativamente en las canteras de la zona Este de Lima en el año 2019

3.5. Operacionalización de Variables

3.5.1. Variable independiente

Tipo de roca (formación geológica)

Propiedades físicas del agregado grueso

Propiedades mecánicas del agregado grueso

3.5.2. Variable dependiente

Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido (RCU y RTCD)

3.6. Diseño experimental o metodología

3.6.1. Ensayos de extracción de especímenes de rocas con diamantina

3.6.1.1. Equipo

- a. Sonda provista de brocas diamantadas

Taladro equipado con una broca cilíndrica de pared de 3 mm con corona de diamante, carburo de silicio; con un sistema de enfriamiento para la broca que impide la alteración del material a extraer y calentamiento de la misma.

- b. Proceso de extracción

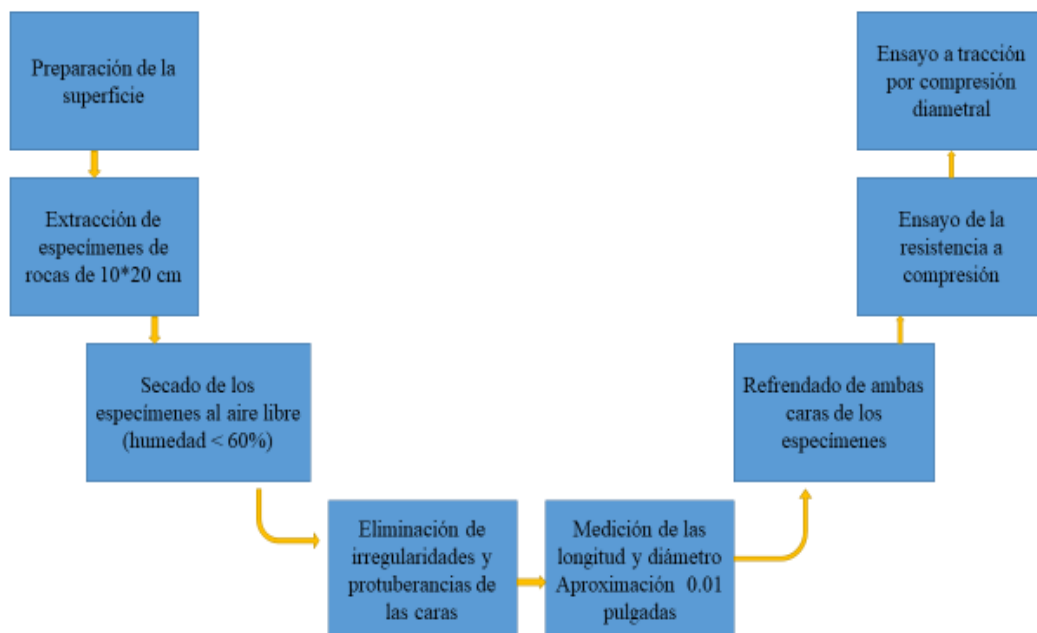


Figura 9. Proceso de extracción de probetas de rocas mediante diamantina

Se obtuvo 6 probetas cilíndricas de roca intacta (2 de cada cantera), extraída con la diamantina para luego conocer sus propiedades mecánicas como el ensayo a compresión y a tracción por compresión diametral.



Figura 10. Extracción de testigo de roca para resistencia a compresión y tracción indirecta

3.6.2. Procedencia de los agregados gruesos

Se tomaron muestras de agregado grueso, para conocer las propiedades físicas (granulometría, porcentaje de humedad, peso unitario y peso específico). Tanto del agregado grueso de las diferentes canteras como de agregado fino de cantera Lima I.



Figura 11. Toma de muestras de agregado grueso y fino de las cuatro canteras

3.6.3. Análisis de los agregados gruesos para determinar el tipo de roca

Para saber que los agregados gruesos sean de diferentes tipos se hizo uso un georreferenciado con GEOCATMIN (Sistema de Información Geológico y Catastral Minero), desarrollado por INGEMMET, con lo último de la tecnología GIS. Ver Figura 12

Luego se procedió a recoger muestras de agregados gruesos de las tres canteras identificadas con el fin de analizar por el método de cuantificación de minerales visibles y la determinar el tipo de roca con el diagrama de Streckeisen.

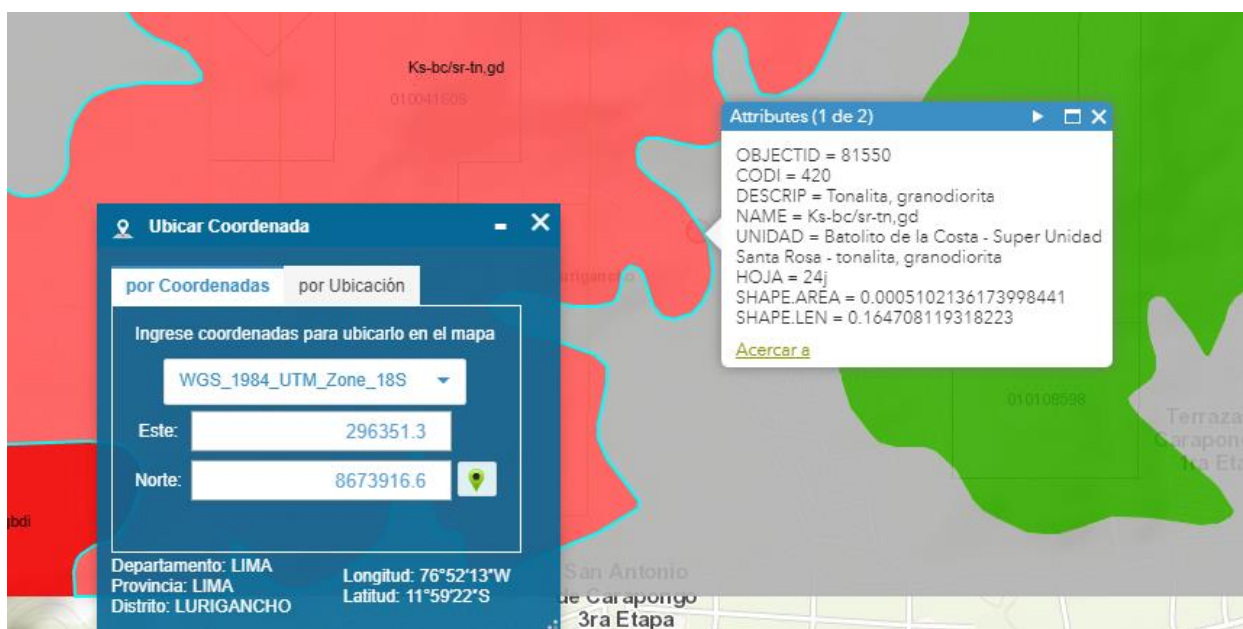


Figura 12. Georreferenciado de la geología de la cantera Admacon

Este análisis se llevó bajo la dirección del Ingeniero Geólogo Romulo Suni Tancayllo, quien con su aporte de conocimiento y dedicación se pudo determinar los tipos de agregados gruesos de las diferentes canteras Unicon (patrón), Admacon, Moviagregados y Piedra azul. Ver ANEXO G

3.6.4. Ensayos de laboratorio en sus propiedades físicas

3.6.4.1. Análisis granulométrico

Se conoce como análisis granulométrico a la acción de pasar al agregado grueso por medio de unas mallas o también conocidas como cribas y luego pesar la cantidad de partículas de agregado que quedan retenidas en cada una de las mallas y para luego calcular el porcentaje retenido en cada una de estas con respecto de la muestra original.

Tabla 24

Cantidad de muestra según tamaño máximo nominal para granulometría

Tamaño máximo nominal (TMN)mm (pulg)	Cantidad de muestra de ensayo, mínimo kg (lb)
9.5(3/8)	1 (2)
12.5(1/2)	2 (4)
19.0(3/4)	5 (11)
25.0(1)	10 (22)
37.5(1 ½)	15 (33)
50(2)	20 (44)
63(2 ½)	35 (77)
75(3)	60 (130)
90(3 ½)	100 (220)
100(4)	150 (330)
125(5)	300 (660)

Fuente. ASTM C 136

3.6.4.1.1. Procedimiento

- Obtener una muestra representativa del agregado según la norma.
- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Pesar la muestra con una aproximación al 0.1% en masa de acuerdo a lo indicado en la Tabla 24. En el caso de agregado fino la cantidad de muestra deberá ser mayor a la mínima.

- d. Después de pesado el material se lava hasta lograr que el agua sea cristalina, esto se hace con ayuda del tamiz N° 16 – N° 200 para evitar la pérdida del material en este proceso de lavado.
- e. El material lavado se lleva nuevamente al horno por un tiempo de 24 h. a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Posteriormente se pesa la muestra seca y limpia.
- f. Con la muestra limpia se procede a realizar el tamizado, usando los tamices que se indican en la hoja de trabajo N° 02, colocados en orden decreciente según el tamaño de sus aberturas.
- g. Se procede a colocar la muestra sobre la malla superior y mediante el empleo de una tamizadora o manualmente se tamiza la muestra por un tiempo entre uno a dos minutos (No se debe forzar el paso de una partícula con la mano).
- h. Se procede a retirar cada tamiz y pesar el material retenido (Verificar que la suma total corresponda al peso inicial).
- i. Si existe diferencia en el peso total obtenido luego del zarandeo ya sea agregado fino o grueso se procede a corregir dicho peso distribuyendo la diferencia ($W_{\text{inicial}} - W_{\text{final}}$) entre los tamices utilizados. Esto se puede hacer de dos formas:
- j. Repartiendo equitativamente la diferencia total de pesos obtenida.
- k. Repartiendo en función al peso retenido en cada tamiz, es decir ponderando los pesos.

3.6.4.1.2. Metodología de calculo

Módulo de fineza del agregado grueso

Este concepto expresa en forma práctica el grosor o finura del material, y no se puede usarlo para tener una idea de la distribución de tamaños de partículas del mismo. Se define como módulo de finura al número que resulta de dividir por 100 la suma de porcentajes retenidos en forma acumulada en los 10 tamices

$$\text{MF. A. G} = \frac{\Sigma \% \text{ Ret. Acumulado Tamiz } 3 + 1\frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + \text{N}^{\circ}4 + (8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100}$$

a. Granulometría continua

Un número importante de ensayos han permitido establecer granulometrías con las que se obtiene la máxima resistencia a compresión y la máxima compacidad del concreto. Estas curvas granulométricas son denominadas curvas ideales. Se debe tener en cuenta que los factores principales que rigen la granulometría deseada del agregado son: la superficie del agregado, que determina la cantidad de agua necesaria para humedecer todos los cuerpos sólidos, el volumen relativo ocupado por el agregado, la trabajabilidad de la mezcla; la tendencia a la segregación. (Fernanda Carrasco , 2014, p. 12)

b. Granulometría discontinua

Se definen como granulometrías discontinuas aquellas en las cuales se omite uno o más tamaños intermedios de partículas. Pueden ser empleadas para elaborar concretos más económicos cuando es necesario combinar agregados para obtener curvas continuas (Fernanda Carrasco , 2014, p. 13)

3.6.4.2. Contenido de humedad

Los agregados poseen poros y pueden estar llenos con agua, es decir tienen un cierto grado de humedad. Este ensayo consiste en pesar una muestra de agregado grueso a un proceso de secado y comparar su peso antes y después, para luego determinar el porcentaje de humedad.

3.6.4.2.1. Procedimiento:

Primeramente se dispone de la muestra según el tamaño del agregado Tabla 25. Luego se deposita la muestra en un recipiente para luego tarar y calcular la masa en una balanza calibrada con sensibilidad de 0.1%. Seguidamente ingresamos la muestra al horno a una temperatura de 110 ± 5 °C durante 24 h. Al momento de retirar la muestra del horno se deja reposar un tiempo determinado para que pueda enfriar y evitar daños. Finalmente se calcula el porcentaje del contenido de humedad mediante la siguiente fórmula.

$$P(\%) = \frac{W - D}{D} * 100$$

Dónde:

P = Contenido de humedad en porcentaje (%)

W = Masa inicial de la muestra (gr).

D = Masa de la muestra seca (gr).

Tabla 25

Requerimiento de muestra en peso según TMN

Tamaño máximo nominal del agregado (pulgadas)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
0.0187" (Nº4)	0.5
3/8"	1.5
1/2"	2.0
3/4"	3.0
1	4.0
1 1/2"	6.0
2"	8.0
2 1/2"	10.0
3	13.0

Fuente. ASTM C566

Para poder determinar los resultados del ensayo, es necesario tener el siguiente formato como se muestra a continuación: Tabla 26

Tabla 26

Formato para determinar el contenido de humedad

Contenido de Humedad			
Numero de ensayos	M1	M2	M3
A= Peso de la tara (gr)			
B= Peso de tara + muestra húmeda			
C= Peso de tara + muestra seca (gr)			
D= (B- A) : Peso M. húmeda (gr)			
E= Peso M. seca (gr)			
W% = (D-E)/E *100			
Humedad Promedio.(%)			

Fuente. ASTM C566 - 97

3.6.4.3. *Peso unitario*

El Peso Unitario es la relación entre el peso de un material y el volumen ocupado por el mismo, expresado en kg/m^3 . Es importante porque indica el grado de acomodamiento de las partículas. Al haber un mejor acomodamiento de las partículas, habrá mayor cantidad de granos y menos espacios vacíos, lo cual depende de la granulometría, forma, textura y tamaño del agregado. Se determina el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de vacíos de los agregados gruesos o la mezcla de ambos.

De acuerdo al tamaño máximo nominal de agregado grueso se elige la capacidad del recipiente con se indica en la Tabla 27

Con cuarteadoras obtener una muestra representativa según la norma ASTM C 702, el tamaño de la muestra será aproximadamente de 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente.

Tabla 27

Diferentes capacidades de recipientes de medida según TMN

Tamaño Máximo Nominal del Agregado		Capacidad de Recipiente de Medida	
mm	pulgadas	L (m^3)	Pie ³
12.5	1/2	2.8 (0.0028)	1/10
25.0	1	9.3(0.0093)	1/3
37.5	1 ½	14.0(0.014)	1/2
75.0	3	28.0(0.028)	1
112.0	4 ½	70.0(0.070)	2 ½
150.0	6	100.0(0.100)	3 ½

Fuente NTP 400.017

3.6.4.3.1. Procedimiento del ensayo peso unitario suelto:

Según Ana Torre Carrillo, (2014) para determinar el peso unitario suelto en primer lugar se llena el recipiente con una pala o cuchara hasta que rebose el recipiente desde una altura de 2", luego se enraza y finalmente calcular el peso unitario suelto p. 14

3.6.4.3.2. Procedimiento del ensayo peso unitario compactado:

Para poder determinar el peso unitario compactado se llena el recipiente con una pala o cuchara en tres partes iguales (3 capas) y con una varilla de acero estandarizada se apisona dando 25 golpes en cada capa, y en la última capa enrasar. Posteriormente se procede a calcular el peso unitario compactado.

Para poder determinar los resultados del ensayo, se realizó con la siguiente Tabla 28 que se detalla a continuación:

Tabla 28			
<i>Formato para análisis de peso unitario suelto y compactado</i>			
Peso unitario: Suelto y Compactado			
Parámetros	Agregados		
	M1	M2	M3
T= Peso del recipiente (kg)			
V= volumen del recipiente (m ³)			
G= P. del recipiente + Peso de muestra (kg)			
Peso unitario (G-T)/V			
Promedio del Peso Unitario (kg/m ³)			
Fuente. NTP 400.017			

3.6.4.4. *Peso específico*

Este ensayo es de suma importancia porque ayuda a determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca y el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. Para este ensayo el tamaño máximo será de 3/4”.

La cantidad (kg) requerida de agregado a ensayar será de acuerdo a la siguiente Tabla 29:

Tabla 29
Peso de muestra según tamaño máximo nominal

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12.5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5(1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18(40)

Fuente. NTP 400.021

Procedimiento:

El procedimiento del peso específico se realiza por medio del cuarteo del agregado grueso en un promedio de 3 kg para tamaño de 3/4” según Tabla 29. Posteriormente se satura la muestra durante 24 horas para luego ser secada superficialmente, pesar sobre una balanza calibrada y determinar el peso sumergido. A continuación, se pesa la muestra en la canastilla sumergida sobre un recipiente con agua. Seguidamente se extrae la muestra para ser llevada al horno y determinar

su peso seco, no olvidar pesar la canastilla sumergida, por último, se procede a calcular el peso específico.

Para poder determinar los resultados del ensayo, se realizará con la siguiente Tabla 30 que se detalla a continuación:

Tabla 30
Formato de análisis para determinar el peso específico

Peso Específico de los agregados				
Indicadores	M1	M2	M3	
A= Peso de la tara (gr)				
B= Peso de canastilla (gr)				
C= Peso sumergido + B (gr)				
D= Peso Seco + A (gr)				
E= Peso saturado + tara (gr)				
F= (C-B): Peso sumergido (gr)				
G= (D-A): Peso seco (gr)				
H= (E-A): Peso saturado				
Peso Esp. Aparente				
$H/(H-F)$ = Peso Esp. Saturado superficialmente seco				
$G/(G-F)$ = Peso Esp. Nominal				
$(H-G/G)*100$ = Absorción (%)				
Promedio del peso específico aparente (kg/m ³)				
Promedio del peso específico saturado superficialmente seco (kg/m ³)				
Promedio del Peso Específico nominal (kg/m ³)				
Absorción Promedio (%)				
Fuente. NTP 400.021				

3.6.5. Diseño de mezcla

3.6.5.1. Método ACI- 211

Las estimaciones del diseño se realizaron bajo la norma ACI 211.1, las cuales se rigen a procedimientos que a continuación se describen:

Si calculamos la resistencia a compresión requerida (f'_{cr}) según la resistencia a compresión especificada (f'_c), usando las siguientes formulas.

- a. Cuando se tiene datos de desviación estándar (S) en probetas específicas, se usa el máximo valor de:

$$F'_{cr} = f'_c + 1.33*S \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$F'_{cr} = f'_c + 2.33*S \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

- b. Cuando no se tiene registro de resistencia a compresión de probetas correspondientes a obras anteriores:

Tabla 31

Registro de resistencias según su resistencia a compresión requerida

f'_c (kg/cm)	f'_{cr} (kg/cm)
Menor de 210	$f'_c + 70$
210 - 350	$f'_c + 84$
Mayor de 350	$f'_c + 98$

Fuente: ACI 211.1

- c. Teniendo en cuenta el control de calidad en la obra

Tabla 32

Resistencia a compresión requerida según la calidad de obra

Nivel de control	f'_{cr} (kg/cm ²)
Regular a malo	$1.3*f'_c$ a $1.5*f'_c$
Bueno	$1.2*f'_c$
Excelente	$1.1*f'_c$

Fuente: ACI 211.1

- d. Calculamos el contenido de aire atrapado con la siguiente tabla:

Tabla 33
Porcentaje de aire atrapado

Tamaño Máximo del Agregado	% de aire atrapado
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: ACI 211.1

- e. Se calcula el volumen unitario de agua en l/m³ de concreto según la siguiente tabla:

Tabla 34
Requisitos aproximados de agua de mezclado

Cantidades aproximadas de agua de mezcla en kg o L por 1 m ³ de concreto en función del Slump y el tamaño máximo del agregado								
Slump	Tamaño máximo del agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Sin aire incorporado								
1" a 2 "	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4 "	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7 "	243	228	216	202	190	178	160	-
Con aire incorporado								
1" a 2 "	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4 "	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7 "	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: ACI 211.1

- f. Calculamos la relación agua/cemento por resistencia usando la siguiente Tabla 35:

Tabla 35

Relación agua/cemento en función a resistencia a compresión a los 28 días de curado

Relación de agua/cemento en peso		
f'c (kg/cm ²)	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: ACI 211.1

- g. Calculamos la cantidad de cemento en función a la relación agua/cemento (a/c) según la siguiente fórmula:

$$Cant. de Cemento = \frac{Cant. de Agua}{factor a/c}$$

Dónde:

Cant. de Cemento: Es la cantidad de cemento requerida por metro cúbico de concreto (kg).

Cant. de Agua: Cantidad de agua para la mezcla de concreto por unidad de volumen (l).

Factor a/c: factor de la relación agua cemento por resistencia según ACI 211.1.

- h. Cálculo del peso del agregado grueso por metro cúbico de concreto según la siguiente

Tabla 36:

- i. Por lo tanto, la cantidad de agregado grueso sería la multiplicación del factor por el peso unitario suelto compactado del agregado grueso.

$$Cant. de AG = \frac{b}{bo} * PUC$$

Dónde:

Cant. de AG: Es la cantidad de agregado grueso para un metro cúbico de concreto (kg).

b/bo: Es el factor de relación para agregados en un metro cúbico de concreto.

PUC: Es el peso unitario compactado del agregado grueso (kg/m³).

Tabla 36

Volumen de agregado grueso en función al módulo de finura del agregado fino

Volumen de agregado grueso por 1 m ³ de concreto vs módulo de fineza del agregado fino(b/bo)				
Tamaño máximo de agregado grueso	Módulo de fineza del agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.45	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1

Se calcula el volumen de agregado fino por el método de volúmenes absolutos según la siguiente expresión:

$$\text{Cant. de AF} = 1 - (\text{AG} + \text{Agua} + \text{Aire} + \text{Cant. de cemento})$$

Dónde:

Cant. de AF: Cantidad de agregado fino para un metro cubico de concreto (kg).

AG: Cantidad de agregado grueso en función al volumen unitario del concreto (m³).

Agua: Cantidad de agua en función al volumen unitario del concreto (m³).

Aire: Cantidad de aire atrapado en función del volumen unitario del concreto (m³).

Cant. de cemento: Cantidad de cemento en función del volumen unitario del concreto (m³).

- j. Se realiza la corrección por humedad y el aporte del agua a la mezcla en los agregados y finalmente se ordena los resultados como se muestra en la siguiente tabla Tabla 37

Tabla 37

Proporciones del diseño final de mezcla

Diseño de mezcla según su resistencia (ACI 211.1)					
Materiales	Unidad	Resistencia del concreto			Relación
		210	300	400	
		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	a/c
Cemento	kg	-----	-----	-----	-----
Agregado fino	kg	-----	-----	-----	-----
Agregado grueso	kg	-----	-----	-----	-----
Agua	lt	-----	-----	-----	-----

Fuente. Elaboración propia

Una vez conocida las propiedades físicas de los agregados gruesos se hizo el diseño de mezcla con la cantera patrón Unicon para las siguientes resistencias 210, 300 y 400 Kg/cm². Se elaboró 9 probetas por cada resistencia ya mencionada siguiendo las proporciones o dosificación del diseño patrón. Se puso a fraguar durante 24 horas para luego ser curadas por método de inmersión en la posa de curado.

Tabla 38

Cantidades de materiales para los diferentes diseños de mezcla

diseño de mezcla ACI 211			
Cantidad de probetas	9		
F'cr	Fc+55	Fc+50	Fc+148
Diseño de mezcla	210 kg/cm ²	300 kg/cm ²	400 kg/cm ²
Cemento (kg)	18.93	23.87	40.2
Agregado grueso (kg)	44.89	44.89	44.89
Agregado fino (kg)	48.05	43.99	30.53
Agua (lt)	12.91	12.49	12.33

Fuente. Elaboración propia

El ensayo a compresión se ejecutó a 7 días y 28 días de edad y a tracción por compresión diametral se realizó a los 28 días de edad.

3.6.6. Materiales y equipos

3.6.6.1. *Materiales*

Para este proyecto de investigación se utilizaron diferentes materiales según Tabla 39

Tabla 39

Materiales para la investigación

Descripción de materiales	Unid	Cantidad
Agregado grueso	kg	800
Agregado fino	kg	450
Roca Intacta	bloques	6
Cemento	bolsas	10
Agua	lt	350
Carretilla	unid	3
Palas, Chucharon	piezas	1
Balde	piezas	5
Bandeja	piezas	2

Fuente. Elaboración propia

3.6.6.2. *Equipos*

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizó los siguientes equipos mostrados en Tabla 40

Tabla 40
Herramientas y equipos para la investigación

Descripción de equipos	Unid	Cantidad
Trompo mezclador 1.14 Hp	unid	1
Horno	unid	1
Diamantina	unid	1
Máquina de tamices	unid	1
Prensa de concreto	unid	1
Balanzas	unid	1

Fuente. Elaboración propia

3.6.7. Instrumentos de recolección de datos, instrumentos y validación de instrumentos

3.6.7.1. Observación

Se tomó mucha importancia a efecto que puede generar el cambio de forma del espécimen en relación al ensayo de la resistencia a compresión y tracción de probetas cilíndricas de rocas de las diferentes canteras versus resistencia a compresión y tracción de probetas cilíndricas del concreto de diferentes canteras para luego analizar los resultados

3.6.7.2. Guía para la observación

Se realizó mediante diferentes formatos por tipo de ensayo que fueron proporcionados por el responsable a cargo de laboratorio de tecnología de concreto y materiales de la Universidad Peruana Unión. Se emplearán los siguientes formatos.

Tabla 41
Formatos de ensayos para uso en investigación

Formato de Ensayos
a. formato de ensayo granulométrico de los agregados gruesos
b. Formato para ensayo de contenido de humedad de los agregados
c. Formato para ensayo de absorción de los agregados
d. Formato para ensayo de peso unitario de los agregados
e. Formato para ensayo de peso específico de los agregados
f. Formato para anotar la resistencia a compresión de las probetas
g. Formato para apuntes de resistencia a tracción por compresión diametral

Fuente. Elaboración propia

Tabla 42
NTP y ASTM de los ensayos utilizados en investigación

Ensayos	Norma Peruana	ASTM
Análisis granulométrico del agregado grueso	NPT 400.012; 2013	ASTM C136
Ensayo de contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NPT 339.185; 2002	ASTM C 566
Ensayo para definir pesos volumétricos secos, sueltos y compactados	NTP 400.017; 2011	ASTM C 29
Ensayo para peso específico y porcentaje de absorción de agregado grueso	NTP 400.021; 2002	ASTM C 127
Ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland	NTP 339.183; 2009	ASTM C 143
Practica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio	NTP 339.183; 2009	ASTM C 192
Ensayo a la tracción por compresión diametral	NTP 339.089	ASTM C 496
Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas	NTP 339.034; 2008	ASTM C 39
Diseño de mezclas	Método del ACI 211 ,	

Fuente. Elaboración propia

3.6.8. Plan de procesamiento de datos

Esta investigación se llevó a cabo siguiendo el diagrama de flujo de proceso

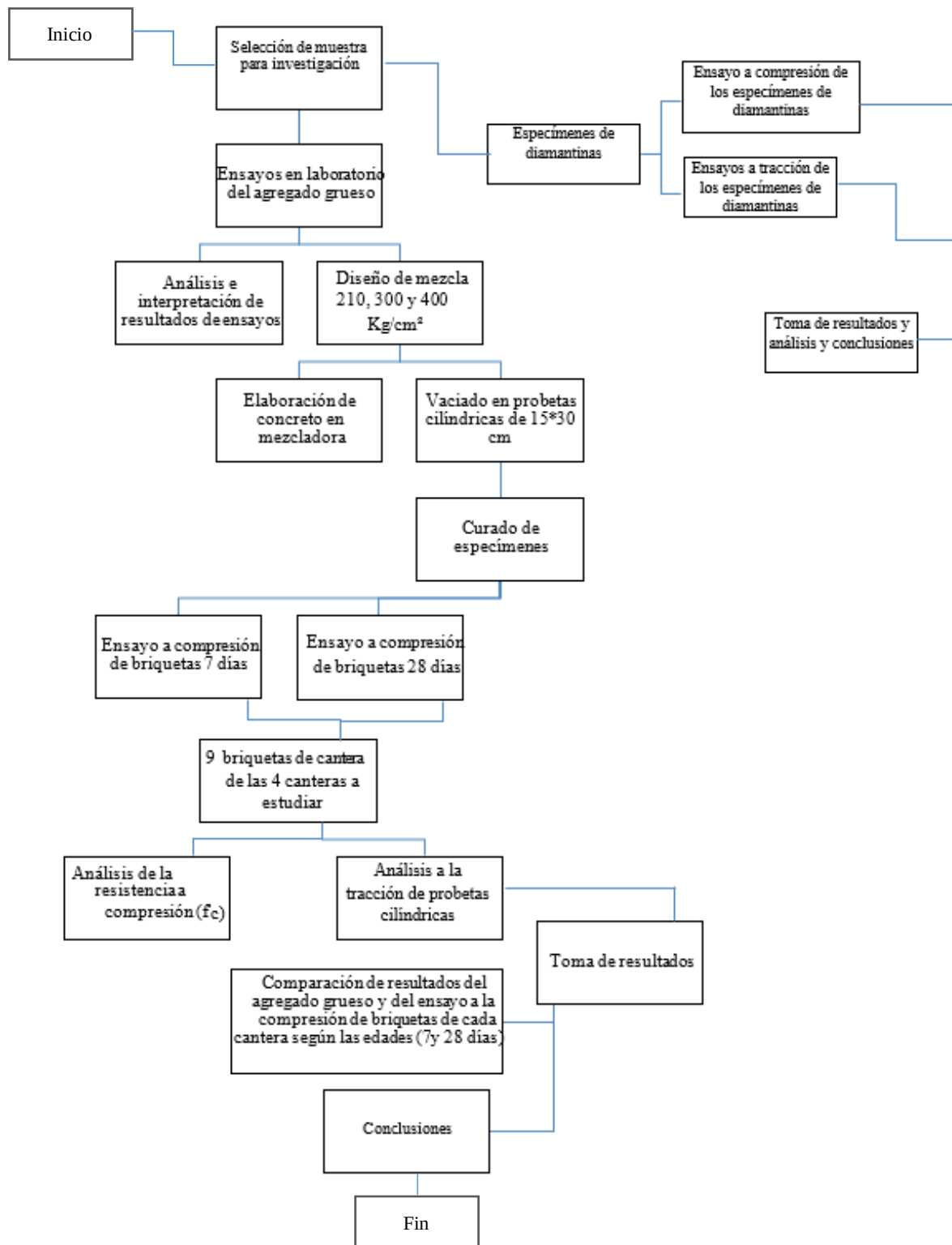


Figura 13. Diagrama de flujo de investigación

3.6.9. Técnicas de procesamiento de datos

La presente investigación se procesó y analizó la información recolectada según el siguiente plan de procesamiento de la información según Tabla 43

- Revisión crítica de la información recogida.
- Tabulación de cuadros según variables de la hipótesis
- Representar los resultados mediante gráficos estadísticos

Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y las hipótesis

Tabla 43

Técnicas e instrumentos para análisis e interpretación de datos

Técnicas	Instrumentos
Ensayos de laboratorio	Herramienta menor
	Briquetas de concreto
	Tanque de curado
	Prensa de concreto para compresión uniaxial y tracción indirecta

Fuente. Elaboración propia

3.6.10. Presentación y análisis de los resultados

3.6.10.1. Datos informativos

Para la presente investigación se realizó ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados gruesos, dosificación de concreto 210, 300 y 400 kg/cm²; utilizando agregados gruesos de las canteras que se detalla a continuación: los bancos de estudio se escogieron debido a su importancia referente ubicación geográfica.

3.6.10.2. Resultados esperados

1. Resistencia a compresión de rocas versus resistencia a compresión de concreto

Según revisión bibliográfica, fabricaron probetas de concreto para diferentes edades 3, 7, 14 y 28 días de curado. Se realizaron pruebas de resistencia a compresión para cada muestra para determinar la relación entre las propiedades físico mecánicas de los agregados gruesos correspondientes y la resistencia a compresión de los concretos. Las mediciones de resistencia se realizaron utilizando una prensa hidráulica universal de 3000 kN. Mientras tanto, las mediciones de deformación frente a las cargas se registraron simultáneamente mediante el uso de medidores de tensión y el registrador de datos para las pruebas de resistencia a compresión de 28 días. Finalmente, se calculó el módulo de Young (E_c) para cada concreto. (Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, 2018)

En esta investigación se realizó diferentes diseños de mezcla a 210, 300 y 400 kg/cm². Se efectuó ensayos a compresión de rocas de 5.04 cm de diámetro * 20 cm de longitud extraídas con diamantina de las diferentes canteras mencionadas. Se fabricó 27 probetas de concreto (15 cm de diámetro * 30 cm de longitud) de cada cantera. A los 7 y 28 días de edad fueron sometidas a ensayo de compresión y tracción por compresión diametral. Se evaluó las propiedades físico- mecánicas de los concreto endurecido y posteriormente serán analizados en gráficas.

Tabla 44

Propiedades físicas de los agregados gruesos de los resultados esperados

Propiedades físico mecánica de las rocas				
Propiedades	Cantera Admacon	Cantera Moviagregados	Cantera Unicon (patrón)	Cantera Piedra Azul
	Tonalita Hornblendita (TC)	Tonalita Cuarzifera (Tc)	Andesita, Riolita, (AR)	Andesita (A)
Peso específico (kg/m ³)	2589.00	1855.00	1968.00	1356.00
Módulo de Young (N/m ²)	14.15	13.62	7.39	1.72
Resistencia compresión (kg/cm ²)	1257.29	1116.57	705.63	790.53
Resistencia a tracción (kg/cm ²)	150.00	120.00	100.00	90.00

Fuente. Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)

Tabla 45

Propiedades mecánicas de los agregados gruesos de los resultados esperados

Propiedades físico mecánica del concreto					
propiedades	Cantera Admacon		Cantera Moviagregados	Cantera Unicon	Cantera Piedra Azul
	edad	TH	TC	AR	A
Peso específico (kg/m ³)	28	2,589.00	1,855.00	1,968.00	1,356.00
Módulo de Young (N/m ²)	28	13.50	12.00	11.90	7.80
Resistencia compresión (kg/cm ²)	7	324.26	314.07	304.89	207.00
	28	433.37	438.47	392.58	248.81
Resistencia a tracción (kg/cm ²)	28	301.72	298.90	286.00	204.12

Fuente. Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen, (2018)

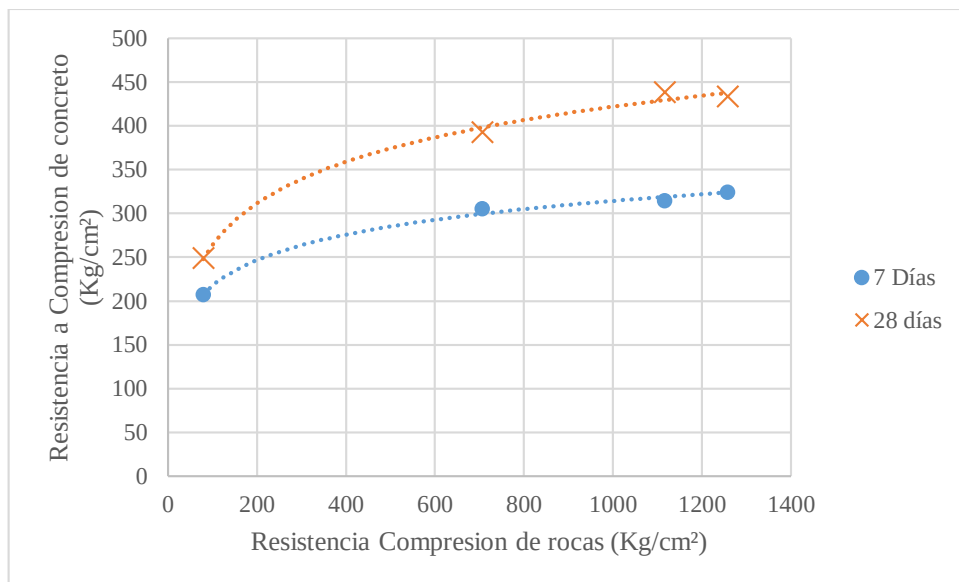


Figura 14. Relación de resistencia a compresión de los agregados gruesos y el concreto en diferentes tiempos de curado

En la Figura 14 se muestra la relación que existe entre la resistencia de la roca y la resistencia del concreto endurecido en diferentes edades de maduración. Se observa que, mientras mayor sea la resistencia del agregado grueso mayor influencia tiene en la resistencia del concreto.

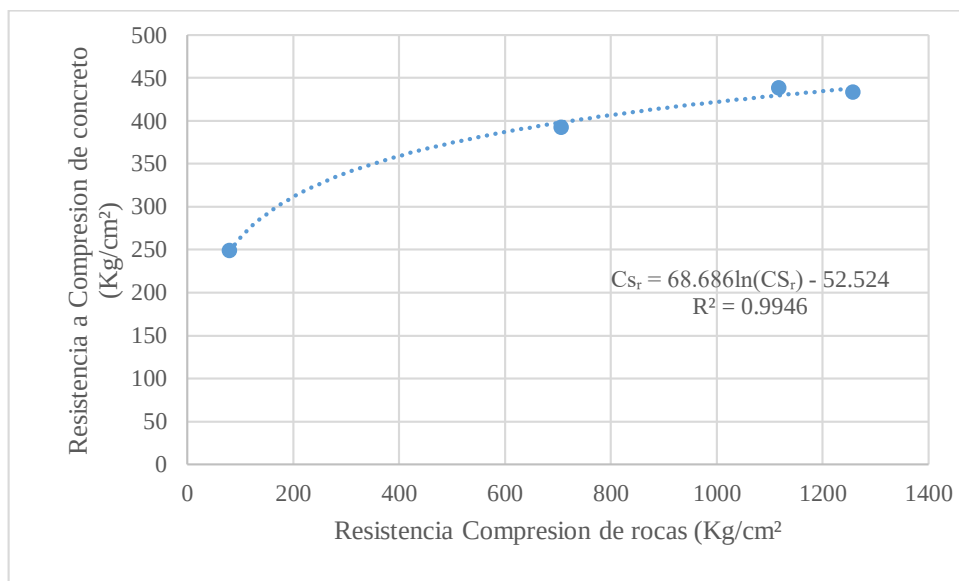


Figura 15. Relación resistencia a compresión de los agregados gruesos y el concreto endurecido

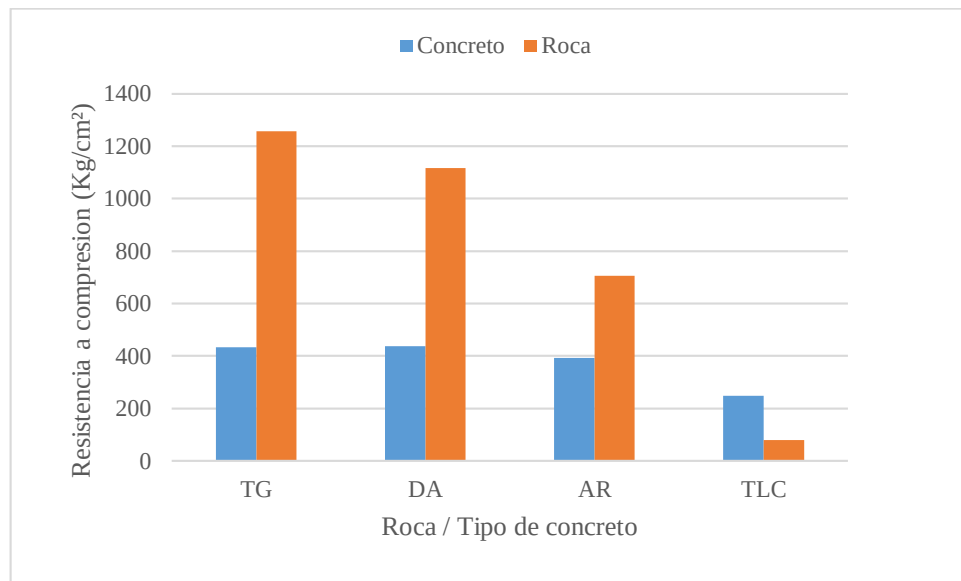


Figura 16. Relación de la resistencia a compresión del concreto según el tipo de roca y concreto

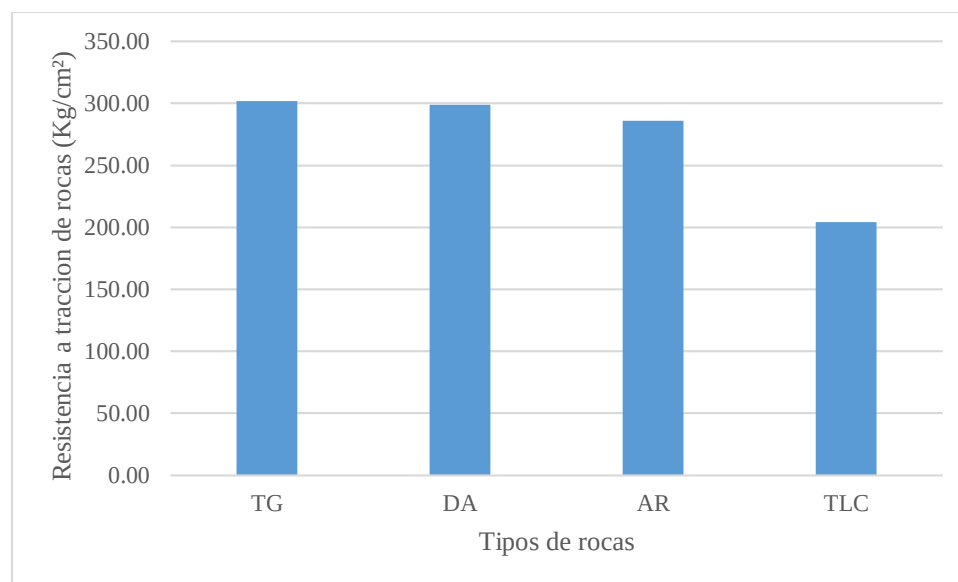


Figura 17. Relación de resistencia a tracción indirecta según el tipo de roca

Capítulo IV Resultados y discusiones

4.1. Propiedades físicas del agregado grueso

4.1.1. Análisis granulométrico

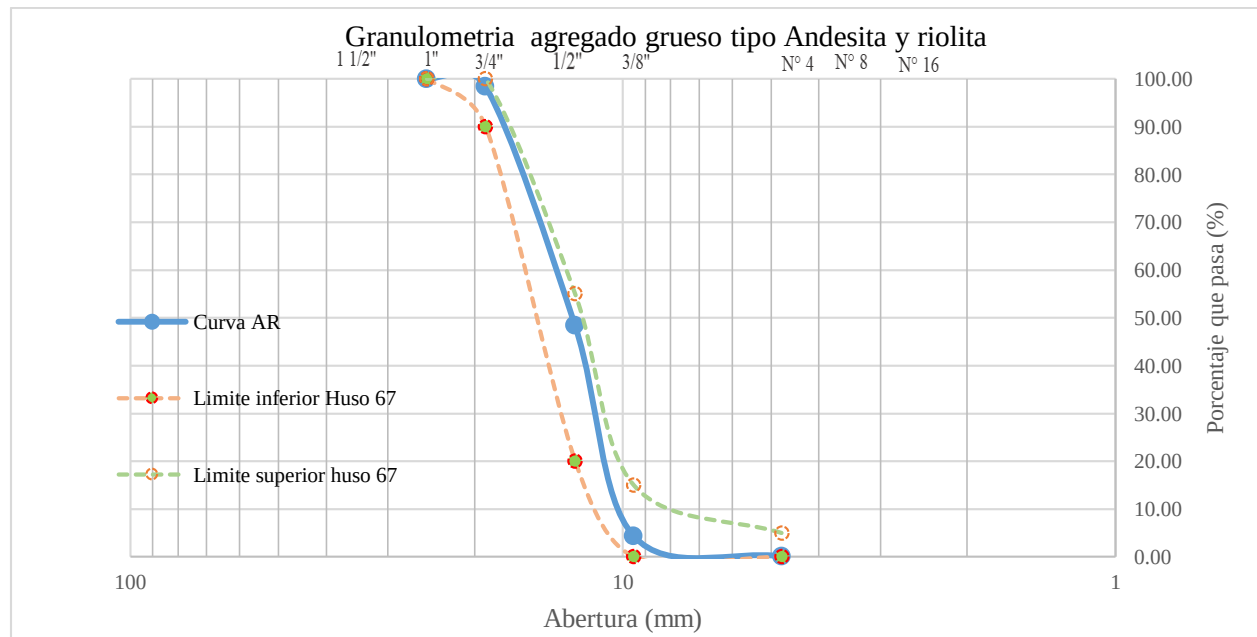
En la Tabla 64 nos muestra los datos, su procesamiento y el tamaño máximo nominal (TMN) de los agregados gruesos de (3/4”), el cual nos sirve en el diseño de mezcla para decidir el contenido del agua y el aire en el diseño de mezcla utilizando en método ACI-211

Tabla 46

Tamaño máximo nominal y módulo de finura de los tipos de agregados gruesos

Huso 67		Unicon (AR)	Admacon (TH)	Moviagregados (TC)	Piedra azul (A)
Tamaño nominal	máximo	3/4”	3/4”	3/4”	3/4”
Módulo de finura		6.97	6.94	6.79	6.96

Fuente. Elaboración propia



Según Figura 18 se aprecia que tiene una buena distribución de sus partículas, es decir que es un agregado grueso bien graduada, por lo que se encuentra en su totalidad dentro los parámetros granulométricos dispuestos por ASTM C33.

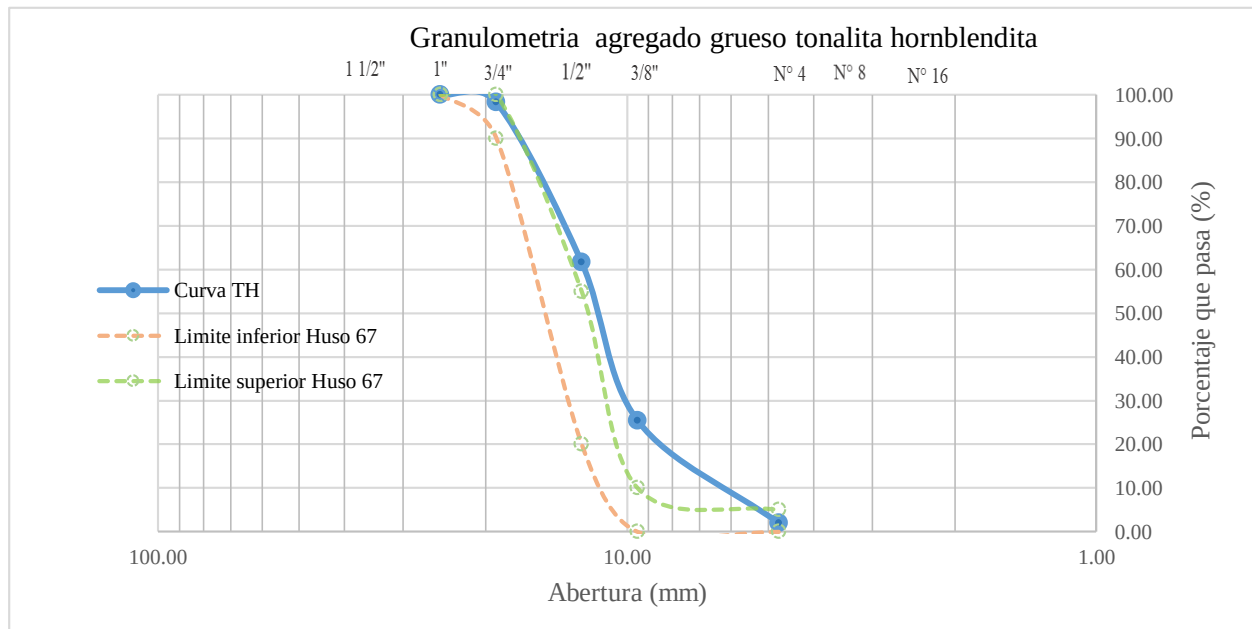


Figura 19. Curva granulométrica de agregado grueso tipo Tonalita Hornblendita

Según la Figura 19 se aprecia que los agregados gruesos de la cantera Admacon tiene exceso de partículas en el tamiz de 3/8" o 9.5 mm, por lo que no se encuentra dentro de los límites del huso 67. Se define como granulometría discontinua.

Según la Figura 20 se observa que el tipo de agregado grueso tonalita cuarcífera de la cantera Moviagregados, tiene una buena distribución de sus partículas y se encuentra dentro de los límites inferior y superior del huso 67. Se define como granulometría continua.

Según la Figura 21 se observa que el tipo de agregado grueso andesita de la cantera Piedra azul, tiene una buena distribución de sus partículas y se encuentra dentro del margen de los límites inferior y superior del huso 67. Se define como granulometría continua

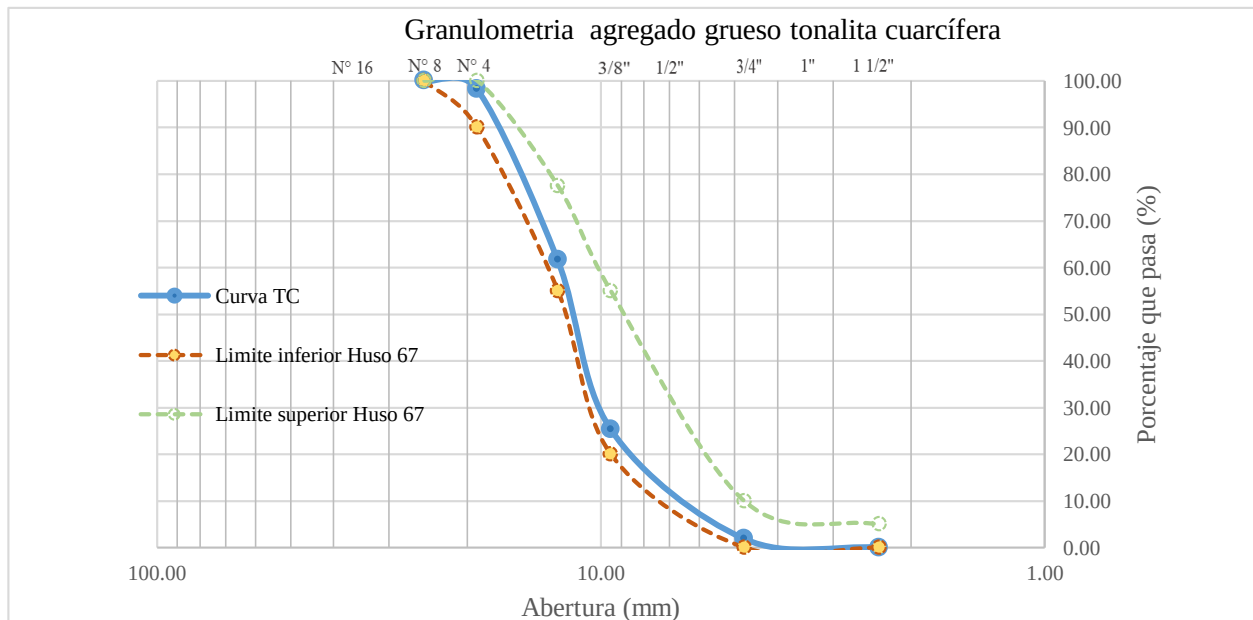


Figura 20. Análisis granulométrico del agregado grueso tipo Tonalita Cuarcífera

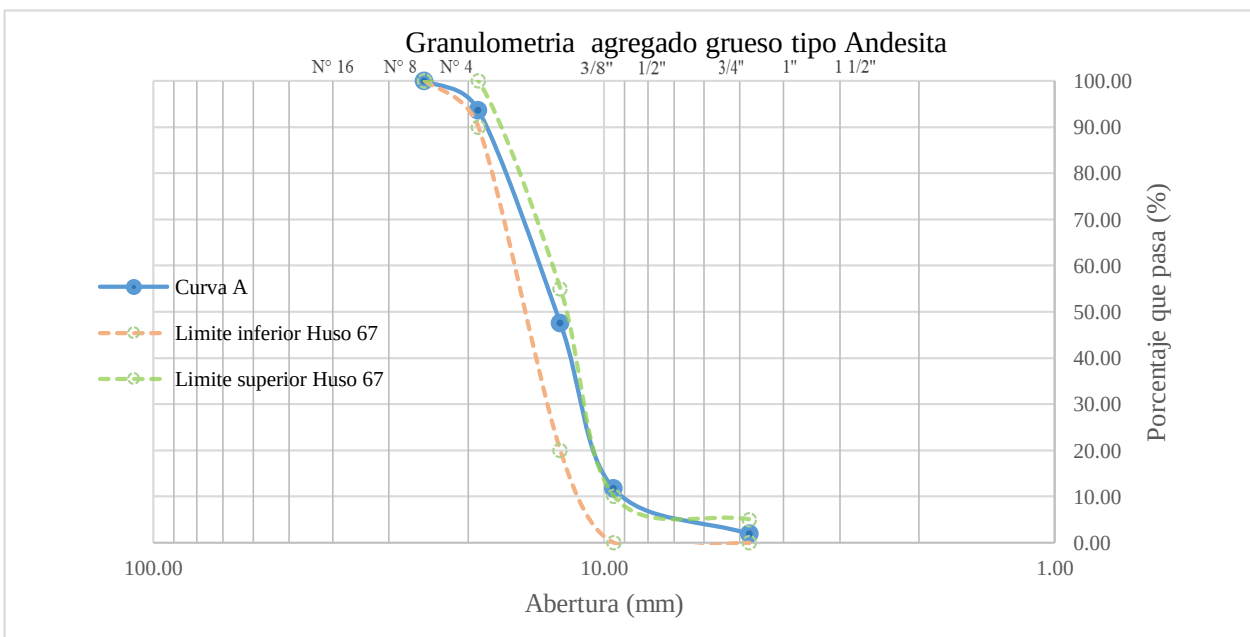


Figura 21. Análisis granulométrico del Agregado grueso tipo Tonalita Andesita

4.1.2. Peso unitario

ASTM C29; NTP 400.017. En la Tabla 47 los resultados de los ensayos de peso unitario de los diferentes tipos de agregados gruesos y nos muestran que el tipo Andesita y Riolita tienen mayor peso unitario suelto y compactado, y que al tener esta propiedad se puede acomodar y compactar mejor en el concreto.

El peso unitario suelto y compactado es un valor utilizado para métodos de diseño de mezclas, así como también puede utilizarse para convertir los pesos en volúmenes (NTP 400.017:2011). Generalmente el peso unitario no tiene un rango establecido. Según el autor Kılıç y Teymen, (2018) sostienen que el peso unitario suelto y compactado para el agregado grueso tipo andesita y tonalita tienen 1970 y 1740 kg/m³. Por otra parte, Zamora y Corrales (2012) concluyen que los agregados gruesos mencionados lienas arriba tienen un peso unitario suelto y compactado de 1263 y 1454 kg/m³ y para el tipo de agregado grueso tonalita oscilan en 1630 y 1797 kg/m³ respectivamente. Según los resultados obtenidos por los autores mencionados, no coinciden con los pesos unitarios sueltos y compactados de esta investigación como se muestra en la Tabla 47 .

Tabla 47
Análisis de peso unitario de los tipos de agregados gruesos

Descripción		Tipo de agregados			
		AR	TH	TC	A
Peso unitario suelto (PUS)	kg/m ³ /gr/cm ³	1280.40 / 1.28	1160.16 / 1.16	1101.94 / 1.10	1180.55 /1.18
Peso unitario compactado (PUC)	kg/m ³ /gr/cm ³	1418.20/ 1.42	1290.88 /1.29	1252.99 / 1.25	1324.17 / 1.32

Fuente. Elaboración propia

Nota: AR, andesita y riolita; TH, tonalita hornblendita; TC, tonalita cuarcífera y A, andesita

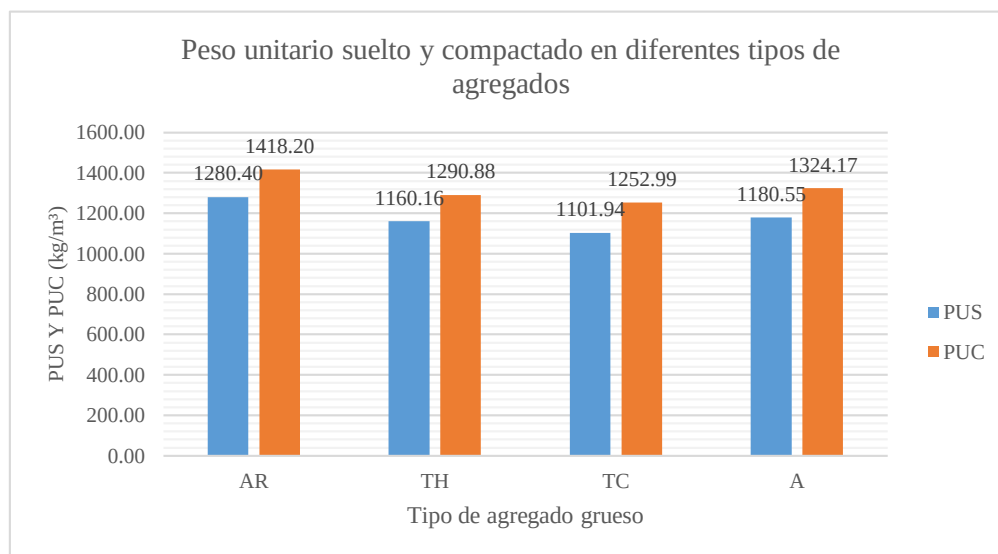


Figura 22. Peso unitario suelto y compactado de los tipos de agregados gruesos

Nota: AR, andesita y riolita; TH, tonalita hornblendita; TC, tonalita cuarcífera y A, andesita

En la Figura 22 se observa que los agregados gruesos de tipo andesita de las canteras Unicon y Piedra Azul tienen mayor peso unitario suelto y compactado en comparación con los agregados de tipo Tonalitas correspondiente a la cantera Admacon y Moviagregados

El agregado grueso de tipo Andesita de la cantera Piedra azul tuvo un peso unitario promedio de PUS y PUC de 1180.55 y 1324.17 kg/m³, por características de su granulometría continúa, la forma angular y alargado con su textura áspera. De igual forma, el agregado grueso de tipo TH de la cantera Admacon tuvo peso unitario promedio de PUS y PUC de 1160.16 y 1290.89 kg/m³ por características en su granulometría discontinua, la forma irregular y su textura áspera. El agregado grueso de tipo AR de la cantera Unicon tuvo mayor peso unitario en PUS y PUC de 1280.40 y 1418.20 kg/m³, por características su granulometría, la forma mixta entre redondeado y angular, y textura granular y áspera. El agregado grueso de tipo TC de la cantera

Moviagregados tuvo un peso unitario promedio de PUS y PUC de 1101.94 y 1252.99 kg/m³, por características de su la forma irregular con textura áspera.

4.1.3. Contenido de humedad

ASTM C566; NTP 339.185. El contenido de humedad del agregado depende mucho del lugar en que se encuentra (canteras en cerros o en bordes de ríos), sus resultados no son conocidos ni tienen un rango establecido. Principalmente el contenido de humedad influye mucho en la resistencia a compresión variando la relación agua/cemento (a/c).

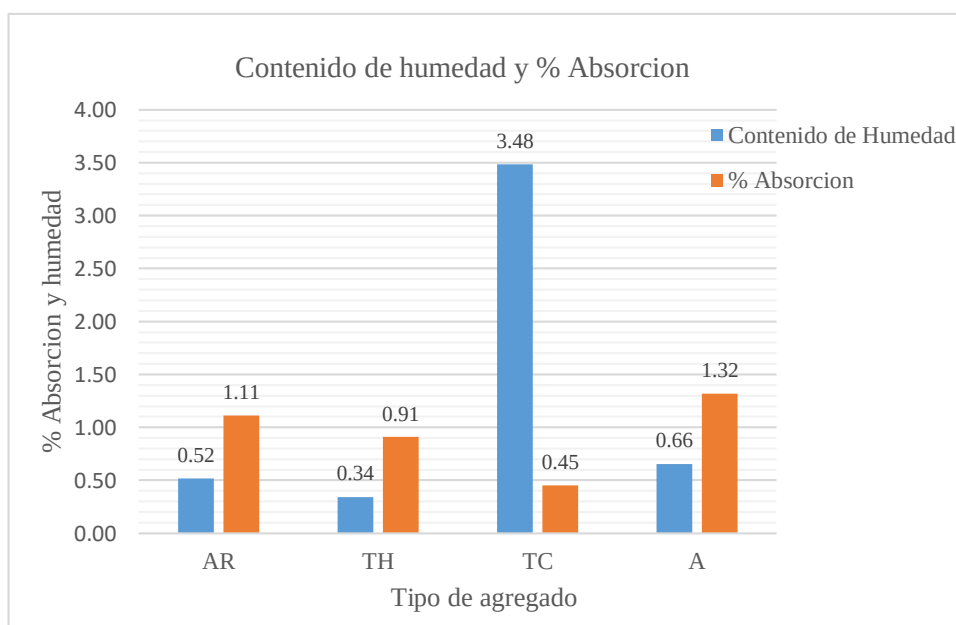


Figura 23. Contenido de humedad y porcentaje de Absorción

Nota: AR, andesita y riolita; TH, tonalita hornblendita; TC, tonalita cuarcífera y A, andesita

En la Figura 23 se observa que el tipo de agregado Tonalita cuarcífera (TC) por pertenecer a deposito aluvial tiene mayor contenido de humedad 3.48 % y a la vez menor porcentaje de absorción 0.45%. Al tener estos resultados puede alterar el factor agua /cemento y por ende hacer variar la consistencia del concreto. Para los diferentes tipos de agregados, se tiene que tanto la Andesita tiene un porcentaje de 1.32 % de absorción y que coincide con Gonzales et al. (2002).

Para la roca tipo Tonalita tiene valores de 0.45 y 0.91 % lo cual coinciden con el autor Beshr y Almusallam (2002).

La humedad natural de los cuatro tipos agregados gruesos forman dos grupos. Primer grupo agregados de orígenes de cerros, como son: Andesita y riolita, Tonalita hornblendita y Andesita con porcentajes de 0.52 , 0.34 y 0.66. Segundo grupo, agregados de origen de depósito aluvial como agregado grueso de tipo Tonalita que tienen alto porcentaje de humedad de 3.48 % y que hubo una variación en el factor agua/cemento durante el mezclado.

En las Tabla 76, 77, 78 y 79 se muestran los datos, el procesamiento de los mismos y los resultados finales de la humedad de los agregados gruesos, obtenidos del promedio de la elaboración de tres ensayos por muestra de agregado, a fin de que los resultados sean confiables.

4.1.4. Peso específico y absorción

ASTM C 127; NTP 400.021. El peso específico es un indicador de calidad para un diseño de mezcla que permite la relación de su peso con respecto al peso de un volumen absoluto de agua, si se emplea una buena calidad de material, el concreto resultante será más denso. El peso específico varía aproximadamente entre 2.50 gr/cm³. a 2.75 gr/cm³., considerándose ligeros menores a 2.5 gr/cm³., pesado mayor a 2.75 gr/cm³. y normales varía entre 2.50 gr/cm³. a 2.75 gr/cm³. Se observa en la Figura 24 que el agregado grueso tipo Tonalita cuarcífera tiene menos peso específico 2.67 gr/cm³ en relación con los demás agregados y esto en gran parte tiene que ver con su formación geológica ya que proviene de los conglomerados de depósitos aluviales. A partir de investigaciones encontradas como Gonzales de Vallejo et al. (2002), Beshr y Almusallam, (2002) tienen relación con los resultados obtenidos en esta investigación según la Figura 24,

quienes señalan que el peso específico de los agregados grueso de tipo Andesita, Tonalita y Riolita oscilan entre valores de 2.2 - 2.85; 2.7 – 2.85 y 2.4 – 2.6 gr/cm³ respectivamente.

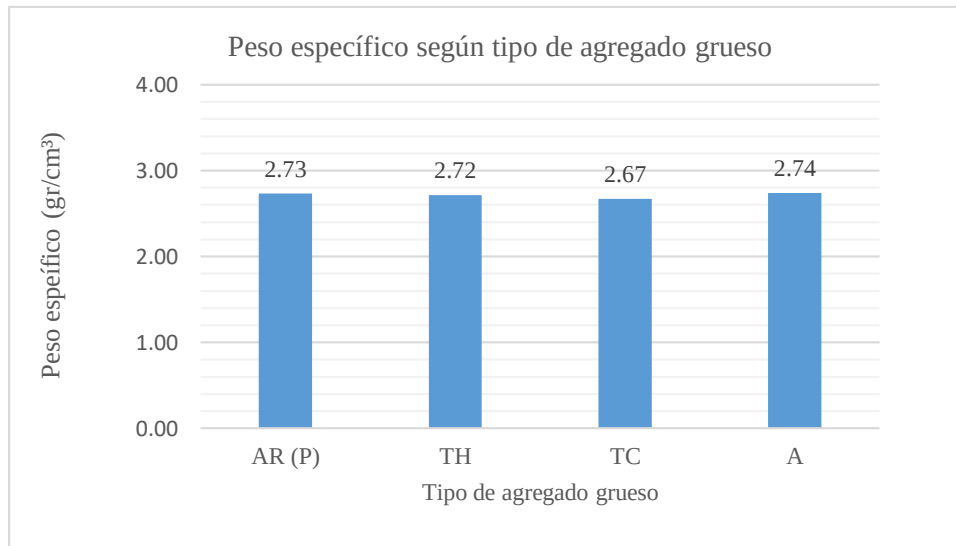


Figura 24. Peso específico de los tipos de agregado grueso

Nota: AR, andesita y riolita; TH, tonalita hornblendita; TC, tonalita cuarcífera y A, andesita

En las Tabla 80, 81, 82 y 83, aparecen datos, su procesamiento y los resultados del peso específico de la masa del agregado grueso, donde se concluye que el agregado tipo tonalita cuarcífera tiene el menor peso específico de 2.67 gr/cm³, esto se debe al alto contenido de mineral de plagioclasa (ortoza) y cuarzo. Ver ANEXO G

4.1.5. Forma de los agregados gruesos

Tabla 48

Forma y textura de los tipos de agregados gruesos

Tipo de agregado grueso	Forma y textura	Ilustración
Andesita y riolita (R)	Irregular y redondeado con textura áspera y suave	
Tonalita hornblendita (TH)	Irregular con textura granular	
Tonalita cuarcífera (TC)	Irregular con textura áspera	
Andesita (A)	Angular y alargado con textura granular	

Fuente. Elaboración propia

4.1.6. Resumen de las propiedades físicas de los agregados gruesos

En la Tabla 49 se presenta el resumen de las propiedades físicas de los tipos de agregados AR, TH, TC y A gruesos que se analizaron

Tabla 49
Resumen de las propiedades físicas del agregado grueso y fino

Propiedades	Unidad	Unicon (A R)	Admacon (TH)	Moviagregados (TC)	Piedra azul (A)	Lima I (G)
Tamaño máximo nominal	.....	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	Nº4
Módulo de finura	.....	6.97	6.94	6.79	6.96	3.11
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,280.40	1,160.16	1,101.94	1,180.55	1250.05
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,418.20	1,290.88	1,252.99	1,324.17	1402.81
Contenido de humedad	%	0.52	0.34	3.48	0.66	0.99
Porcentaje de absorción	%	1.11	0.91	0.45	1.32	1.42
Peso específico	gr/Cm ³	2.73	2.72	2.67	2.74	2.54

Fuente. Elaboración propia

Nota: Agregado grueso: AR: Andesita y riolita, TH: Tonalita Hornblendita, TC: Tonalita cuarcífera y A: Andesita y Agregado fino, G: Granodiorita

4.2. Propiedades mecánicas del agregado grueso

4.2.1. Ensayo de compresión uniaxial de rocas

Los ensayos de RCU se realizaron en laboratorio de mecánica de rocas de la Universidad Nacional de Ingeniería según la norma ASTM D2938 - 95. Ver ANEXO H

Tabla 50
Resistencia de compresión uniaxial de tipos de rocas

Cantera	Tipo de roca	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	RCU (kg/cm ²)	RCU (MPa)
Piedra azul	A	5.48	11.22	486.10	2108.00	206.70
Moviagregados	TC	5.48	10.48	481.80	2081.00	204.00
Admacon	TH	5.48	11.00	450.70	1950.00	191.20

Fuente. Laboratorio de mecánica de rocas (Universidad Nacional de Ingeniería)

Nota: Tipo de roca A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

A partir de los resultados encontrados según Gonzales de Vallejo et al., (2002), Attewell y Farmer, (2012) y Salinas, (2018). coinciden en los resultados de esta investigación en los tres tipos de rocas. Por ejemplo, la roca tipo Tonalita de 180 – 250 MPa y en esta investigación 191.2 y 204.0 MPa según Tabla 50.

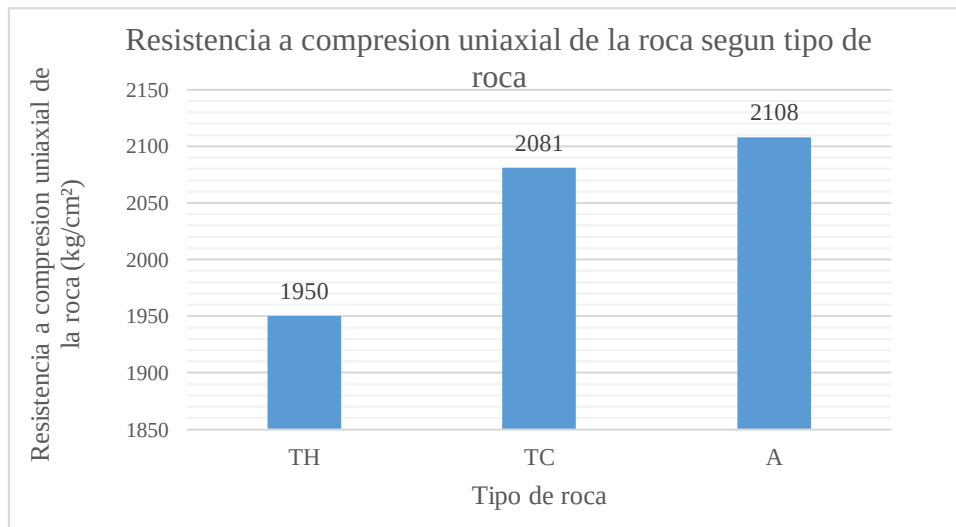


Figura 25. Resistencia a compresión uniaxial de la roca según tipo de roca

4.2.2. Ensayo a tracción indirecta

Los ensayos de resistencia a tracción indirecta se realizaron en laboratorio de mecánica de rocas de la Universidad Nacional de Ingeniería según la norma ASTM D 3967-95, dando los siguientes resultados: Ver ANEXO H

Tabla 51

Resistencia a tracción indirecta (Ensayo brasilero) según tipo de roca

Cantera	Tipo de roca	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	RTI (kg/cm²)	RTI (MPa)
Piedra azul	A	5.48	3.07	44.0	170	16.6
		5.48	2.82	40.0	168	16.5
		5.48	2.71	38.0	166	16.3
Promedio:					168	16.5
Moviagregados	TC	5.48	2.96	40.0	160	15.7
		5.48	2.62	36.0	163	16.0
		5.48	2.67	38.0	169	16.5
Promedio:					164	16.1
Admacon	TH	5.48	2.88	37.0	152	14.9
		5.48	3.04	40.0	156	15.3
Promedio:					154	15.2

Fuente. Laboratorio de mecánica de rocas (Universidad Nacional de Ingeniería)

Nota: Tipo de roca A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

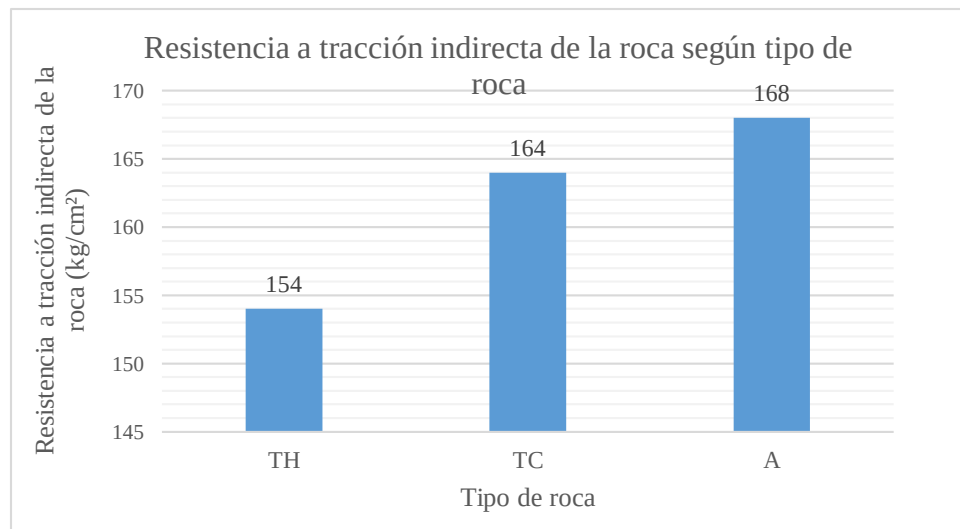


Figura 26. Resistencia a tracción indirecta de la roca según tipo de roca

A partir de los resultados encontrados en la resistencia a tracción indirecta según los autores Kılıç y Teymen, (2018) nos indica que Andesita 15,47 MPa y Tonalita 7.23 MPa no coincide con nuestros resultado obtenidos en Tabla 51 que indica la andesita tiene RTIr de 16.5 MPa y Tonalitas 16.1 MPa y de igual forma Salinas, (2018) indica que Andesita esta en 17.91 MPa No es acorde con los resustados de esta investigacion en los tres tipos de rocas.

4.3. Agua

4.3.1. Contenido de pH

Para determinar el contenido de pH se realizó tres ensayos en laboratorio de ingeniería ambiental de los cuales se presenta en el siguiente Tabla 52

Tabla 52

Determinación del contenido de pH

Agua de tecnología de concreto y materiales

Muestra	pH
M-1	7.42
M-2	7.55
M-3	7.66
Promedio	7.54

Fuente. Elaboración propia



Figura 27. Contenido del pH de agua para el concreto

Según M.S. Shetty, (2005), nos indica que pH del agua de mezclado debe estar entre 4.5 y 8.5. En esta investigación se llegó a comprobar el contenido de pH 7.54. lo cual es un agua apta para el amasado del concreto, estando dentro de los parámetros o requisitos para elaborar un concreto. p. 119

4.3.2. Diseño de mezcla

El procedimiento y cálculo se encuentra en ANEXO E

Los diseños de mezcla $f'c=210$, 300 y 400 kg/cm², se hicieron considerando las propiedades físicas de los agregados grueso de la cantera Unicon (patrón) y agregado fino de la cantera Lima I.

Tabla 53

Datos de las propiedades físicas del agregado patrón (cantera Unicon)

Agregados	Fino	Grueso	Portland tipo I
perfil		Angular	
Peso unitario Suelto (kg/m ³)	1,250.05	1,280.40	...
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1,402.81	1,418.20	...
Peso específico (kg/m ³)	2541.20	2732.00	3.12 gr/cm ³
Módulo de fineza	3.11	6.97	...
TMN (pulg)		3/4	...
Absorción (%)	1.42	1.11	...
humedad (%)	0.99	0.52	...

Fuente. Elaboración propia

4.3.2.1. Resultados de diseño

A continuación, se presenta los tres diseños de mezclas en peso húmedos, para el agregado patrón andesita y riolita de la cantera Unicon y Lima I.

✓ **Diseño 210 kg/cm²**

Tabla 54

Presentación del diseño de mezcla 210 kg/cm²

	Cemento	Ag fino	Ag grueso	agua
Peso de diseño (kg)	360.60	915.61	855.35	224.99
Factor cemento	360.60	360.60	360.60	8.48
Proporción diseño	1.00	2.54	2.37	26.52

Fuente. Elaboración propia

✓ **Diseño 300 kg/cm²**

Tabla 55

Presentación del diseño de mezcla 300 kg/cm²

	Cemento	Ag fino	Ag grueso	Agua
Peso de diseño (kg)	454.74	838.17	855.35	224.66
Factor cemento	454.74	454.74	454.74	10.70
Proporción diseño	1.00	1.84	1.88	21.00

Fuente. Elaboración propia

✓ **Diseño 400 kg/cm²**

Tabla 56

Presentación del diseño de mezcla 400 kg/cm²

	Cemento	Ag fino	Ag grueso	Agua
Peso de diseño (kg)	765.96	582.17	855.35	223.56
Factor cemento	765.96	765.96	765.96	18.02
Proporción diseño	1.00	0.76	1.12	12.40

Fuente. Elaboración propia

Proporción en materiales para 9 probetas por 4 canteras

Tabla 57

Resultados finales del diseño de mezcla del agregado patrón (Unicon)

	Cantidad de materiales		
Diseño de mezcla	210 kg/cm ²	300 kg/cm ²	400 kg/cm ²
Relación a/c	0.60	0.48	0.28
Volumen 9 probetas (m ³)	0.052	0.052	0.052
Cemento (kg)	18.93	23.87	40.20
Agregado fino (kg)	48.05	43.99	30.55
Agregado grueso (kg)	44.89	44.89	44.89
Agua (lt)	12.91	12.79	12.33

Fuente. Elaboración propia

En la Figura 28 se observa la importancia que tiene el agregado grueso ya que es uno de los componentes del concreto que más porcentaje de intervención en peso tiene en los diferentes diseños de mezclas (36%), para luego sumarse el agregado fino, el cemento y el agua. En total los agregados tanto grueso como fino promedian un valor de 70% en relación al volumen total del concreto.

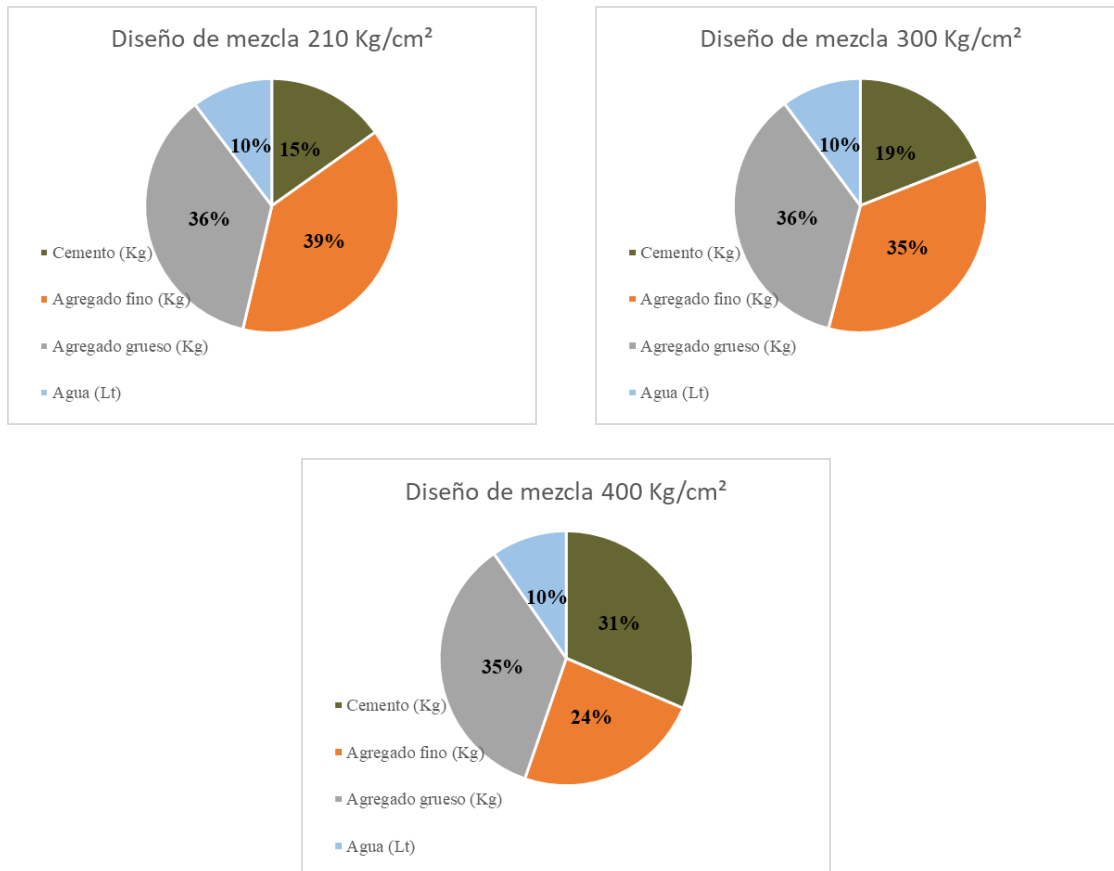


Figura 28. Dosificación para diferentes diseños de mezclas

4.4. Propiedades del concreto en estado fresco

4.4.1. Asentamiento del concreto (Slump)

Normativa NTP 330.035; ASTM C143

En la

Figura 29, se observa la gran diferencia de asentamiento que existe entre los diferentes tipos de agregados. El diseño asumido para los diferentes tipos de diseño fue de 3" a 4" (7.6 cm a 10.16 cm). Se observa que el tipo de agregado TH (Tonalita Hornblendita) de la cantera Admacon no cumple en el diseño de mezcla $f'c = 300$ y 400 kg/cm^2 , ya que tiene un asentamiento de 6.35 y 6.99 cm. El tipo de agregado A (Andesitas) de la cantera Piedra azul no cumple con el diseño de mezcla 300 kg/cm^2 ya que tuvo un asentamiento de 6.03 cm. Los agregados gruesos de tipo TC (Tonalita Cuarcífera) fueron más fluidas por tener mayor contenido de humedad y por formar parte de depósito aluvial, teniendo un asentamiento de 8.26, 8.89 y 8.26 cm en sus respectivos diseños de mezcla.

Tabla 58

Asentamiento del concreto según tipo de agregado y diseño de mezcla

		Unicon (patrón)		Admacon		Moviagregados		Piedra azul	
Ensayo	Diseño	AR (pulg y cm)		TH (pulg y cm)		TC (pulg y cm)		A (pulg y cm)	
Asentamiento	210 kg/cm^2	3 1/2"	8.89	3 1/4"	8.26	3 1/2"	8.89	3 3/4"	9.53
	300 kg/cm^2	3 1/4"	8.26	2 1/2"	6.35	3 3/4"	9.53	2 3/8"	6.03
	400 kg/cm^2	3 "	7.62	2 3/4"	6.99	4"	10.16	3 1/2"	8.89

Fuente. Elaboración propia

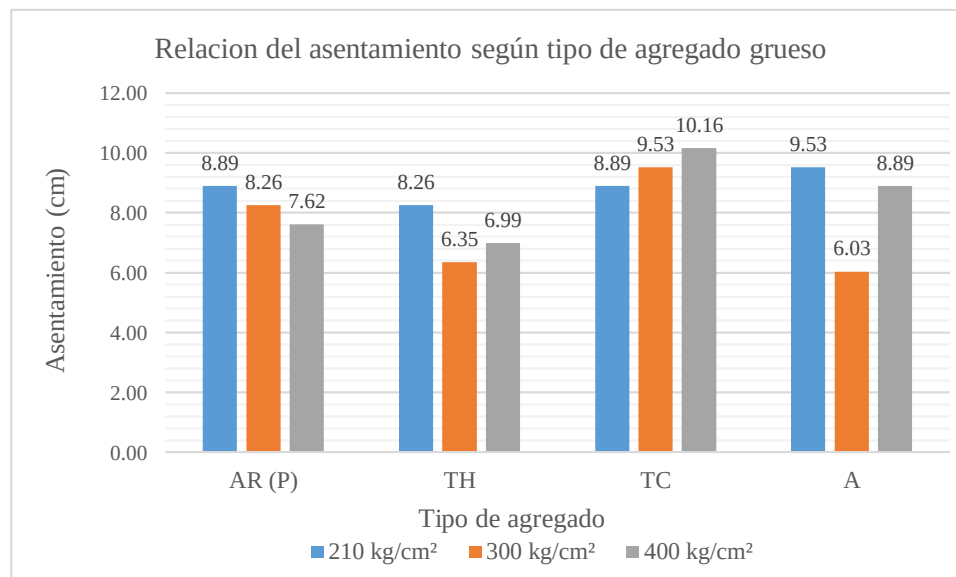


Figura 29. Asentamiento del concreto para diferentes tipos de agregados gruesos según diseño

de mezcla

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la

Figura 29 se aprecia que el agregado grueso tipo Andesita y riolita (patrón) en los diseños de mezcla 210, 300 y 400 kg/cm² tiene un buen comportamiento con respecto a la consistencia del concreto y la relación agua/cemento de los diferentes diseños de mezclas mencionados. A partir de la dosificación con las propiedades físicas del agregado grueso de la andesita y riolita, se elaboraron concretos con los tres tipos de agregados gruesos. Por tal motivo en la

Figura 29 se muestra los diferentes comportamientos de la consistencia del concreto, identificando que no hay una buena relación de asentamiento con los agregados gruesos tipo Tonalita hornblendita, Tonalita cuarcífera y Andesita. Esto se debe a que las propiedades físicas (granulometría, contenido de humedad, peso específico y porcentaje de absorción) del agregado grueso tipo Andesita y riolita no son las mismas que los demás agregados gruesos mencionados líneas arriba y por tal motivo tuvieron un comportamiento disperso.

4.5. Propiedades mecánicas del concreto endurecido

En la Tabla 59 se presenta las resistencia a compresión uniaxial y resistencia a tracción indirecta del concreto y de los agregados, según los tipos de agregados gruesos y diseño de mezcla 210, 300 y 400 kg/cm².

Tabla 59

Resumen de las propiedades mecánicas del concreto, el agregado y su influencia

		Resistencia a compresión uniaxial (RCUc)					Influencia %		
Cantera	Tipo roca	210 (kg/cm ²)	300 (kg/cm ²)	400 (kg/cm ²)	RCU _r (MPa)	RCU _r (kg/cm ²)	210	300	400
Admacon	TH	223.45	356.64	391.02	191.20	1950.00	11.46	18.29	20.05
Moviagregados	TC	222.96	362.98	413.73	204.00	2081.00	10.71	17.44	19.88

Piedra Azul	A	213.61	351.78	384.79	206.70	2108.00	10.13	16.69	18.25
Resistencia a tracción por compresión diametral (RTCD)						Influencia %			
Cantera	Tipo roca	210 (MPa)	300 (MPa)	400 (MPa)	RTI _r (MPa)	RTI _r (kg/cm ²)	210	300	400
Admacon	TH	1.78	2.54	2.03	15.20	154.00	11.70	16.70	13.33
Moviagregados	TC	2.15	2.35	2.73	16.10	164.00	13.37	14.57	16.94
Piedra Azul	A	2.09	2.15	2.57	16.50	168.00	12.69	13.06	15.55

Fuente. Elaboración propia

Nota: Agregado grueso: TH: Tonalita Hornblendita, TC: Tonalita cuarcífera y A: Andesita

4.5.1. Resistencia a compresión uniaxial del concreto

En la Tabla 60 en relación al concreto patrón (224.05 kg/cm²) se tiene que los agregados tipo TH y TC llegaron a un promedio de 99 % y el agregado tipo A en un 95 %. En un concreto patrón (330.84 kg/cm²) se tiene que los agregados tipo TH =108 % y TC llegaron a un 110 % y A = 95 %. Para un concreto patrón de (419.56 kg/cm²) se tiene que los agregados tipo TH = 93 % y TC llegaron a un 99 % y el agregado grueso tipo A = 92%. El tipo de agregado grueso TC tiene mejor comportamiento en los tres diseños de mezcla 210, 300 y 400 kg/cm² y esto se debe a que los agregados son limpios con forma irregular y textura áspera. Estos agregados presentan 68.59 % de dos o más caras fracturas ya que según norma MTC E210 - 2000 requieren como mínimo 40 % para zonas < 3000 msnm.

Tabla 60
Resistencia a compresión uniaxial a 28 días

Cantera	Tipo de agregado	Diseño de mezcla			% según patrón de diseño		
		210 kg/cm ²	300 kg/cm ²	400 kg/cm ²	210 kg/cm ²	300 kg/cm ²	400 kg/cm ²
Unicon (patrón)	AR	224.05	330.84	419.56	(%)		
Admacon	TH	223.45	356.64	391.02	99.73	107.80	93.20
Moviagregados	TC	222.96	362.98	413.73	99.51	109.71	98.61
Piedra azul	A	213.61	351.78	384.79	95.34	106.33	91.71

Fuente. Elaboración propia

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

4.5.1.1. Resistencia a compresión uniaxial del concreto según tipo de agregado grueso y edad de madurez

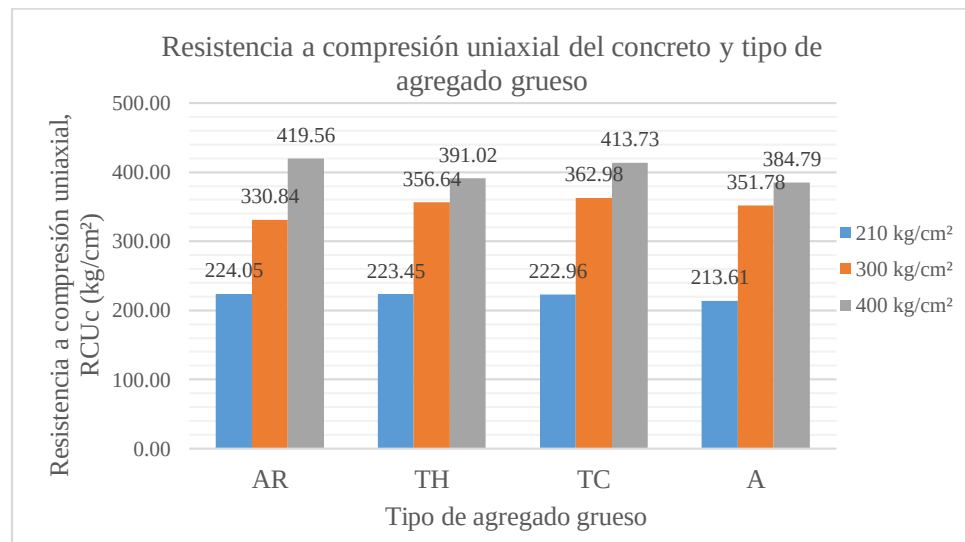


Figura 30. Relación de resistencia a compresión uniaxial del concreto, RCUc (kg/cm²) con el tipo de agregado grueso

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la Figura 30 se muestra que el agregado tipo Tonalita cuarcífera tiene mejor comportamiento en los tres diseños de mezclas. Ya que, por su forma angular, textura áspera o rugosa y con menor porcentaje de absorción de 0.45 %, brinda una mejor adherencia entre la pasta y el agregado grueso. Así mismo para Portugal (2010), considera que para resistencias de alto

desempeño el agregado ideal debe ser 100% agregado chancado de perfil angular y textura rugosa, limpio, duro, resistente, poco absorbente.

En la

Figura 31 se observa que los tres tipos de agregados gruesos Tonalita hornblendita, Tonalita cuarcífera y Andesita tiene un incremento considerable de resistencia desde el día 7 hasta el 28 logrando alcanzar resistencias de 37.39, 44.15 y 44.19 kg/cm² en un diseño de mezcla de 210 kg/cm². En la Figura 32 se observa que los tres tipos de agregados gruesos: Tonalita hornblendita, Tonalita cuarcífera y Andesita para un diseño de mezcla $f'_c=300$ kg/cm², obtuvieron un incremento promedio en su resistencia a compresión uniaxial de 22 % desde los 7 hasta los 28 días de madurez. Caso contrario, el concreto elaborado con agregado grueso del tipo Andesita y riolita (patrón) tuvo un incremento del 16 % en relación a los días de curado, llegando a una resistencia a compresión de 330.84 kg/cm² a los 28 días de madurez.

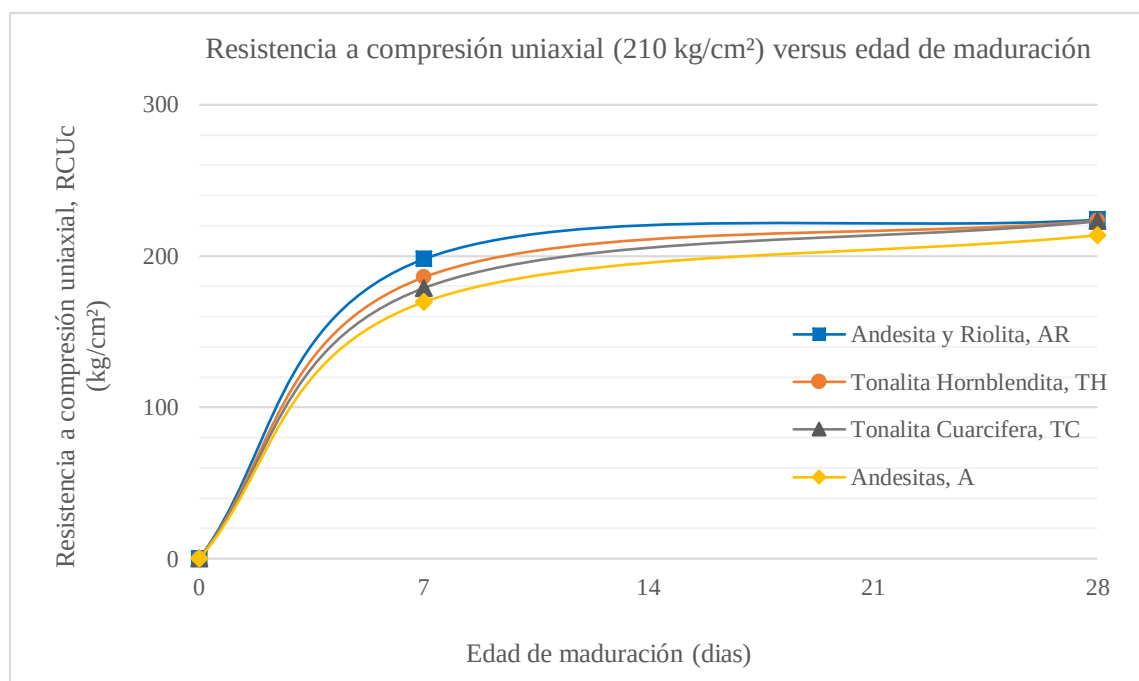


Figura 31. Relación de resistencia a compresión uniaxial y edad de maduración de 7 y 28 días

en un diseño de 210 kg/cm²

Figura 33 se observa que el tipo de agregado grueso Tonalita cuarcífera su incremento fue de 14.41 kg/cm² del día 7 hasta el día 28, kg/cm² en un diseño de mezcla de 400 kg/cm². Por otro lado, los tipos de agregados gruesos Tonalita hornblendita y la Andesita tuvieron un incremento de 50 y 29 kg/cm² del día 7 hasta el 28.

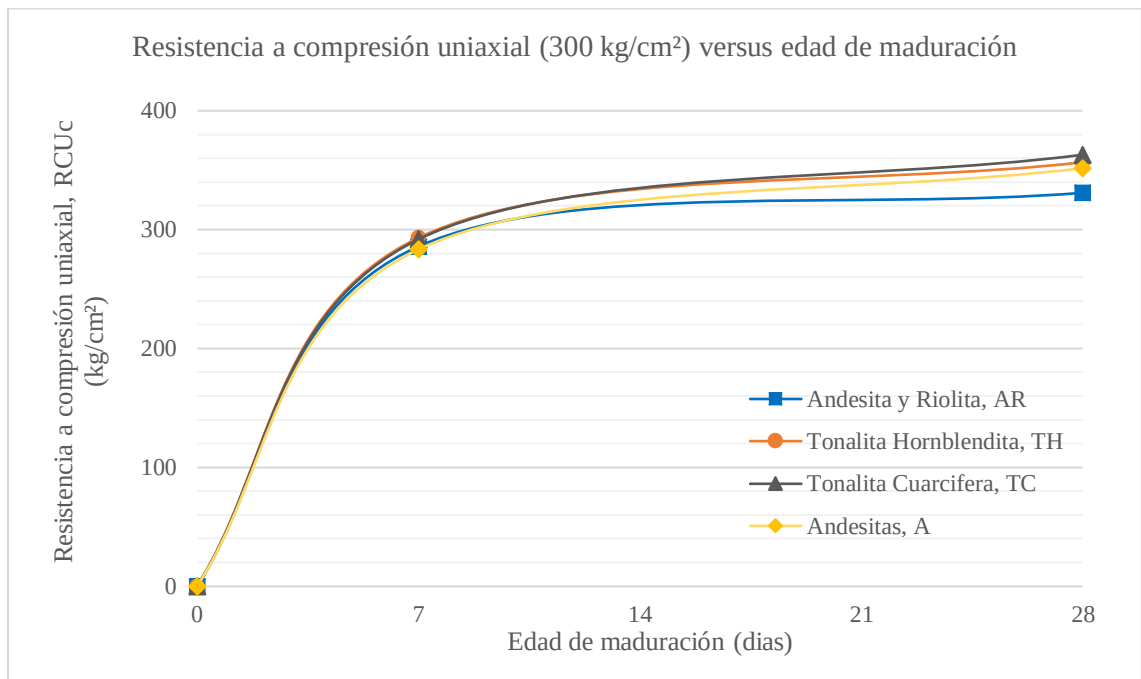


Figura 32. Relación de resistencia a compresión uniaxial y edad de maduración de 7 y 28 días en un diseño de 300 kg/cm²

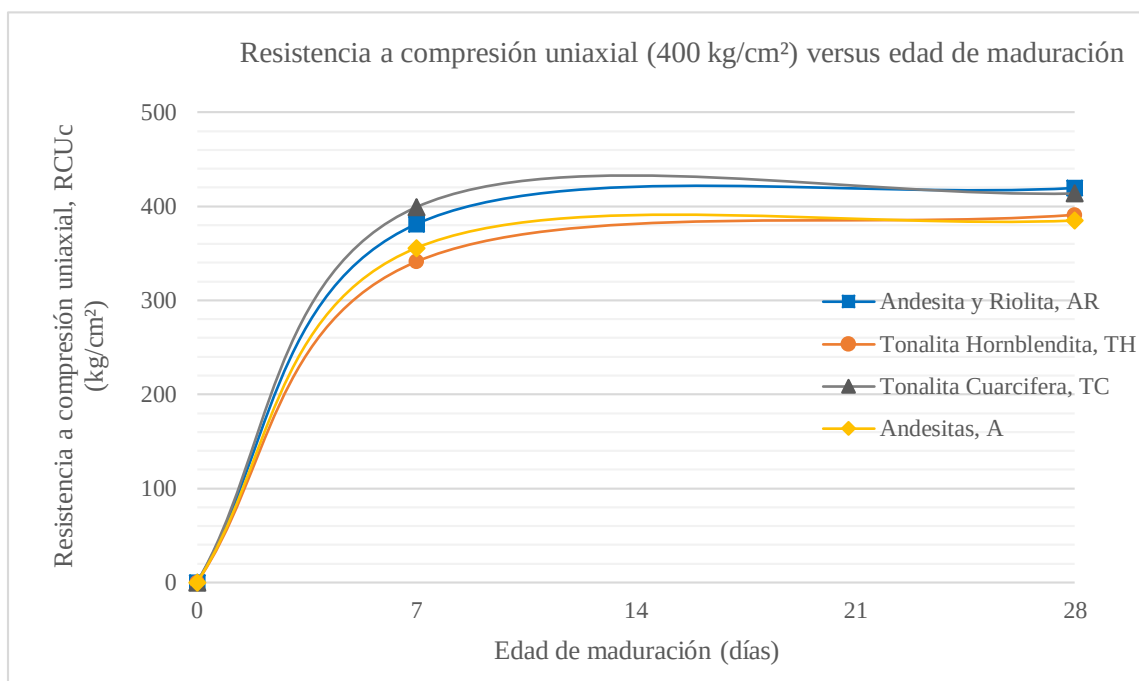


Figura 33. Relación de resistencia a compresión uniaxial y edad de maduración de 7 y 28 días en un diseño de 400 kg/cm²

4.5.1.2. *Influencia de las propiedades físicas en la resistencia a compresión uniaxial*

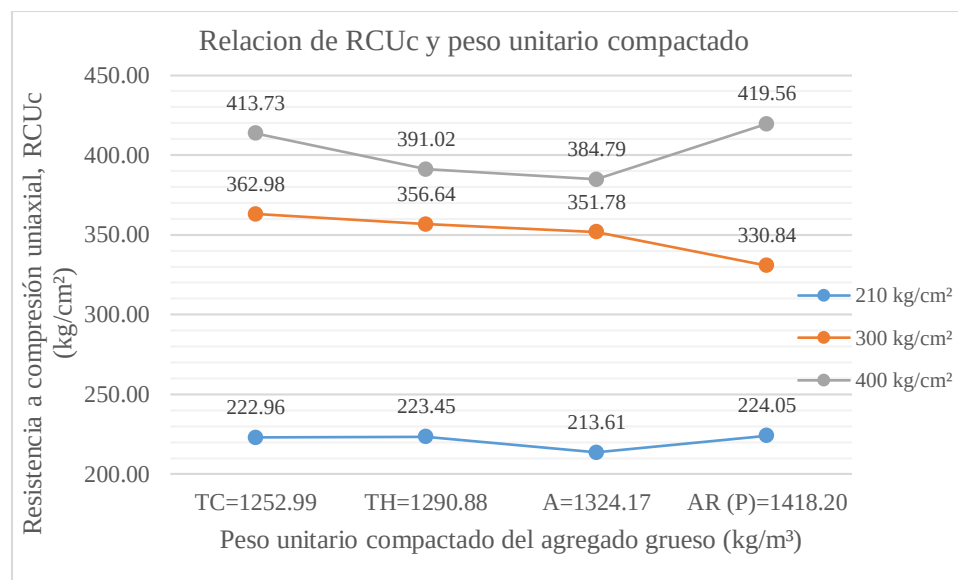


Figura 34. Relación de RCUc y peso unitario compactado del agregado grueso

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la Figura 34 se muestra que los agregados gruesos tipo Andesita y riolita tienen mayor peso unitario compactado. Para resistencias de 210 y 400 kg/cm², mientras mayor peso unitario compactado mejor comportamiento en la resistencia a compresión uniaxial. En cambio, para el diseño de mezcla de 300 kg/cm² los agregados gruesos tipo Tonalita hornblendita, Tonalita cuarcífera y Andesita tienen mejor comportamiento con respecto a concreto patrón, es decir que su peso unitario compactado no influye para esta resistencia a compresión.

En la Figura 34 se observa que el tipo de agregado grueso tonalita cuarcífera con menor PUC=1252.99 kg/m³ tiene mejor comportamiento en los tres diseños de mezcla $f'_c=210$, 300 y 400 kg/cm² con relación a la resistencia a compresión uniaxial 222.96, 362.98 y 413.73 kg/cm².

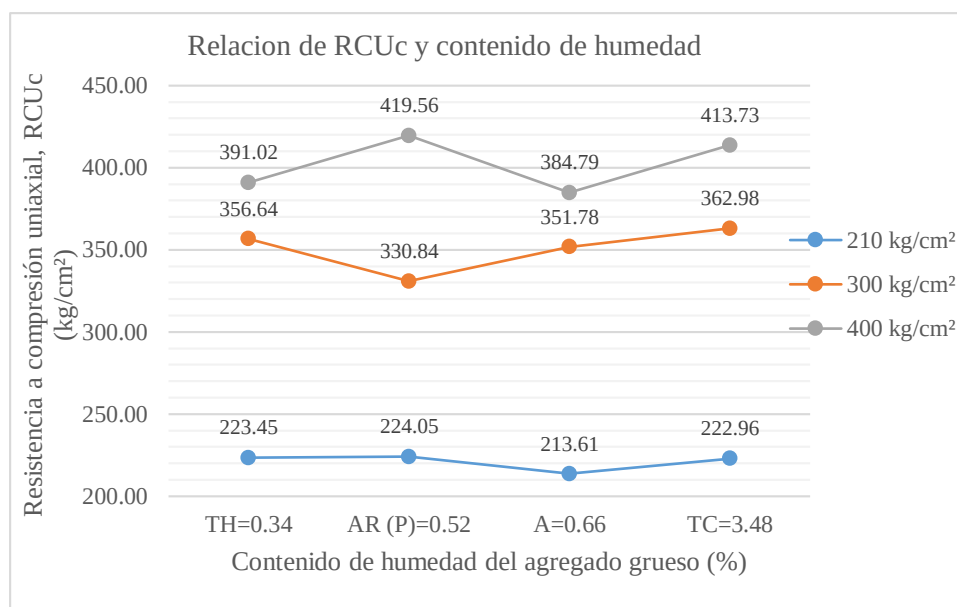


Figura 35. Relación de resistencia a compresión del concreto y porcentaje de humedad de los agregados gruesos

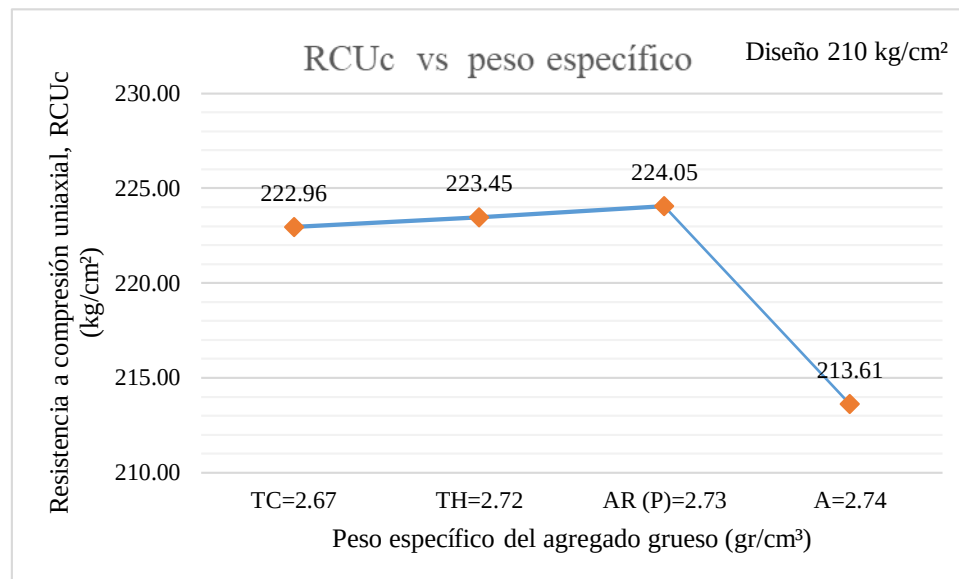
Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la Figura 35 se observa que para los diseños de mezcla 210 y 300 kg/cm² la resistencia a compresión aumenta, mientras mayor contenido de humedad posee el agregado grueso. Por otro lado, para el diseño de mezcla 400 kg/cm² el tipo de agregado grueso Andesita-riolita (patrón) obtuvo un mejor comportamiento a la resistencia a compresión uniaxial frente a los de más agregados gruesos. Además, para el agregado grueso tipo Andesita-riolita y Tonalita cuarcífera con contenido de humedad de 0.52 y 3.48 % respectivamente, superaron entre 4 a 5 % la resistencia de diseño.

En la

Figura 36 se muestra que para un diseño 210 kg/cm² el agregado grueso andesita y riolita obtuvo la mayor resistencia a compresión uniaxial con 2.73 gr/cm³, siendo el más resaltante con

respecto al agregado grueso tipo TH y TC, es decir a mayor peso específico, mayor resistencia a compresión. Sin embargo, para el agregado grueso tipo Andesita su peso específico es similar al agregado patrón, pero con menor resistencia a compresión; es decir, para este tipo de agregado grueso el peso específico no interviene en la resistencia a compresión. Por su parte Chan J, et al. (2003) nos señala que, una propiedad de vital importancia es el peso específico, ya que si se emplea un material con un buen peso específico (≥ 2.25) el concreto resultante podría ser mayor o



igualmente denso, lo cual tendrá una influencia directa sobre el peso volumétrico y la resistencia a la compresión del mismo.

Figura 36. Relación de resistencia a compresión del concreto y peso específico para diseño 210 kg/cm²

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la

Figura 37 la máxima resistencia a compresión lo obtuvo el agregado grueso del tipo TC con un peso específico de 2.67 gr/cm³, superando en 9 % al concreto elaborado con el agregado grueso patrón (AR). Además, se observa que, a mayor peso específico del agregado grueso, menor será la resistencia a compresión del concreto.

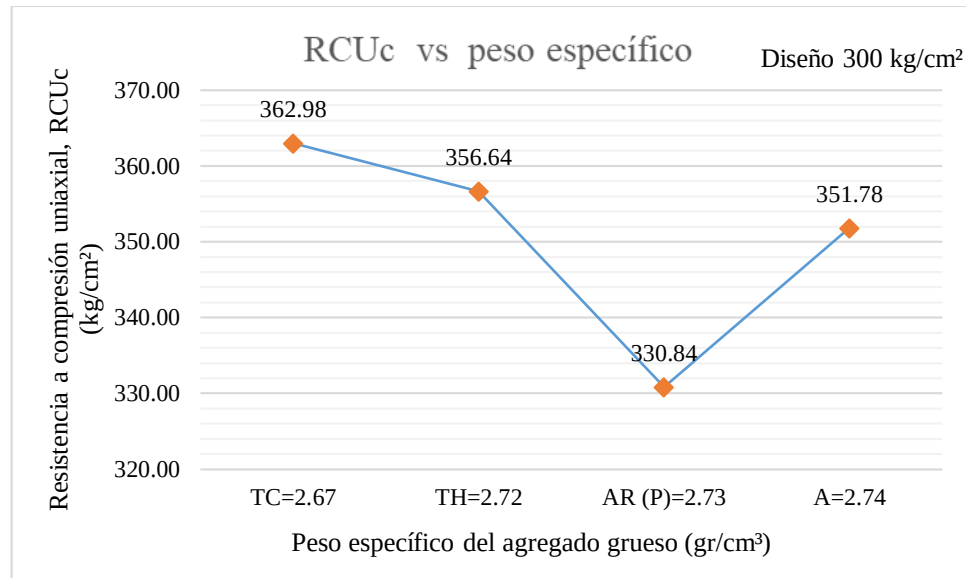


Figura 37. Relación de resistencia a compresión del concreto y peso específico para diseño 300 kg/cm²

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

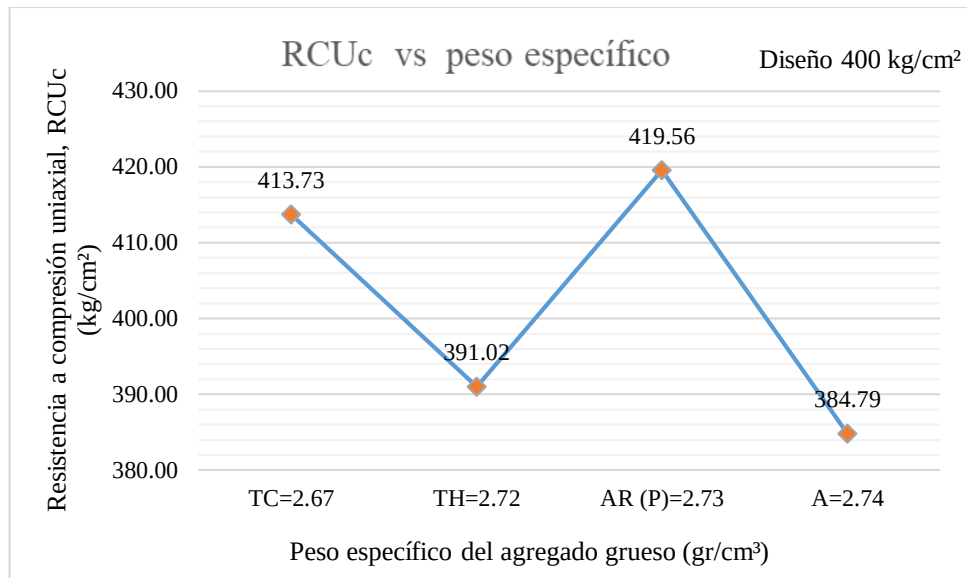


Figura 38. Relación de resistencia a compresión del concreto y peso específico para diseño 400 kg/cm²

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la Figura 38 se muestra que el agregado TC y TH tienen menor peso específico en comparación al agregado patrón AR, por ende su resistencia a compresión también es menor. Caso contrario sucede con el tipo de agregado grueso A con 2.74 gr/cm³ superando el peso específico patrón, es decir para este tipo de agregado grueso el peso específico no interviene en la resistencia a compresión ya que disminuye en 8 % con respecto al concreto patrón.

En esta investigación los cuatro tipos de agregados TC, TH, A y AR (patrón) tienen pesos específicos de 2.63, 2.72, 2.73 y 2.74 gr/cm³, lo cual, se coincide M.S. Shetty, (2005), p. 75. que nos indica que los agregados gruesos oscilan entre 2.6 y 2.8 gr/cm³.

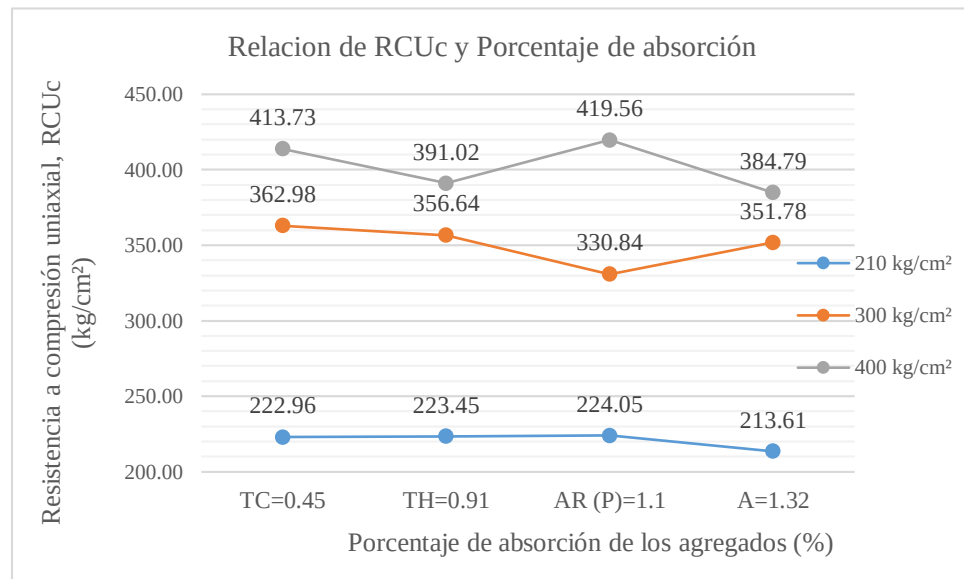


Figura 39. Relación de resistencia a compresión del concreto y porcentaje de absorción

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la Figura 39 se observa que los diseños de mezcla 210 y 400 kg/cm² el tipo de agregado grueso TC con % de absorción= 0.45 % tiene mejor comportamiento en los tres diseños de mezcla $f'_c=210$, 300 y 400 kg/cm² con relación a RCUc 222.96, 362.98 y 413.73 kg/cm². A diferencia del tipo de agregado A =1.32 % tiene mayor porcentaje y esto repercute en la relación agua/cemento y por tal motivo influye en la trabajabilidad y la resistencia del concreto. Por su parte Alaejos y Fernandez (1996) nos indica que absorción es la propiedad del agregado que más influye en la consistencia del concreto, puesto que las partículas absorben agua directamente al mezclar, disminuyendo la trabajabilidad de la mezcla.

4.5.1.3. Influencia de la Resistencia a compresión uniaxial de la roca y del concreto

En la Tabla 61 se muestra los resultados obtenidos de RCUC a 28 días de madurez y de las RCUR con el fin de evaluar la relación que tienen ambos, en los tres diseños de mezcla (210, 300 y 400 kg/cm²) y para los tres tipos de agregados Tonalita hornblendita, Tonalita cuarcífera y Andesita

Tabla 61
Resultados de resistencia a compresión uniaxial de concreto y roca en MPa y kg/cm²

Cantera	Diseño	210 kg/cm ²		300 kg/cm ²		400 kg/cm ²		RCU _r	RCU _r
	Roca	MPa y kg/cm ²		MPa y kg/cm ²		MPa y kg/cm ²		(MPa)	(kg/cm ²)
Admacon	TH	21.91	223.45	34.98	356.64	38.35	391.02	191.20	1950.00
Moviagregados	TC	21.87	222.96	35.60	362.98	40.57	413.73	204.00	2081.00
Piedra Azul	A	20.95	213.61	34.50	351.78	37.74	384.79	206.70	2108.00

Fuente. Elaboración propia

Nota: Agregado grueso: TH: Tonalita Hornblendita, TC: Tonalita cuarcífera y A: Andesita

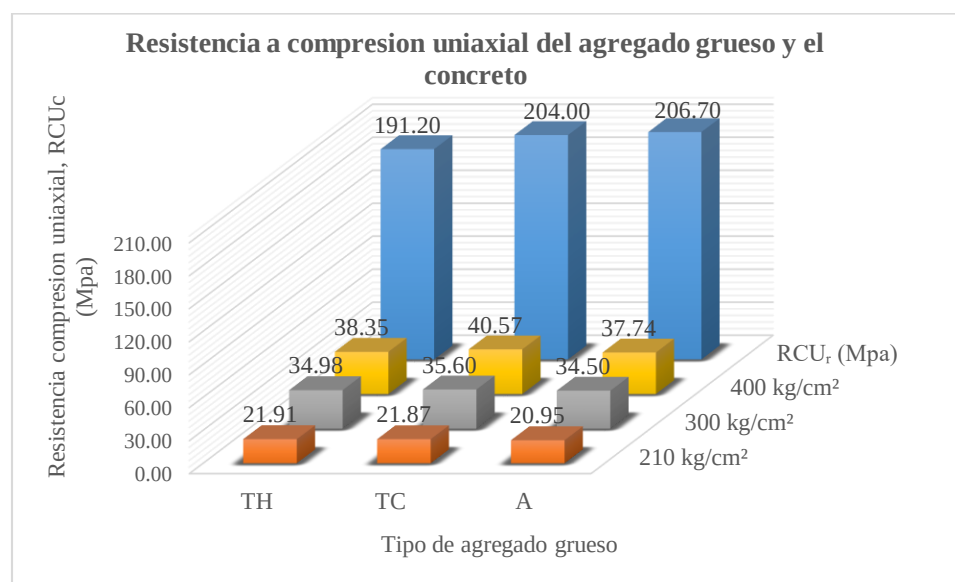
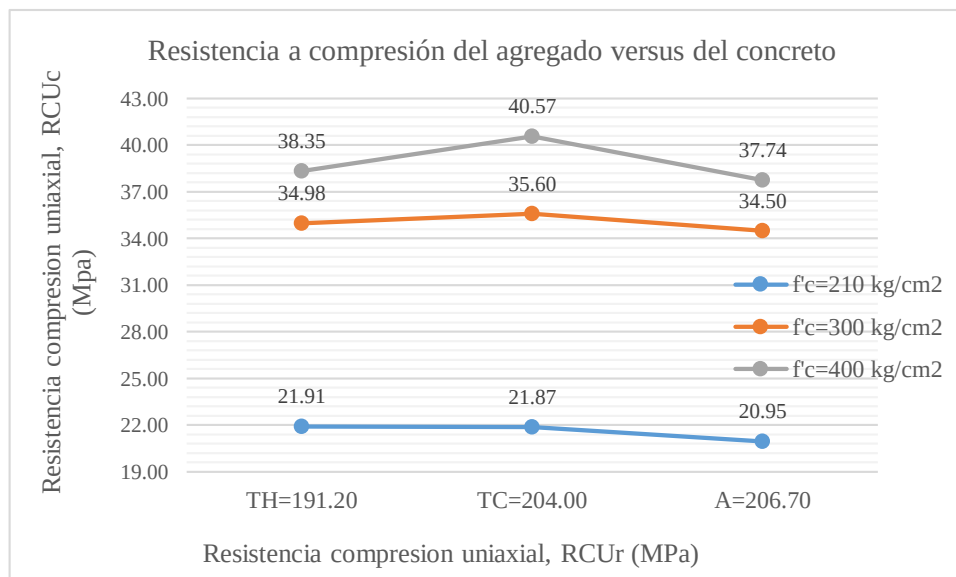


Figura 40. Relación de la resistencia a compresión uniaxial del concreto y los agregados gruesos

De la Figura 40 se muestra los dos mejores comportamientos en la resistencia a compresión uniaxial del agregado fueron para el tipo andesita y tonalita cuarcífera. Además, el agregado grueso del tipo andesita obtuvo un 1.30 % mayor que Tonalita cuarcífera. Por otro lado, la relación entre la resistencia a compresión uniaxial del concreto y el agregado grueso de tipo andesita tuvo una influencia de 18.25 % para un diseño de mezcla $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$. Además, para un diseño de mezcla $f_c = 300$ y 210 kg/cm^2 el agregado grueso tuvo una influencia de 16.69 y 10.13 % en la resistencia a compresión uniaxial del concreto. Este comportamiento se debe a la forma angular con textura granular del agregado grueso, lo que permite una disminución en la resistencia a compresión comparado con el agregado grueso tipo tonalita cuarcífero. Por su parte Kılıç y Teymen (2018) observaron que la influencia de la resistencia a compresión entre agregado y concreto es de 22.75 % para una resistencia mayor a 35 MPa. Sin embargo, para Salinas (2018) la influencia es de 21.73 %.

Para diseños de mezcla $f_c = 210, 300$ y 400 kg/cm^2 con agregados gruesos tipo tonalita cuarcífera tuvieron una influencia de 10.71, 17,44 y 19.88 % respectivamente, obteniendo así el mejor comportamiento en la resistencia a compresión uniaxial. Este implica en que los agregados



gruesos tenían formas irregulares y con textura áspera. Por su parte Dincer y Altay (2004) concluyeron que la influencia de la resistencia a compresión del agregado grueso y el concreto es de 21.9 %. Sin embargo para Salinas, (2018) la influencia es de 19.32%.

Figura 41. Relación de la resistencia a compresión uniaxial de los agregados y la resistencia a compresión uniaxial del concreto

Figura 41 se muestra, que para un diseño de mezcla 210 kg/cm² se tiene que a mayor resistencia a compresión de la roca o agregado grueso, menor será la resistencia a compresión del concreto. Por otro lado, para diseño de mezcla 300 kg/cm² tuvo un comportamiento similar entre la resistencia a compresión del concreto elaborado con el agregado grueso tipo Andesita y Tonalita hornblendita menor al concreto elaborado con agregado tipo Tonalita cuarcífera. Así mismo, para diseño de mezcla 400 kg/cm² el mejor comportamiento lo tuvo el agregado grueso tipo Tonalita cuarcífera, caso contrario sucedió con el agregado grueso Tonalita hornblendita y Andesita obteniendo una menor resistencia en 7 % respecto al concreto elaborado con agregado grueso tipo Tonalita hornblendita. Queda demostrado que los agregados gruesos tipo Tonalita cuarcífera su resistencia a compresión es mejor para el diseño de mezcla 300 y 400 kg/cm². De igual modo para Kılıç y Teymen (2018) concluye que mientras mayor sea la resistencia a compresión de la roca menor será la resistencia a compresión del concreto.

4.5.2. Resistencia a tracción por compresión diametral

Se siguieron los procedimientos de acuerdo a la normativa ASTM C496 y NTP 339.08

En la Tabla 62 en relación al concreto patrón (2.41 MPa) se tiene que los agregados tipo TH, TC y A llegaron a un promedio de 83 %. En un concreto patrón (2.51 MPa) se tiene que el agregado tipo TH =101 %, TC llegaron a un 93.47 % y A = 85 %. Para un concreto patrón de (2.70 MPa) se tiene que el tipo de agregado grueso TC aumentó 101 % y el tipo de agregado grueso A

llegó a un 95 % y el agregado grueso tipo TH = 75 %. El tipo de agregado grueso TH tiene mejor comportamiento en los tres diseños de mezcla 210, 300 y 400 Kg/cm² y esto se debe a que los agregados son limpios con forma irregular y textura áspera. Por tal motivo, para Alexander et al. (1995) nos indica, que mientras las superficies de agregado grueso sean naturalmente más ásperas producen un súper cemento-adherencia agregado y por lo tanto mejora la resistencia.

Tabla 62

Influencia en % de resistencia a tracción por compresión diametral en el agregado patrón de Unicon

Resistencia a tracción por compresión diametral, RTCD										
Diseño de mezcla		210	300	400	RCI _r	RCI _r	% según patrón de			
		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	(MPa)	(MPa)	diseño			
Unidad		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(%)			
Cantera	Unicon (patrón)	AR	2.41	2.51	2.70	....	.....	....	....	....
	Admacon	TH	1.78	2.54	2.03	15.20	154.00	73.82	101.14	75.04
	Moviagregados	TC	2.15	2.35	2.73	16.10	164.00	89.33	93.47	101.00
	Piedra Azul	A	2.09	2.15	2.57	16.50	168.00	86.90	85.84	95.01

Fuente. Elaboración propia

Nota: Agregado grueso: AR: Andesita y riolita, TH: Tonalita Hornblendita, TC: Tonalita cuarcífera y A: Andesita

4.5.2.1. Influencia de las propiedades físicas en la resistencia a tracción por compresión diametral

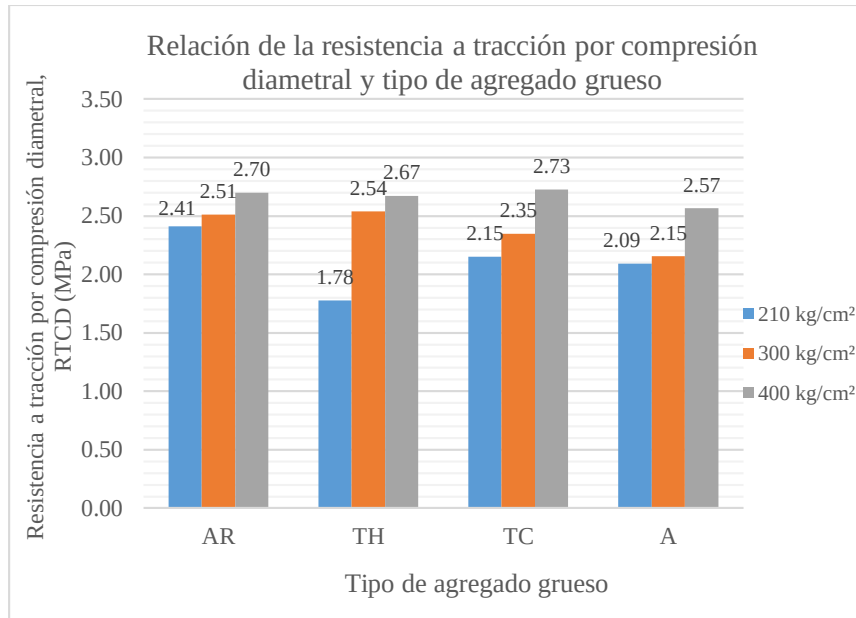


Figura 42. Relación de la resistencia a tracción por compresión diametral y tipo de agregado

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la Figura 42 se muestra que el agregado tipo Tonalita cuarcífera tiene mejor comportamiento en los tres diseños de mezclas. Ya que por su textura áspera y forma irregular brinda una mejor adherencia entre la pasta y el agregado grueso. De igual modo para el autor Mehta y Monteiro (1994) nos hace mención que las características de las partículas del agregado tales como el tamaño, la forma, la textura de la superficie y el tipo de mineral, influyen en las características de la zona de transición, por lo tanto, afectan la resistencia del concreto.

En la

Figura 43 para un concreto de diseño 400 kg/cm², se observa un comportamiento decreciente en la resistencia a tracción mientras mayor sea el porcentaje de absorción. Por otro lado, para un concreto de diseño 300 kg/cm² se tiene el máximo comportamiento de resistencia a tracción lo tiene el agregado grueso tipo Tonalita hornblendita con un porcentaje de absorción de

0.91%. Sin embargo, para un concreto de diseño 210 kg/cm² el máximo comportamiento de resistencia a tracción lo tiene el agregado de tipo Andesita - riolita con un porcentaje de absorción de 1.1%.

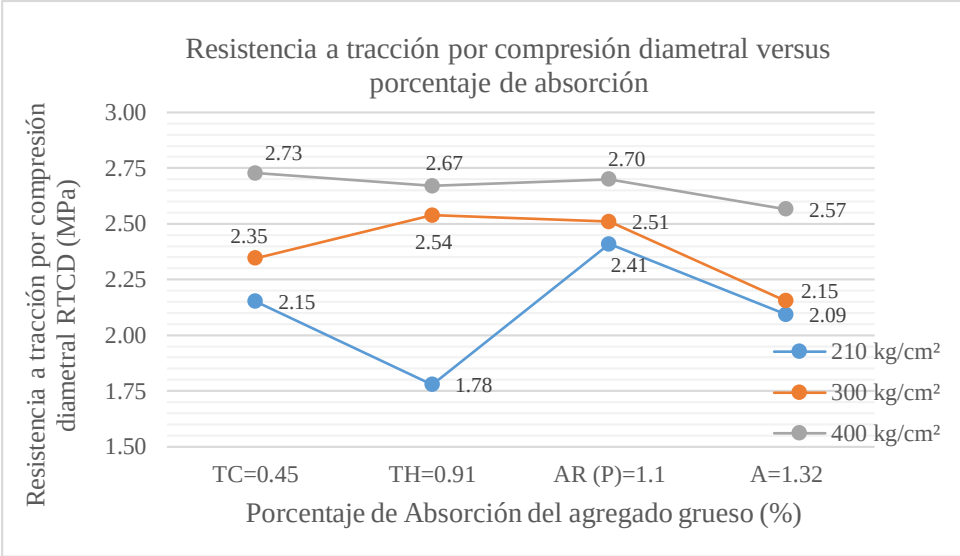


Figura 43.

Relación de la resistencia a tracción por compresión diametral y porcentaje de absorción

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

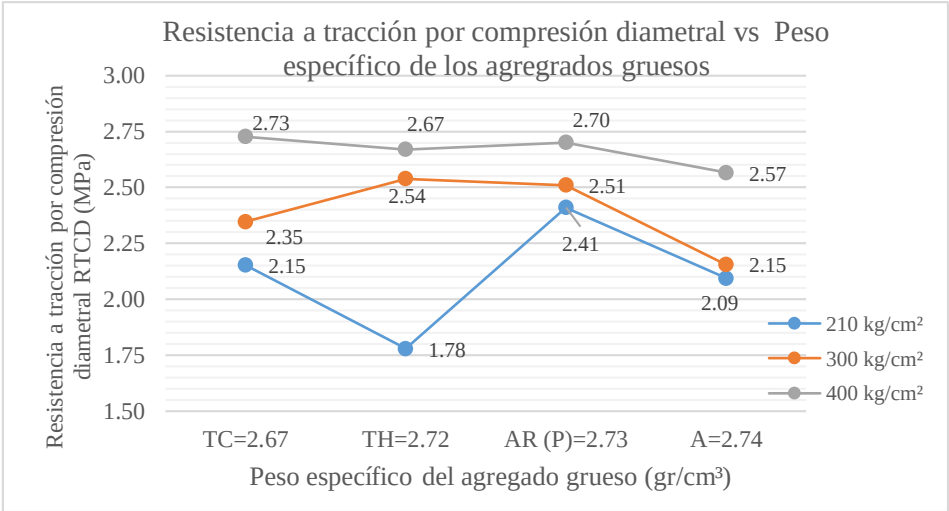


Figura 44. Relación de la resistencia a tracción por compresión diametral y peso específico de los agregados gruesos

Figura 44 para un concreto de diseño de mezcla de 400 kg/cm², se observa un comportamiento decreciente en la resistencia a tracción mientras mayor es el peso específico. Por otro lado, para un concreto de diseño 300 kg/cm² el máximo comportamiento de resistencia a tracción lo tiene el agregado de tipo Tonalita hornblendita con un peso específico de 2.72 gr/cm³. Sin embargo, para un concreto de diseño 210 kg/cm² el máximo comportamiento de resistencia a tracción lo tiene el agregado de tipo Andesita y riolita con un peso específico de 2.73 gr/cm³. De igual modo, para Alexander et al., (2005) concluye que la resistencia y rigidez del concreto endurecido están indirectamente relacionadas con su peso específico, y el peso específico de agregado puede afectar estas propiedades del concreto.

En esta investigación los cuatro tipos de agregados TC, TH, A y AR (patrón) tienen pesos específicos de 2.63, 2.72, 2.73 y 2.74 gr/cm³, lo cual, se coincide M.S. Shetty, (2005), que nos indica que los agregados gruesos oscilan entre 2.6 y 2.8 gr/cm³. p. 75.

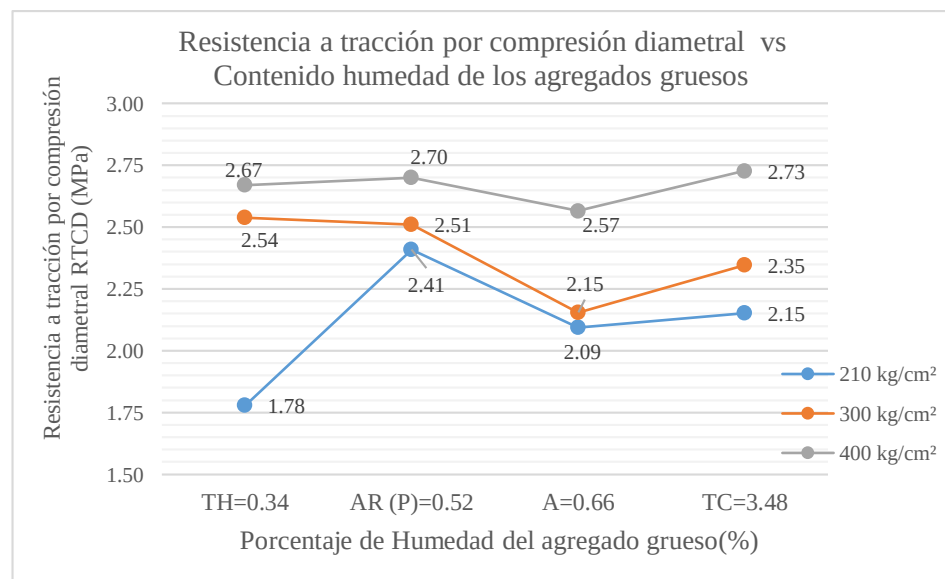


Figura 45. Relación de la resistencia a tracción por compresión diametral y porcentaje de humedad de los agregados gruesos

Nota: Tipo de roca AR: Andesita y riolita; A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la Figura 45 para un $f'_c = 400 \text{ kg/cm}^2$ se tiene el agregado grueso tipo Tonalita cuarcífera tiene mayor porcentaje de humedad 3.48 % y mejor comportamiento en la resistencia a tracción. Por lo tanto, mientras mayor porcentaje de humedad mayor resistencia a tracción. Esto se debe a su forma irregular y textura áspera de las partículas del agregado grueso, lo cual se coincide con Alexander & Mindess, (2005) que concluye que la forma y textura influye en el enpaquetamiento de las partículas y resistencia del concreto. Caso contrario, en un $f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$ el agregado grueso tipo Tonalita hornblendita tuvo mayor resistencia a tracción, pero con un menor contenido de humedad.

En la Tabla 63 se presenta los promedios obtenidos de la resistencia a tracción por compresión diametral de los diferentes tipos de agregados TH, TC y A según los diseños de mezcla $f'_c = 210, 300$ y 400 kg/cm^2 . A partir de estos promedios de RTCD, se analizó su influencia con la resistencia a tracción indirecta de los tipos de agregados ya mencionados, lo cual resultó que una $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ la mayor influencia lo tiene el agregado grueso tipo TC con 13.37 %. Para un $f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$ la influencia más relevante es 16.70 % del tipo de agregado grueso TH y para $f'_c = 400 \text{ kg/cm}^2$ se tiene que el agregado grueso tipo TC tiene la mayor influencia con 16.94 % con respecto al tipo de agregado grueso TH y A.

Tabla 63
Resultados de Resistencia a tracción por compresión diametral

Cantera	Tipo roca	Resistencia a Tracción por Compresión Diametral (RTCD)					Influencia %		
		210 kg/cm ² (MPa)	300 kg/cm ² (MPa)	400 kg/cm ² (MPa)	RTI _r (MPa)	RTI _r (kg/cm ²)	210	300	400
Admacon	TH	1.78	2.54	2.03	15.20	154.00	11.70	16.70	13.33
Moviagregados	TC	2.15	2.35	2.73	16.10	164.00	13.37	14.57	16.94
Piedra Azul	A	2.09	2.15	2.57	16.50	168.00	12.69	13.06	15.55

Fuente. Elaboración propia

Nota: Agregado grueso: TH: Tonalita Hornblendita, TC: Tonalita cuarcífera y A: Andesita

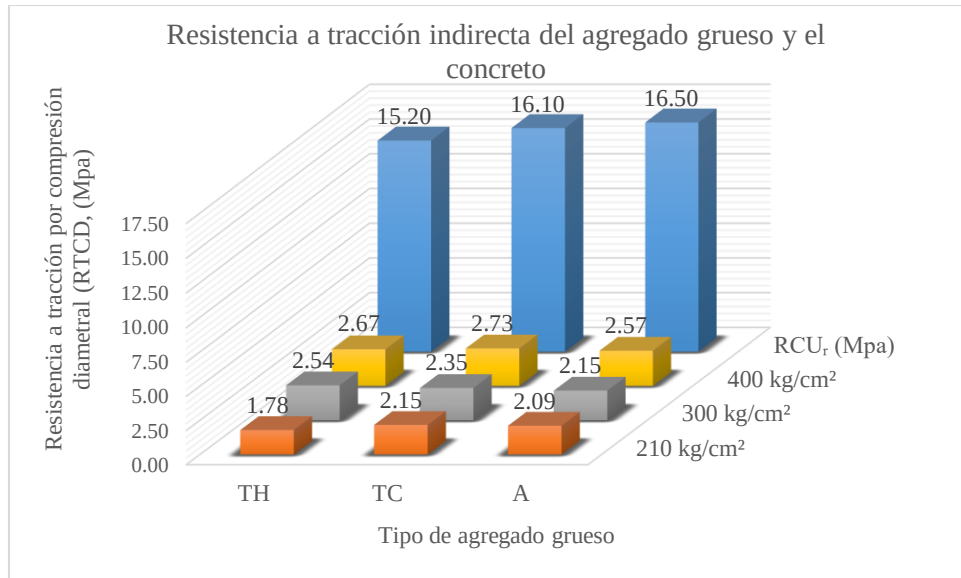


Figura 46. Relación de la resistencia a tracción indirecta de los agregados gruesos y el concreto en diferentes diseños de mezcla

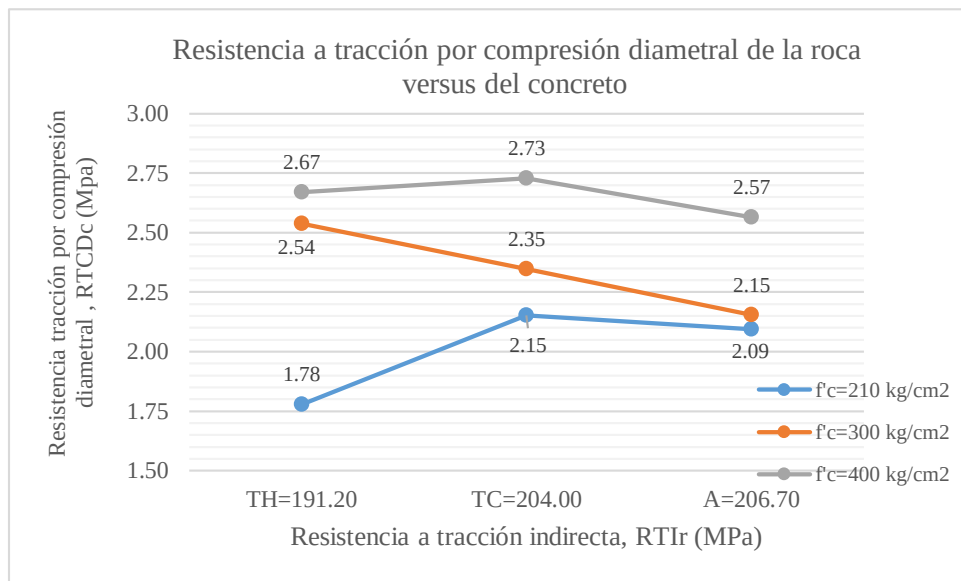


Figura 47. Resistencia a tracción indirecta del agregado grueso versus resistencia a tracción por compresión diametral del concreto

Nota: Tipo de roca A: Andesita; TC: Tonalita cuarcífera y TH: Tonalita Hornblendita

En la Figura 47 para un $f'_c = 210$ y 400 kg/cm^2 se tiene el agregado grueso tipo Tonalita cuarcífera tuvo mejor comportamiento en la resistencia a tracción. Esto se debe a su forma irregular y textura áspera o rugosa de las partículas del agregado grueso, lo cual se coincide con Alexander et al. (2005) que concluye que la forma y textura influye en el enpaquetamiento de las partículas y resistencia del concreto. Por otro lado, para un $f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$ se tiene el agregado grueso tipo Tonalita hornblendita con una menor resistencia a tracción indirecta del agregado, tuvo el mejor comportamiento en la resistencia al concreto.

Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Del objetivo general: Influencia de los agregados gruesos según su formación geológica en las propiedades mecánicas del concreto

Se concluye que para los concretos elaborados con agregados gruesos de tipo Tonalita hornblendita, Tonalita cuarcífera y Andesita, con edad de madurez de 28 días, ejerce una buena influencia en la resistencia a compresión uniaxial del agregado grueso, con resultados que oscilan del 10 al 20 %. Además, existe un buen comportamiento en la resistencia a tracción indirecta con valores que varían 11 al 17 % en función a la resistencia del agregado grueso. Por lo tanto, a menor resistencia a compresión y tracción del agregado grueso tipo Tonalita hornblendita mayor es la influencia en el comportamiento mecánico del concreto endurecido. Sin embargo, para el agregado tipo Andesita, mientras mayor resistencia a compresión y tracción indirecta obtenga, menor es la influencia en el comportamiento mecánico del concreto.

De los objetivos específicos: Propiedades físicas del agregado grueso

Granulometría de los agregados gruesos

Se concluye que los agregados gruesos tipos Tonalita cuarcífera y Andesita de la cantera Moviagregados y piedra azul tuvieron una buena distribución de sus partículas y se encuentran dentro de los límites inferior y superior del huso 67. Caso contrario de los agregados Tonalita hornblendita, no tuvieron una buena gradación, por tener partículas en exceso del tamiz 3/8”.

Influencia del contenido de humedad de los agregados gruesos

El agregado grueso tipo Tonalita cuarcífera tuvo un promedio de 3.48% de humedad, ocasionando un mejor comportamiento en la resistencia a compresión uniaxial y tracción indirecta en los diferentes diseños de mezcla. Esto se debe a la forma irregular de las partículas y su textura áspera. Por otro lado, los agregados gruesos tipo Tonalita hornblendita y Andesita obtuvieron menores porcentajes de 0.34 y 0.66%

Influencia del peso unitario compactado de los agregados gruesos

Se concluye que el agregado grueso tipo Andesita-riolita tiene mayor peso unitario compactado y mejor comportamiento de la resistencia a compresión uniaxial y tracción indirecta. Es decir, a mayor peso unitario compactado mayor resistencia.

Influencia del peso específico y absorción de los agregados gruesos

En el peso específico se tiene que el agregado grueso de tipo Tonalita cuarcífera es el más liviano con 2.67 gr/cm^3 y menor porcentaje de absorción con 0.45 % dando como resultado un mejor comportamiento en la resistencia a compresión uniaxial y tracción indirecta. Además, la relación agua/cemento y la trabajabilidad se mantiene debido a la baja absorción del agregado. Por lo cual se concluye que mientras mayor sea el porcentaje de absorción, menor será su trabajabilidad y resistencia (compresión y tracción).

De los objetivos específicos: Propiedades mecánicas del agregado grueso según su formación geológica

Se concluye que se determinó la relación entre resistencia a compresión uniaxial y la resistencia a tracción indirecta de los agregados gruesos tipo Tonalita hornblendita, Tonalita cuarcífera y Andesita en un 7.94, 7.89 y 7.98 % respectivamente. Por otro lado, se determinó que el agregado grueso tipo Tonalita hornblendita tuvo menor resistencia a compresión uniaxial y tracción indirecta a diferencia del agregado grueso tipo Andesita que tuvo la mayor resistencia a compresión y tracción indirecta de 2108 y 168 kg/cm².

De los objetivos específicos: Propiedades del concreto en estado fresco

Se concluye que los agregados gruesos tipo Tonalita cuarcífera tuvieron consistencia plástica o fluida de 3" a 4" (7.6 cm a 10.16 cm). Por otro lado, el agregado grueso tipo Tonalita hornblendita obtuvo una consistencia seca en un $f'_c=300$ y 400 kg/cm². Esto se debe a la alta absorción, forma granular y textura irregular.

De los objetivos específicos: Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido

Resistencia a compresión uniaxial

Se concluye que el agregado grueso tipo Tonalita cuarcífera teniendo una resistencia a compresión uniaxial intermedia de 2081 kg/cm² entre Tonalita hornblendita y Andesita 1950 y 2108 kg/cm² respectivamente, tiene un buen comportamiento en el concreto endurecido en comparación con los demás agregados gruesos mencionados. Este comportamiento se debe a su forma irregular con textura áspera de los agregados donde estas fueron formadas y procesadas. Caso contrario, es el agregado grueso tipo Andesita que tiene mayor resistencia a compresión 2108

kg/cm² pero mal comportamiento en el concreto endurecido. Esto se debe a sus propiedades físicas como absorción, la forma angular - alargada y de textura granular.

Resistencia a tracción por compresión diametral

Se concluye que el agregado grueso tipo Tonalita cuarcífera teniendo una resistencia a tracción intermedia de 16.10 Mpa entre Tonalita hornblendita y Andesita 15.20 y 16.50 Mpa respectivamente, tiene un buen comportamiento en el concreto endurecido en comparación con los demás agregados mencionados líneas arriba. Este comportamiento se debe a las propiedades intrínsecas y extrínsecas del agregado grueso y del resto de los materiales que conforman la matriz del concreto. Caso contrario, es el agregado grueso tipo Andesita que tiene mayor resistencia a tracción indirecta con 16.5 Mpa, pero mal comportamiento en el concreto endurecido. Esto se debe a sus propiedades físicas como absorción, la forma angular – alargada y de textura granular.

5.2. Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se recomienda realizar diseños de mezcla de alto desempeño $> 420 \text{ kg/cm}^2$ para conocer mejor la influencia del agregado grueso en el concreto, como también analizar las propiedades químicas de los agregados y otros tipos de agregados ya que en nuestro medio existe diversidad.

Al fabricar briquetas se recomienda el uso de un solo material de probeta (metálico o PVC) ya que el uso de las probetas metálicas tiende a disminuir su peso, pero aumenta la resistencia en un promedio de 10 kg/cm^2 . Al usar probetas de PVC verificar que no tenga deformaciones tanto en todas sus dimensiones.

Para hacer un buen diseño de mezcla en temas de investigación de concreto se recomienda. Primero, conocer todas las propiedades físicas de agregado fino y grueso. Segundo, diseño de mezcla sin ningún factor de seguridad ($210 \text{ kg/cm}^2 + (84)$). Tercer, esperar a 7, 14 y 28 días de madurez para rotura de probetas (3 briquetas cada edad de maduración). Cuarto, se recomienda ajustar el factor de seguridad según los resultados obtenidos en las roturas de RCUC según el diseño de mezcla requerido.

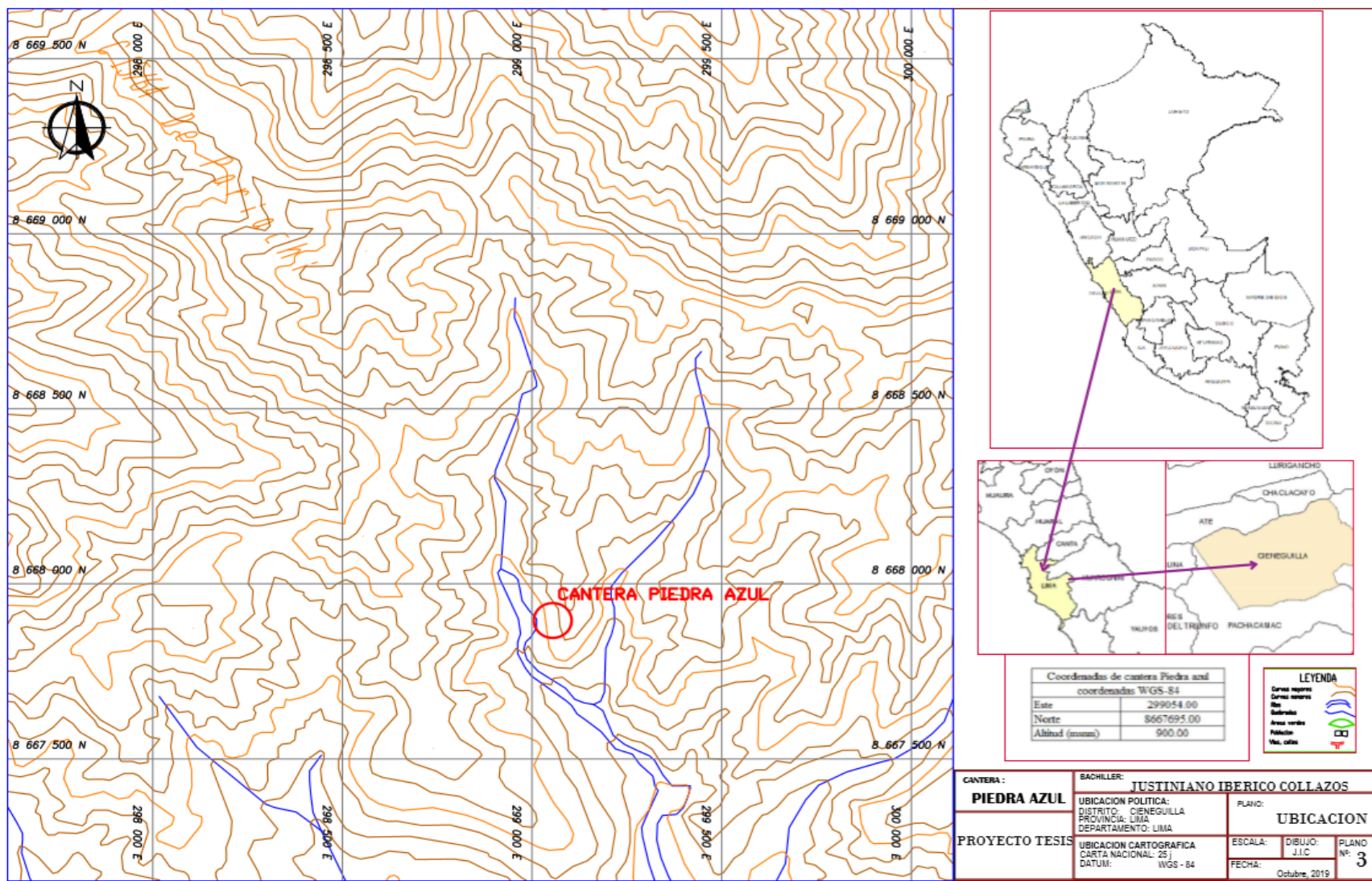
Referencias

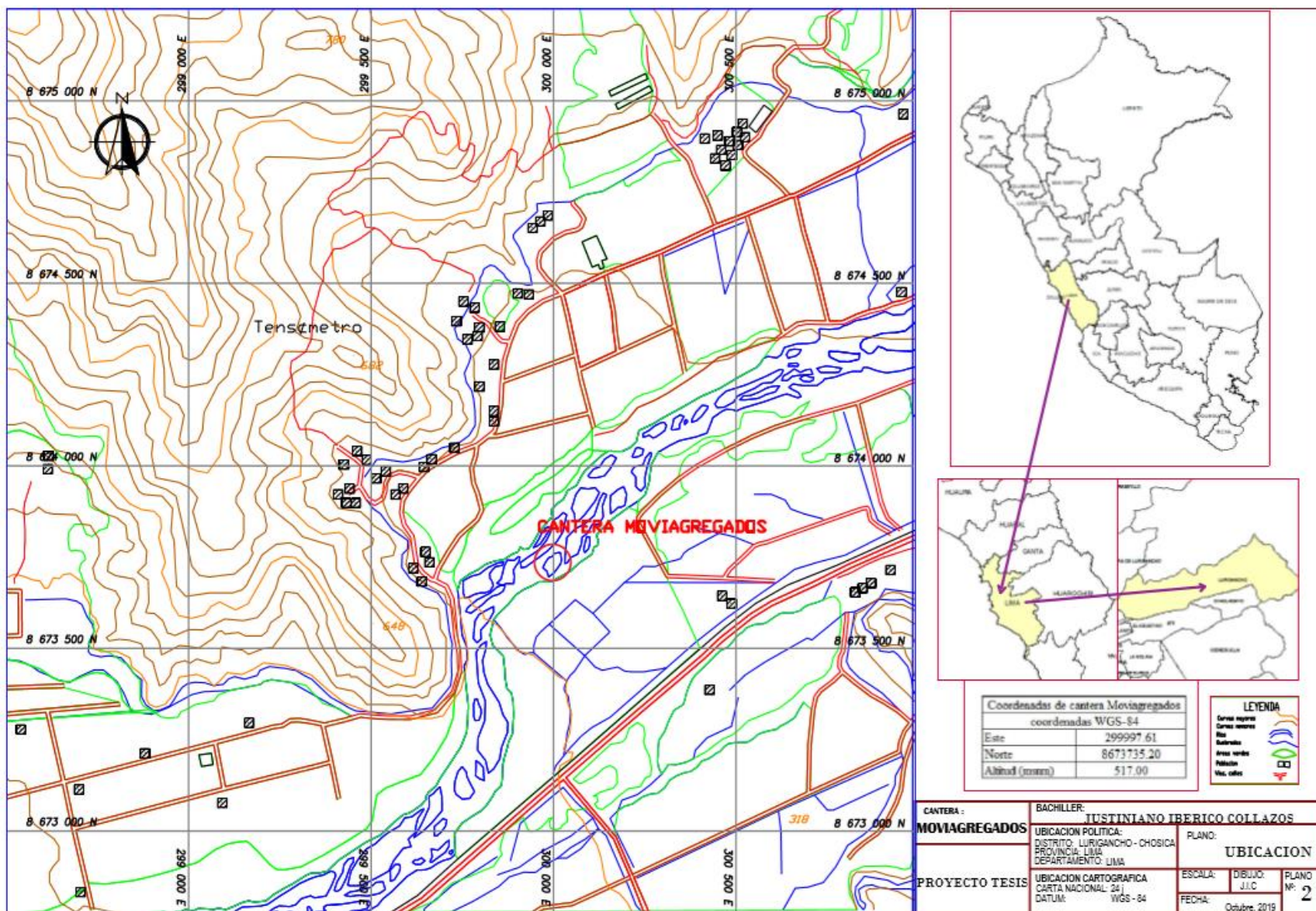
- Absalón, VM; Salas, RA. (2008). Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferentes . Venezuela: Tesis Ing. Civil. Universidad los Andes, Facultad de Ingeniería.
- ACI 318S-08. (2008). Requisitos de reglamento para concreto estructural. EE.UU: American Concrete Institute.
- Alaettin Kılıç; Ahmet Teymen. (2018). Estimation of Compressive Strength of Concrete Using Physico Mechanical Properties of Aggregate Rock. springer, 2.
- Alexander, M., & Mindess, S. (2005). Aggregates in concrete. EE.UU and Canada: Taylor & Francis.
- Ana Torre Carrillo. (2014). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ASTM C496/C496M – 17. (2017). Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. ASTM, 1.
- Attewell, P.B; Farmer. (2012). Principles of engineering geology. Canada: Springer Science & Business Media.
- Bracamonte , A. (2013). Caracterización físico-mecánica de agregados pétreos de la formación geológica Tolu Viejo (Sucre) para producción de concreto . Scientia et Technica Año XVIII, 429.
- Chamorro, C. (2008). Evaluación y verificación de las propiedades de los agregados de las nuevas canteras de Lima. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Diego Sanchez de Guzman. (2001). Tecnología de concreto y mortero. Colombia: Bhandar Editores LTDA.
- Eial Salinas. (2018). Análisis de propiedades geotécnicas de algunas rocas comunes en Chile. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Fernanda Carrasco . (2014). Tecnología del Hormigón. Colombia: Universidad Tecnológica Nacional.
- Fookes, P.G. (2015). An introduction to the influence of natural aggregates on the performance and durability of concrete . The Geological Society , 214.

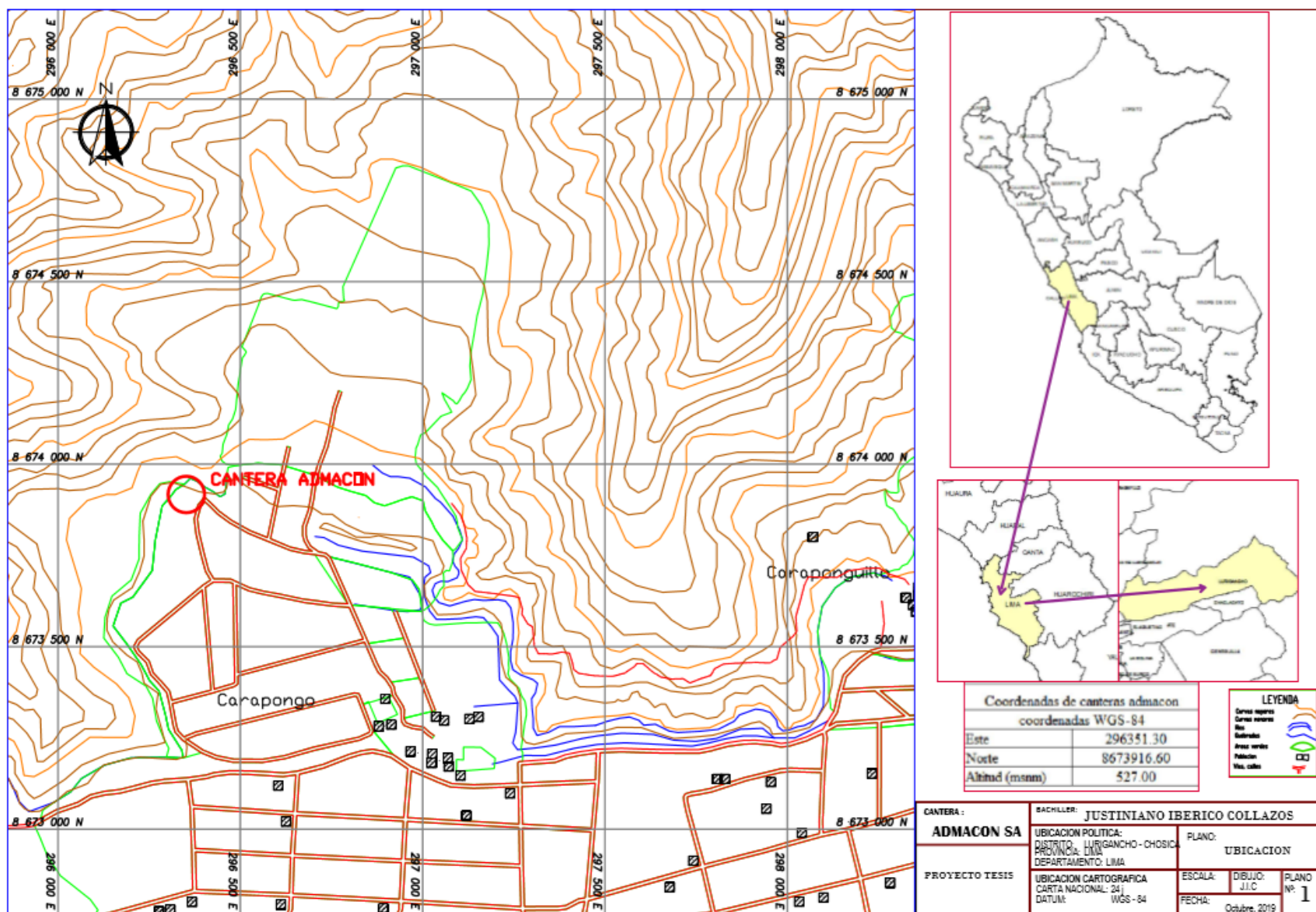
- Gonzales de Vallejo; Mercedes Ferrer; Luis Ortuño. (2002). Ingenieria Geologica. Madrid: Pearson Educacion.
- H. Beshr; A.A. Almusallam. (2002). Effect of coarse aggregate quality on the mechanical properties of high strength concrete. Saudi Arabia: Elsevier.
- Instituto del Concreto. (1997). Manual tecnologia y propiedades. Colombia: ASOCRETO (Asociacion Colombiana de Productores de Concreto).
- Ismail Dincer; Altay Acar. (2004). Correlation between Schmidt Hardness, uniaxial compressive strength and young's modulus for andesites, basalts, tonalites and tuffs. Bull Eng Geol Env, 144.
- López, E. R. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. Lima: ACI Perú.
- M.S. Shetty. (2005). Concrete Technology, theory and practice. India: S. Chand & Company LTD.
- Mehta, P.K y Monteiro, P.J. (1994). Concreto: Estructura, Propiedades y Materiales. San Pablo: PINI.
- Norma E.060. (2014). RNE Reglamento Nacional de Edificcaciones. Norma E.060 Concreto Armado. Peru.
- Olarte Buleje, Z. (2017). Estudio de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su infleuncia del concreto empleado en la construccion de obras civiles. Andahuaylas.
- Pedro Ramirez; Leandro Alejano. (2004). Mecanica de rocas. Madrid - España: Universidad Politecnica de Madrid.
- Portugal, P. (2010). Tecnologia del Concreto de Alto Desempeño. Lima.
- Rivva Lopez, E. (2005). Tecnologia del concreto. Lima, Peru: ACI Capitulo Peruano.
- Siegfried S; Helmut D. (2011). Physical and Mechanical Properties of Rocks. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Stephan Mosch . (2009). Optimierung der Exploration, Gewinnung und Materialcharakterisierung von Naturwerksteinen . Gotinga, Alemania: Georg-August-Universität Göttingen .
- Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. EE.UU: 2004 Portland Cement Association.
- Villegas Zamora; Corrales Picardo. (2012). Resistencias y costos unitarios de concretos elaborados con agregado grueso, piedra partida y canto rodado de la cantera Taclán. Aporte Santiaguino, 11.

Anexos

ANEXO A. Plano de ubicación de las canteras







ANEXO B. *Propiedades físicas del agregado grueso*

Análisis granulométrico los tipos de agregado grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM C136
CANTERA: UNICON (Patrón)
Tipo de roca: Andesita y Riolita

Tabla 64

Análisis granulométrico del agregado grueso tipo Andesita y Riolita

Peso muestra:	5004 g			
Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	80	1.60	1.60	98.40
1/2"	2500	49.97	51.57	48.43
3/8"	2204	44.05	95.62	4.38
N.º4	208	4.16	99.78	0.22
Fondo	12	0.24	100.02	-0.02
Total	5004	100.02		

Fuente. Elaboración propia

MF.A.G

$$= \frac{\Sigma \% \text{ Ret. Acumulado Tamiz } 3 + 1\frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + (8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100}$$

$$MF.A.G = \frac{1.6 + 95.62 + 99.78 + (100 + 100 + 100 + 100 + 100)}{100}$$

$$MF.A.G = 6.97$$

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM C136
CANTERA: ADMACON
Tipo de roca: Tonalita Hornblendita

Tabla 65

Análisis granulométrico del Agregado grueso tipo TH

Peso muestra:		5004 g		
Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	461	9.21	9.21	90.79
1/2"	2356	47.09	56.31	43.69
3/8"	1523	30.44	86.75	13.25
Nº4	568	11.35	98.10	1.90
Fondo	95	1.90	100.00	0.00
Total	5004			

Fuente. Elaboración propia

$$MF.A.G = \frac{9.21 + 86.75 + 98.1 + (100 + 100 + 100 + 100 + 100)}{100}$$

$$MF.A.G = 6.94$$

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM C136
CANtera: MOVIAGREGADOS
Tipo de roca: Tonalita Cuarzífera

Tabla 66

Análisis granulométrico del Agregado grueso tipo TC

Peso muestra:		5022 g		
Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	119	2.38	2.38	97.62
1/2"	2754	55.06	57.44	42.56
3/8"	1033	20.65	78.09	21.91
Nº4	1001	20.01	98.10	1.90
Fondo	95	1.90	100.00	0.00
Total (g)	5022			

Fuente. Elaboración propia

$$MF.A.G = \frac{2.38 + 78.09 + 98.10 + (100 + 100 + 100 + 100 + 100)}{100}$$

$$MF.A.G = 6.79$$

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM C136
CANtera: PIEDRA AZUL
Tipo de roca: Andesita

Tabla 67

Análisis granulométrico del Agregado grueso tipo A

Peso muestra:		5004 g		
Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
1 1/2"	0	0	0	100
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	325	6.50	6.50	93.50
1/2"	2345	46.87	53.37	46.63
3/8"	1826	36.50	89.87	10.13
Nº4	498	9.95	99.82	0.18
Fondo	9	0.18	100.00	0.00
Total (g)	5004			

Fuente. Elaboración propia

$$MF.A.G = \frac{2.38 + 78.09 + 98.10 + (100 + 100 + 100 + 100 + 100)}{100}$$

$$MF.A.G = 6.96$$

Peso unitario de los tipos de agregado grueso

PESO UNITARIO
ASTM C29; NTP 400.017
CANTERA: UNICON (patrón)
Tipo de roca: Andesita y Riolita

Peso unitario suelto

Tabla 68

Peso unitario suelto de agregado grueso tipo AR

	Agregado grueso		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	19.211	19.535	19.414
Peso del recipiente (kg)	4.858	4.858	4.858
Peso de la muestra (kg)	14.353	14.677	14.556
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto ((Kg/m ³))	1264.92	1293.47	1282.81
Promedio peso unitario suelto (Kg/m³)	1280.40		

Fuente. Elaboración propia

Peso unitario compactado

Tabla 69

Peso unitario compactado de agregado grueso de AR

	Agregado grueso		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	20.79	21.11	20.95
Peso del recipiente (kg)	4.86	4.86	4.86
Peso de la muestra (kg)	15.94	16.25	16.09
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1404.42	1432.10	1418.08
Promedio de peso unitario compactado (kg/m³)	1418.20		

Fuente. Elaboración propia

PESO UNITARIO
ASTM C29; NTP 400.017
CANtera: ADMACON
Tipo de roca: Tonalita Hornblendita

Peso unitario suelto

Tabla 70
Peso unitario suelto de agregado grueso de TH

	Agregado grueso		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	17.775	18.086	18.206
Peso del recipiente (kg)	4.858	4.858	4.858
Peso de la muestra (kg)	12.917	13.228	13.348
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto ((kg/m ³)	1138.362	1165.770	1176.346
Promedio peso unitario suelto (kg/m³)	1160.16		

Fuente. Elaboración propia

Peso unitario compactado

Tabla 71
Peso unitario compactado de agregado grueso de TH

	Agregado grueso		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	19.24	19.63	19.64
Peso del recipiente (kg)	4.858	4.858	4.858
Peso de la muestra (kg)	14.38	14.78	14.79
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1267.38	1302.19	1303.08
Promedio de peso unitario compactado (kg/m³)	1290.89		

Fuente. Elaboración propia

PESO UNITARIO
ASTM C29; NTP 400.017
CANTERA: MOVIAGREGADOS
Tipo de roca: Tonalita Cuarcifera

Peso unitario suelto

Tabla 72

Peso unitario suelto de agregado grueso de TC

	Agregado grueso		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	17.562	17.358	17.165
Peso del recipiente (kg)	4.858	4.858	4.858
Peso de la muestra (kg)	12.704	12.5	12.307
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto ((kg/m ³))	1119.591	1101.613	1084.604
Promedio peso unitario suelto (kg/m³)	1101.94		

Fuente. Elaboración propia

Peso unitario compactado

Tabla 73

Peso unitario compactado de agregado grueso de TH

	Agregado grueso		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	19.04	19.03	19.16
Peso del recipiente (kg)	4.86	4.86	4.86
Peso de la muestra (kg)	14.18	14.17	14.30
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1249.85	1248.52	1260.60
Promedio de peso unitario compactado (kg/m³)	1252.99		

Fuente. Elaboración propia

PESO UNITARIO
ASTM C29; NTP 400.017
CANtera: PIEDRA AZUL
Tipo de roca: Andesita

Peso unitario suelto

Tabla 74

Peso unitario suelto de agregado grueso de A

	Agregado grueso		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	18.221	18.246	18.294
Peso del recipiente (kg)	4.858	4.858	4.858
Peso de la muestra (kg)	13.363	13.388	13.436
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1177.668	1179.871	1184.102
Promedio peso unitario suelto (kg/m³)	1180.55		

Fuente. Elaboración propia

Peso unitario compactado

Tabla 75

Peso unitario compactado de agregado grueso de A

	Agregado grueso		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	20.01	19.87	19.77
Peso del recipiente (kg)	4.86	4.86	4.86
Peso de la muestra (kg)	15.15	15.02	14.91
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1335.24	1323.35	1313.92
Promedio peso unitario compactado (kg/m³)	1324.17		

Fuente. Elaboración propia

Contenido de humedad de los tipos de agregado grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C566; NTP 339.185

CANTERA: UNICON

Tipo de roca: Andesita y Riolita

Tabla 76

Contenido de humedad del agregado AR

Contenido de humedad agregado grueso	<u>UNICON</u>		
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de Tara	LCM-G03	UNICON	LCM-G04
Peso de Tara (gr.)	216	95	209
Peso de Tara + Muestra Humedad (gr.)	3216	3095	3208
Peso de Tara + Muestra Seca (gr.)	3203	3081	3186
Peso de Agua (gr.)	13	14	22
Peso de Muestra Seca (gr.)	2987	2986	2977
Contenido de Humedad (%)	0.41	0.45	0.69
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.52		

Fuente. Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C566; NTP 339.185

CANTERA: ADMACON

Tipo de roca: Tonalita hornblendita

Tabla 77

Contenido de humedad de agregado TH

Contenido de humedad agregado grueso	<u>ADMACON</u>		
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de Tara	LCM-903	LC-01	LCM-012
Peso de Tara (gr.)	215	206	221
Peso de Tara + Muestra Humedad (gr.)	3216	3206	3221
Peso de Tara + Muestra Seca (gr.)	3204	3195	3211
Peso de Agua (gr.)	12	11	10
Peso de Muestra Seca (gr.)	2989	2989	2990
Contenido de Humedad (%)	0.37	0.34	0.31
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.34		

Fuente. Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C566; NTP 339.185
CANtera: MOVIAGREGADOS
Tipo de roca: Tonalita cuarcífera

Tabla 78

Contenido de humedad de agregado TC

Contenido de humedad agregado grueso	<u>MOVIAGREGADOS</u>		
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de Tara	LCM-602	LCM-TM-02	LCM-C-01
Peso de Tara (gr.)	221	134	117
Peso de Tara + Muestra Humedad (gr.).	3220	3124	3117
Peso de Tara + Muestra Seca (gr.).	3125	3012	3006
Peso de Agua (gr.)	95	112	111
Peso de Muestra Seca (gr.)	2904	2878	2889
Contenido de Humedad (%)	3.04	3.72	3.69
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.48		

Fuente. Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C566; NTP 339.185
CANtera: PIEDRA AZUL
Tipo de roca: Andesita

Tabla 79

Contenido de humedad de agregado A

Contenido de humedad agregado grueso	<u>PIEDRA AZUL</u>		
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de Tara	LCEM-01	C1-Z3	LCM-03
Peso de Tara (gr.)	207	126	208
Peso de Tara + Muestra Humedad (gr.).	3207	3126	3208
Peso de Tara + Muestra Seca (gr.).	3193	3100	3186
Peso de Agua (gr.)	14	26	22
Peso de Muestra Seca (gr.)	2986	2974	2978
Contenido de Humedad (%)	0.44	0.84	0.69
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.66		

Fuente. Elaboración propia

Peso específico y absorción de los tipos de agregado grueso

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

ASTM C 127; NTP 400.021

CANTERA: UNICON

Tipo de roca: Andesita y Riolita

Tabla 80

Peso específico y absorción de agregados AR

Descripción	Unid	1	2	Formula
Peso muestra saturada sup. seco	gr	3000	3000	a
Peso (muestra + canastilla) sumergida	gr	2492	2490	b
Peso canastilla sumergida	gr	573	576	c
Peso muestra seca	gr	2966	2967	d
Peso muestra sumergida	gr	1919	1914	e=b-c
Volumen de muestra	cm ³	1081	1086	f=a-e
Peso específico seco	gr/cm ³	2.744	2.732	d/f
Peso específico SSS	gr/cm ³	2.775	2.762	a/f
Absorción	%	1.15	1.11	(a-d)/d%
Promedio absorción (%)			1.13	

Fuente. Elaboración propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

ASTM C 127; NTP 400.021

CANTERA: ADMACON

Tipo de roca: Tonalita Hornblendita

Tabla 81

Peso específico y absorción de agregados TH

Descripción	Unid	1	2	Formula
Peso muestra saturada sup. seco	gr	2000	2000	a
Peso (muestra + canastilla) sumergida	gr	1826	1841	b
Peso canastilla sumergida	gr	573	571	c
Peso muestra seca	gr	1981	1982	d
Peso muestra sumergida	gr	1268	1270	e=b-c
Volumen de muestra	cm ³	732	730	f=a-e
Peso específico seco	gr/cm ³	2.706	2.715	d/f
Peso específico SSS	gr/cm ³	2.732	2.740	a/f
Absorción	%	0.96	0.91	(a-d)/d%
Promedio absorción (%)			0.93	

Fuente. Elaboración propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
ASTM C 127; NTP 400.021
CANtera: MOVIAGREGADOS
Tipo de roca: Tonalita Cuarzifera

Tabla 82

Peso específico y absorción de agregados TC

Descripción	Unid	1	2	Formula
Peso muestra saturada sup. seco	gr	2000	2000	a
Peso (muestra + canastilla) sumergida	gr	1837	1831	b
Peso canastilla sumergida	gr	573	576	c
Peso muestra seca	gr	1985	1991	d
Peso muestra sumergida	gr	1249	1255	e=b-c
Volumen de muestra	cm ³	751	745	f=a-e
Peso específico seco	gr/cm ³	2.643	2.672	d/f
Peso específico SSS	gr/cm ³	2.663	2.685	a/f
Absorción	%	0.76	0.45	(a-d)/d%
Promedio absorción (%)			0.60	

Fuente. Elaboración propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
ASTM C 127; NTP 400.021
CANtera: PIEDRA AZUL
Tipo de roca: Andesita

Tabla 83

Peso específico y absorción de agregados A

Descripción	Unid	1	2	Formula
Peso muestra saturada sup. seco	gr	3000	3000	a
Peso (muestra + canastilla) sumergida	gr	2496	2494	b
Peso canastilla sumergida	gr	573	576	c
Peso muestra seca	gr	2960.5	2961	d
Peso muestra sumergida	gr	1913	1918	e=b-c
Volumen de muestra	cm ³	1087	1082	f=a-e
Peso específico seco	gr/cm ³	2.724	2.737	d/f
Peso específico SSS	gr/cm ³	2.760	2.773	a/f
Absorción	%	1.33	1.32	(a-d)/d%
Promedio absorción (%)			1.33	

Fuente. Elaboración propia

ANEXO C. *Propiedades físicas del agregado fino*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM C136
CANTERA: LIMA I
Tipo de roca: Granodiorita

Tabla 84
Análisis granulométrico del agregado fino de tipo Granodiorita (G)

Cantera:		LIMA I			
Peso muestra:		1027 g			
Tamiz (pulg)	Tamiz (mm)	Peso Ret (g)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"	9.5	0	0	0	100
N° 4	4.75	12	1.17	1.17	98.83
N° 8	2.36	149	14.49	15.66	84.34
N° 16	1.18	279	27.14	42.80	57.20
N° 30	0.6	261	25.39	68.19	31.81
N° 50	0.3	189	18.39	86.58	13.42
N° 100	0.15	106	10.31	96.89	3.11
N° 200	0.075	26	2.53	99.42	0.58
Fondo		6	0.58	100.00	0.00
Total		1028	100.00		

Fuente. Elaboración propia

$$MF.A.F = \frac{1.17 + 15.66 + 42.80 + 68.19 + 86.58 + 96.89}{100}$$

$$MF.A.F = 3.11$$

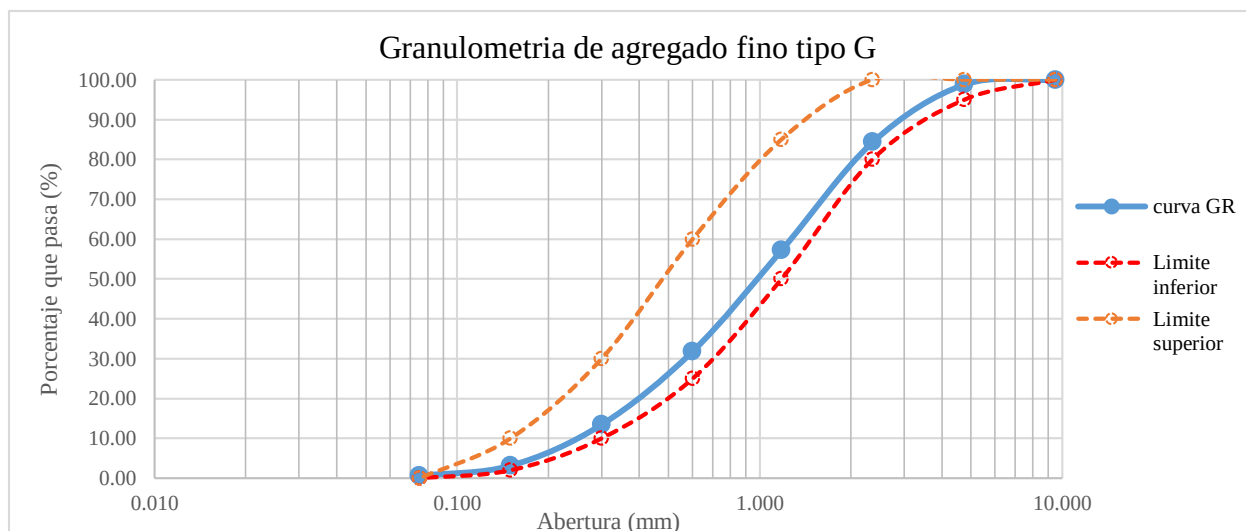


Figura 48. Curva Granulométrica del agregado fino tipo Granodiorita (G)

PESO UNITARIO
ASTM C29; NTP 400.017
CANTERA: LIMA I
Tipo de roca: Granodiorita

Tabla 85

Peso unitario suelto del agregado fino tipo granodiorita

Peso Unitario Suelto (PUS)	Muestras		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	19.075	19.051	19.001
Peso del recipiente (kg)	4.858	4.858	4.858
Peso de la muestra (kg)	14.217	14.193	14.143
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto ((kg/m ³))	1252.930	1250.815	1246.409
Promedio	1250.051		

Fuente. Elaboración propia

Tabla 86

Peso unitario compactado del agregado fino tipo granodiorita

Peso Unitario Compactado	Muestras		
	1	2	3
Peso de la muestra + Recipiente (kg)	20.740	20.756	20.831
Peso del recipiente (kg)	4.858	4.858	4.858
Peso de la muestra (kg)	15.882	15.898	15.973
Volumen del recipiente (m ³)	0.01135	0.01135	0.01135
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1399.665	1401.075	1407.685
Promedio	1402.808		

Fuente. Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C566; NTP 339.185

CANtera: LIMA I**Tipo de roca: Granodiorita**

Tabla 87

Contenido de humedad del agregado fino tipo granodiorita

Contenido de humedad agregado fino	<u>LIMA 1</u>		
Nº de ensayo	1	2	3
Nº de Tara	MG-R6-1701	LCM-C	LCM-601
Peso de Tara (gr.)	211	117	121
Peso de Tara + Muestra Humedad (gr).	711	617	621
Peso de Tara + Muestra Seca (gr).	705	611	614
Peso de Agua (gr.)	6	6	7
Peso de Muestra Seca (gr.)	494	494	493
Contenido de Humedad (%)	0.85	0.98	1.14
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.99		

Fuente. Elaboración propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

ASTM C 127; NTP 400.021

CANtera: LIMA I**Tipo de roca: Granodiorita**

Tabla 88

Peso específico y absorción del agregado fino tipo granodiorita

Descripción	Unid	M 1	M 2
Peso arena saturada sup. seco	gr	500	500
Peso (muestra + fiola + agua	gr	957	955
Peso fiola	gr	151	149
Peso agua (w)	gr	308	306
Peso de arena seca horno (a)	gr	493	493
Volumen de muestra (v)	cm ³	500	500
Peso específico de masa $a/(v-w)$		2.573	2.541
Peso específico SSS $500/(v-w)$		2.604	2.577
Peso específico aparente $a/(v-w)-(500-a)$		2.66	2.64
Porcentaje de absorción $(500-a)*100/a$	%	1.420	1.420

Fuente. Elaboración propia

ANEXO D. Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso

a. Cantera Unicon con agregado tipo andesita y riolita

Tabla 89

Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso tipo andesita y riolita

Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso MTC E 210						
Cantera:		Unicon				
Tipo de agregado:		Andesita y Riolita				
Con una cara fracturada						
Tamaño de agregado		A	B	C	D	E
Pasa	Retenido	(g)	(g)	[(B/A)*100]	(%)	(C*D)
1"	3/4"	1003	8.7	0.87	49.70	43.11
3/4"	1/2"	836	147.8	17.68	41.43	732.41
1/2"	3/8"	179	25.9	14.47	8.87	128.34
Total		2018	0	33.02	100.00	903.87
Porcentaje de partículas con una cara fracturada [Total E / Total D] %						9.04
Observación: No cumple con la norma MTC E210-2000 80% min para < 3000 msnm						
Con dos o más caras fracturadas						
Tamaño de agregado		A	B	C	D	E
Pasa	Retenido	(g)	(g)	[(B/A)*100]	(%)	(C*D)
1"	3/4"	1003	47.6	4.75	49.70	235.88
3/4"	1/2"	836	451.6	54.02	41.43	2237.86
1/2"	3/8"	179	168.2	93.97	8.87	833.50
Total		2018	667.4	152.73	100.00	3307.23
Porcentaje de partículas con dos o más caras fracturadas [Total E / Total D] %						33.07
Observación: No cumple con la norma MTC E210-2000 40 % min para < 3000 msnm						

Fuente. Elaboración propia

b. Cantera Admacon con agregado tipo tonalita hornblendita

Tabla 90

Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso tipo tonalita hornblendita

Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso MTC E 210

Cantera:		Admacon				
Tipo de agregado:		Tonalita Hornblendita				
Con una cara fracturada						
Tamaño de agregado	A	B	C	D	E	
Pasa	Retenid o	(g)	(g)	[(B/A)*100]	(%)	(C*D)
1"	3/4"	921	180.2	19.57	46.07	901.45
3/4"	1/2"	835	143.5	17.19	41.77	717.86
1/2"	3/8"	243	4.9	2.02	12.16	24.51
Total		1999	328.6	38.77	100.00	1643.82
Porcentaje de partículas con una cara fracturada [Total E / Total D]%						16.44
Observación: No cumple con la norma MTC E210-2000 80% min para < 3000 msnm						
Con dos o más caras fracturadas						
Tamaño de agregado	A	B	C	D	E	
Pasa	Retenid o	(g)	(g)	[(B/A)*100]	(%)	(C*D)
1"	3/4"	921	211.5	22.96	46.07	1058.03
3/4"	1/2"	835	578.2	69.25	41.77	2892.45
1/2"	3/8"	243	308.4	126.91	12.16	1542.77
Total		1999	1098.1	219.12	100.00	5493.25
Porcentaje de partículas con dos o más caras fracturadas [Total E / Total D] %						54.93
Observación: Cumple con la norma MTC E210-2000 40 % min para < 3000 msnm						

Fuente. Elaboración propia

c. Cantera Moviagregados con agregado tipo tonalita cuarcífera

Tabla 91

Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso tipo tonalita cuarcífera

Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso MTC E 210						
Cantera:		Moviagregados				
Tipo de agregado:		Tonalita Cuarcífera				
Con una cara fracturada						
Tamaño de agregado		A	B	C	D	E
Pasa	Retenido	(g)	(g)	[(B/A)*100]	(%)	(C*D)
1"	3/4"	989	0	0.00	49.35	0.00
3/4"	1/2"	818	0	0.00	40.82	0.00
1/2"	3/8"	197	0	0.00	9.83	0.00
Total		2004	0	0	100.00	0.00
Porcentaje de partículas con una cara fracturada [Total E / Total D] %						0.00
Observación: No cumple con la norma MTC E210-2000 80% min para < 3000 msnm						
Con dos o más caras fracturadas						
Tamaño de agregado		A	B	C	D	E
Pasa	Retenido	(g)	(g)	[(B/A)*100]	(%)	(C*D)
1"	3/4"	989	564	57.03	49.35	2814.37
3/4"	1/2"	818	724.7	88.59	40.82	3616.27
1/2"	3/8"	197	85.9	43.60	9.83	428.64
Total		2004	1374.6	189.23	100.00	6859.28
Porcentaje de partículas con dos o más caras fracturadas [Total E / Total D] %						68.59
Observación: Cumple con la norma MTC E210-2000 40 % min para < 3000 msnm						
Fuente. Elaboración propia						

Fuente. Elaboración propia

Canto rodado 123.8 gr

d. Cantera Piedra azul con agregado tipo andesita

Tabla 92

Determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso tipo andesita

Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso MTC E 210						
Cantera:		Piedra Azul				
Tipo de agregado:		Andesita				
Con una cara fracturada						
Tamaño de agregado	A	B	C	D	E	
Pasa	Retenid o	(g)	(g)	[(B/A)*100]	(%)	(C*D)
1"	3/4"	985	151	15.33	48.76	748.52
3/4"	1/2"	846	309.2	36.55	41.88	1531.69
1/2"	3/8"	189	75.2	39.79	9.36	372.28
Total		2020	535.4	91.67	100.00	2650.50
Porcentaje de partículas con una cara fracturada [Total E / Total D]%						26.50
Observación: No cumple con la norma MTC E210-2000 80% min para < 3000 msnm						
Con dos o más caras fracturadas						
Tamaño de agregado	A	B	C	D	E	
Pasa	Retenid o	(g)	(g)	[(B/A)*100]	(%)	(C*D)
1"	3/4"	985	106.1	10.77	48.76	525.25
3/4"	1/2"	846	427.8	50.57	41.88	2117.82
1/2"	3/8"	189	344.8	182.43	9.36	1706.93
Total		2020	878.7	243.77	100.00	4350.00
Porcentaje de partículas con dos o más caras fracturadas [Total E / Total D] %						43.50
Observación: Cumple con la norma MTC E210-2000 40 % min para < 3000 msnm						
Fuente. Elaboración propia						

ANEXO E. Diseño de mezcla

Diseño de mezcla 210 kg/cm²

Propiedades físicas de los agregados patrón

Propiedades físicas de los agregados (AF= Lima I; AG= Unicon)			
Agregados	Fino	Grueso	Portland tipo I
Perfil		Angular	
Peso unitario Suelto (kg/m ³)	1,250.05	1,280.40	...
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1,402.81	1,418.20	...
Peso específico (kg/m ³)	2541.2	2732.0	3.12
Módulo de fineza	3.08	6.97	...
TMN (tamaño máximo nominal)		3/4"	...
% Absorción	1.42	1.11	...
% W	0.99	0.52	...

Para esta investigación se optó por el método ACI 211, está basado en las siguientes tablas.

1. Selección de la resistencia requerida (f'_{cr})

F'_c	F'_{cr}
menos de 210	$F'_c + 70$
210 - 350	$F'_c + 84$
> 350	$F'_c + 98$

F'_c	210
D	55
F'_{cr}	265

Se hizo el ajuste reduciendo el factor de seguridad a 55 kg/cm² con el fin de reducir la resistencia a compresión ya que a 7 días resultó en 96 % con un promedio 203 kg/cm² y 21 días estaba en 116 % con un promedio de 244 kg/cm². Para los diseños de 300 kg/cm² se ejecutó el diseño con un factor de 55 kg/cm² y para el diseño 400 kg/cm² se ejecutó el diseño con un factor de 148 kg/cm² y se siguió el mismo procedimiento de diseño por el método ACI 211

2. Seleccionar el contenido de aire atrapado TABLA 02
Según el TMN del agregado grueso

según TMN	
TMN:	3/4"
Aire:	2.00

Tabla 2. Contenido de aire atrapado

Contenido de Aire Atrapado	
TMN Agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

3. Selección del asentamiento
Para esta investigación se escogió trabajar con un asentamiento de 3" a 4"

Tabla 93

Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas	7.5	2.5
Zapatas, cajones de cimentación y muros de sub-estructuras sencillos	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente. Fuente ACI 211

*También se puede incrementar 2.5 cm, cuando los métodos de compactación no sean por vibrado

4. Seleccionar el contenido de agua TABLA 01

TMN: 3/4"

SLUMP: 3" a 4"
Vol. Agua 205

Volumen unitario de agua								
Agua en m ³ , para tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicada								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....
Con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	.....

5. Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad (TABLAS 05 y 07).

Se tuvo que interpolar para determinar la relación agua cemento de **0.599**

x	y
250	0.62
300	0.55
265	0.599

Tabla 5. Relación agua cemento por resistencia

f'c (Kg/cm ²)	relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

6. Cálculo del contenido de cemento (4) / (5)

Vol. Agua	205
a/c	0.599
Cemento (kg)	360.60
Bolsas cemento (42.5 kg)	8.48

7. Seleccionar el peso del agregado grueso TABLA 04 proporciona el valor de b/bo, donde bo y b: son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.

b/bo	0.600
PUC	1,418.20
Peso Agregado grueso:	850.92

Tabla 4. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del Agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b / bo)			
	2.4	2.6	2.8	3.08
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.91	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

8. Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino

Cemento	Peso específico del cemento	3.12	m ³
	Convertir de Cm ³ a m ³	1000	
		0.116	
Agua	cemento		
	Peso específico agua	1000	kg/m ³
	Agua	216	kg
Aire		0.216	m ³
	Aire	0.020	
	%	100	%
Volumen del Agregado grueso		0.0002	
	Peso de Ag grueso	850.92	kg
	Peso específico	2732.044	kg/m ³
		0.311	m ³
Sumatoria		1 m ³	0.643 m ³

9. Cálculo del volumen del agregado fino

diseño para 1 m ³	1	m ³
Volumen agregado grueso	0.643	m ³
Volumen agregado fino	0.357	m ³

10. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino

Volumen agregado fino	0.357	m ³
Peso específico	2541.24	kg/m ³
Peso del agregado fino	906.62	kg

11. Presentación del diseño en estado seco.

Diseño en estado seco		
Cemento	360.60	kg
Agregado fino	906.62	kg
Agregado grueso	850.92	kg
Agua	216	lt

12. Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados

Corrección por humedad		
	agregado fino (kg)	906.62
	% w	0.99
Agregado fino	%	100.00
	unidad	1.00
	corregido agregado fino (kg)	915.61

Corrección por humedad		
	Agregado grueso	850.92
	% Humedad	0.52
Agregado grueso	%	100.00
	Unidad	1.00
	Corregido agregado fino (kg)	855.35

13. Aporte de agua para la mezcla

Aporte de agua a la mezcla		
Agregado fino	Agregado fino	915.605
	% w	0.991
	% absorción	1.420
	Unidad	100.000
	Total agregado fino	-3.926
Agregado grueso	Agregado grueso	855.346
	% w	0.520
	% Absorción	1.112
	Unidad	100.000
	Total agregado grueso	-5.066
Sumatoria		-8.992

Agua	216.000
Corrección de agua	+8.992
Total de agua para diseño	224.992

14. Diseño final de 210 kg/cm²

	Cemento	Ag. fino	Ag. grueso	agua
Peso de diseño (kg)	360.60	915.61	855.35	224.99
Factor cemento	360.60	360.60	360.60	8.48
Proporción diseño	1.00	2.54	2.37	26.52

Diseño de mezcla 300 kg/cm²

1. Selección de la resistencia requerida (f' cr)

F'c	F'cr
menos de 210	F'c + 70
210 - 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98
F'c	300
D	55
F'cr	355

Para los diseños de 300 kg/cm² se ejecutó el diseño con un factor de 55 kg/cm², se siguió el mismo procedimiento de diseño por el método ACI 211

2. Seleccionar el contenido de aire atrapado TABLA 02
Según el TMN del agregado grueso

según TMN	
TMN:	3/4"
Aire:	2.00

Tabla 2. Contenido de aire atrapado

Contenido de Aire Atrapado	
TMN Agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

3. Selección del asentamiento
Para esta investigación se escogió trabajar con un asentamiento de 3" a 4"

Tabla 94

Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas	7.5	2.5
Zapatas, cajones de cimentación y muros de sub-estructuras sencillos	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente. Fuente ACI 211

*También se puede incrementar 2.5 cm, cuando los métodos de compactación no sean por vibrado

4. Seleccionar el contenido de agua TABLA 01

TMN: 3/4"
SLUMP: 3" a 4"
Vol. Agua **205**

Volumen unitario de agua								
Agua en m ³ , para tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicada								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....
Con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	.....

5. Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad (TABLAS 05 y 07).

Se tuvo que interpolar para determinar la relación agua cemento de **0.475**

x	y
350	0.48
400	0.43
400	0.475

Tabla 5. Relación agua cemento por resistencia		
f'c (Kg/cm ²)	relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

6. Cálculo del contenido de cemento (4) / (5)

Vol. Agua	205
a/c	0.475
Cemento (kg)	475.74
Bolsas cemento (42.5 kg)	10.70

7. Seleccionar el peso del agregado grueso TABLA 04 proporciona el valor de b/bo, donde bo y b: son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.

b/bo	0.600
PUC	1,418.20
Peso Agregado grueso:	850.92

Tabla 4. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del Agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b / bo)			
	2.4	2.6	2.8	3.08
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.91	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

8. Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino

Cemento	Peso específico del cemento	3.12	m ³
	Convertir de Cm ³ a m ³	1000	
	cemento	0.146	
Agua	Peso específico agua	1000	kg/m ³
	Agua	216	kg
		0.216	m ³
Aire	Aire	0.020	
	%	100	%
		0.0002	
Volumen del Agregado grueso	Peso de Ag grueso	850.92	kg
	Peso específico	2732.044	kg/m ³
		0.311	m ³

Sumatoria	1 m ³	0.673 m ³
-----------	------------------	-----------------------------

9. Cálculo del volumen del agregado fino

diseño para 1 m ³	1	m ³
Volumen agregado grueso	0.673	m ³
Volumen agregado fino	0.327	m ³

10. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino

Volumen agregado fino	0.327	m ³
Peso específico	2541.24	kg/m ³
Peso del agregado fino	829.95	kg

11. Presentación del diseño en estado seco.

Diseño en estado seco		
Cemento	454.74	kg
Agregado fino	829.95	kg
Agregado grueso	850.92	kg
Agua	216	lt

12. Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados

Corrección por humedad		
	agregado fino (kg)	829.95
	% w	0.99
Agregado fino	%	100.00
	unidad	1.00
	corregido agregado fino (kg)	838.17

Corrección por humedad		
	Agregado grueso	829.95
	% Humedad	0.99
Agregado grueso	%	100.00
	Unidad	1.00
	Corregido agregado fino (kg)	838.17

13. Aporte de agua para la mezcla

Aporte de agua a la mezcla		
Agregado fino	Agregado fino	838.17
	% w	0.991
	% absorción	1.420
	Unidad	100.000
	Total agregado fino	-3.594
Agregado grueso	Agregado grueso	855.346
	% w	0.520
	% Absorción	1.112
	Unidad	100.000
	Total agregado grueso	-5.066
Sumatoria		-8.660

Agua	216.000
Corrección de agua	+8.660
Total de agua para diseño	224.660

14. Diseño final de 300 kg/cm²

	Cemento	Ag. fino	Ag. grueso	agua
Peso de diseño (kg)	454.74	838.17	855.35	224.66
Factor cemento	454.74	454.74	454.74	10.7
Proporción diseño	1.00	1.84	1.88	12.40

Diseño de mezcla 400 kg/cm²

1. Selección de la resistencia requerida (f'_{cr})

f'_c	f'_{cr}
menos de 210	$f'_c + 70$
210 - 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

F'c	400
D	148
F'cr	548

Para los diseños de 400 kg/cm² se ejecutó el diseño con un factor de 148 kg/cm², se siguió el mismo procedimiento de diseño por el método ACI 211

2. Seleccionar el contenido de aire atrapado TABLA 02
Según el TMN del agregado grueso

según TMN	
TMN:	3/4"
Aire:	2.00

Tabla 2. Contenido de aire atrapado
Contenido de Aire Atrapado

TMN Agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

3. Selección del asentamiento
Para esta investigación se escogió trabajar con un asentamiento de 3" a 4"

Tabla 95

Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas	7.5	2.5
Zapatas, cajones de cimentación y muros de sub-estructuras sencillos	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente. Fuente ACI 211

*También se puede incrementar 2.5 cm, cuando los métodos de compactación no sean por vibrado

4. Seleccionar el contenido de agua TABLA 01

TMN: 3/4"
SLUMP: 3" a 4"
Vol. Agua **205**

Volumen unitario de agua								
Agua en m ³ , para tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicada								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....
Con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	.....

5. Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad (TABLAS 05 y 07).

Se tuvo que extrapolar para determinar la relación agua cemento de **0.282**

x	y
400	0.43
450	0.38
548	0.282

Tabla 5. Relación agua cemento por resistencia		
f'c (Kg/cm ²)	relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

6. Cálculo del contenido de cemento (4) / (5)

Vol. Agua	205
a/c	0.282
Cemento (kg)	765.96
Bolsas cemento (42.5 kg)	18.02

7. Seleccionar el peso del agregado grueso TABLA 04 proporciona el valor de b/bo, donde bo y b: son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.

b/bo	0.600
PUC	1,418.20
Peso Agregado grueso:	850.92

Tabla 4. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del Agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b / bo)			
	2.4	2.6	2.8	3.08
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.91	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

8. Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino

Cemento	Peso específico del cemento	3.12	m ³
	Convertir de Cm ³ a m ³	1000	
	cemento	0.245	
Agua	Peso específico agua	1000	kg/m ³
	Agua	216	kg
		0.216	m ³
Aire	Aire	0.020	
	%	100	%
		0.0002	
	Peso de Ag grueso	850.92	kg

Volumen del Agregado grueso	Peso específico	2732.044	kg/m ³
		0.311	m ³
Sumatoria		1 m ³	0.773 m ³

9. Cálculo del volumen del agregado fino

diseño para 1 m ³	1	m ³
Volumen agregado grueso	0.673	m ³
Volumen agregado fino	0.227	m ³

10. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino

Volumen agregado fino	0.227	m ³
Peso específico	2541.24	kg/m ³
Peso del agregado fino	576.46	kg

11. Presentación del diseño en estado seco.

Diseño en estado seco		
Cemento	765.96	kg
Agregado fino	576.346	kg
Agregado grueso	850.92	kg
Agua	216	lt

12. Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados

Corrección por humedad		
	agregado fino (kg)	576.46
	% w	0.99
Agregado fino	%	100.00
	unidad	1.00
	corregido agregado fino (kg)	582.17

Corrección por humedad		
	Agregado grueso	850.92
	% Humedad	0.52
Agregado grueso	%	100.00
	Unidad	1.00
	Corregido agregado fino (kg)	855.35

13. Aporte de agua para la mezcla

Aporte de agua a la mezcla		
Agregado fino	Agregado fino	582.17
	% w	0.991
	% absorción	1.420
	Unidad	100.000
	Total agregado fino	-2.497
Agregado grueso	Agregado grueso	855.346
	% w	0.520
	% Absorción	1.112
	Unidad	100.000
	Total agregado grueso	-5.066
Sumatoria		-7.562

Agua	216.000
Corrección de agua	+7.562
Total de agua para diseño	223.562

14. Diseño final de 400 kg/cm²

	Cemento	Ag. fino	Ag. grueso	agua
Peso de diseño (kg)	765.96	582.17	855.35	223.56
Factor cemento	765.96	765.96	765.96	18.02
Proporción diseño	1.00	0.76	1.12	12.40

ANEXO F. Panel fotográfico de la investigación

Recopilación de muestras para investigación



Recopilacion de agregado grueso de cantera
Admacon



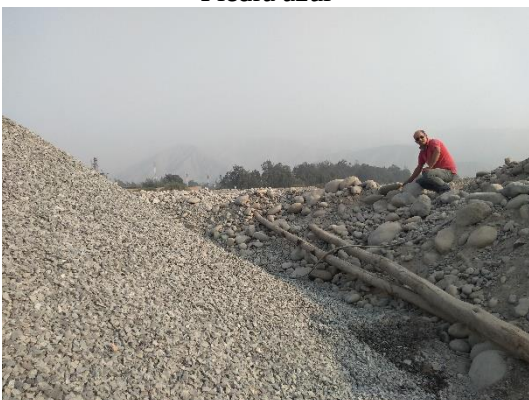
Recopilacion de agregado grueso de cantera
Moviagregados



Recopilacion de agregado grueso de cantera
Piedra azul



Recopilacion de agregado fino de cantera Lima I



Recopilacion de roca de cantera Moviagregados



Recopilacion de roca de cantera Piedra azul



Recopilación de roca de cantera Admacon



Muestras de agregado grueso de diferentes canteras en laboratorio de concreto. UPeU

Figuras de las propiedades físicas del agregado grueso, fabricación de briquetas y asentamiento



Cuarteo de muestra



Granulometría de los agregados gruesos



Muestra retenida en tamices



Varillado para determinar el peso unitario compactado



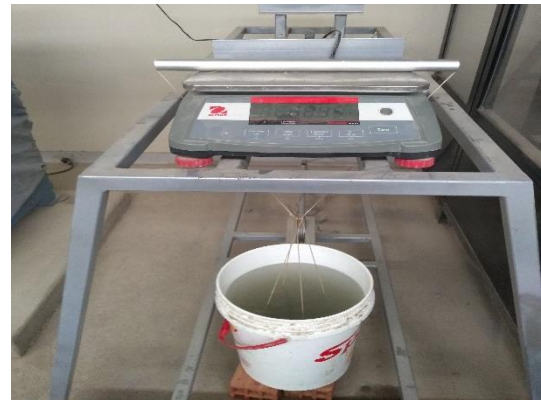
Peso de PUC



Puesta de muestra en horno para contenido de humedad



Muestra seca despues de 24 horas



Muestra para determinar el peso especifico



Cemento para ejecución de tesis



Moldes de PVC de 6" * 12"



Slump de agregado grueso tipo AR 210 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo TH 210 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo TC 210 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo A 210 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo AR 300 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo TH 300 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo TC 300 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo A 300 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo AR 400 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo TH 400 kg/cm²



Slump de agregado grueso tipo TC 400 kg/cm²



Probetas en proceso de fraguado

Slump de agregado grueso tipo A 400 kg/cm²



Probetas en proceso de fraguado



Briquetas en baldes de curado



Equipos y materiales fabricacion de briquetas

Figuras de propiedades mecánicas del concreto (RCU y RTCD)



Calibrador vernier digital



Balanza



Prensa forney modelo F-1100KNB-FL-220



Rotura briqueta 7 días, AG tipo TH y
resistencia 182.99 kg/cm²



Rotura briqueta 7 días, AG tipo TC y resistencia 180.96 kg/cm²



Rotura briqueta 7 días, AG tipo AR y resistencia 201.35 kg/cm²



Rotura de briqueta 28 días, AG tipo TH falla tipo 3



Las rocas alteradas producto del metamorfismo tienden a fracturarse mas rapido AG tipo A



Rotura de briqueta 28 días, AG tipo TC
resistencia 368.10 kg/cm²



Mezcla de agregados angulares y redondeado
con alteraciones como consecuencia menor
adeherencia AG tipo AR



Rotura de AG tipo TC. Se muestra en roca fracturada con mayor presencia de cuarzo y paglioclasa



Supervisión de Ing. David Díaz Asesor de tesis

ANEXO G. Informe de análisis de rocas

INFORME DE ANÁLISIS DE ROCAS

Materia: Petrología

Método de estudio: Cuantificación de minerales visibles
Determinación del tipo de rocas con tabla de STRECKEISEN

Geólogo:

RÓMULO SUNI TANCAYLLO

Proyecto: Investigación (Proyecto Tesis)

Solicitado por:

Justiniano Ibérico Collazos

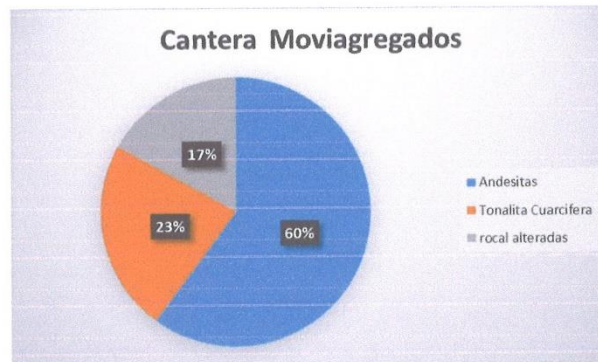
Muestra: Agregado grueso

Lima, Julio del 2019


RÓMULO PASCUAL SUNI TANCAYLLO
INGENIERO GEOLOGO
Nº de Colección de "Anexo N° 5954"

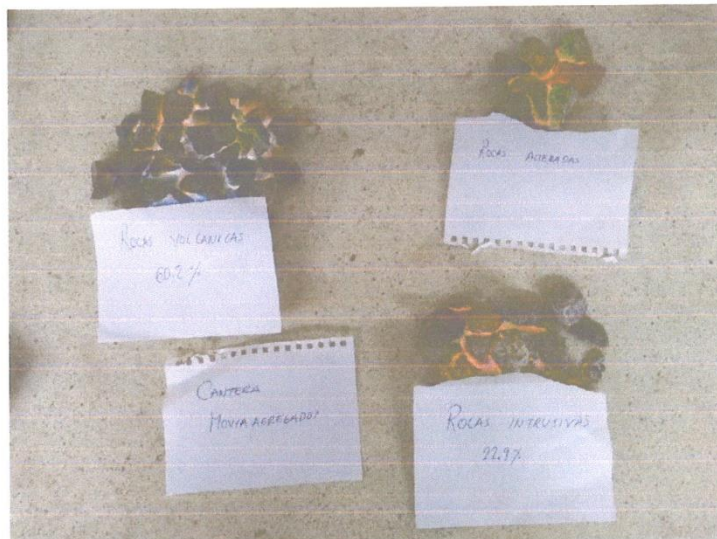
1. Cantera Moviagregados

1.1. Muestra: 1 kg de conjunto de rocas



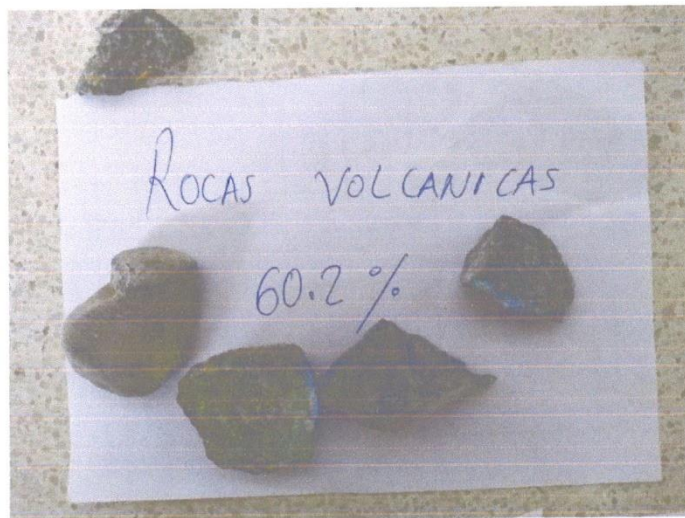
Tipo de agregado	Peso (gr)	%
Rocas volcánicas	602	60
Rocas intrusivas	229	23
Rocas alteradas	169	17
Total (gr)	1000	100


PASCUAL SUNI TANCAYLLA
INGENIERO GEOLOGO
Colegio de Ingenieros No 5954



1.2. Rocas volcánicas

Andesita de grano medio a fino. Color gris plomo con textura rugosa y fractura irregular. Contenido de magnetita fina en la matriz, venillas irregulares de epidota de alteración



[Signature]
 ESP.ULO PASCUAL SUNI TANCAYLLO
 INGENIERO GEOLOGO
 No. de Colección No. 59549

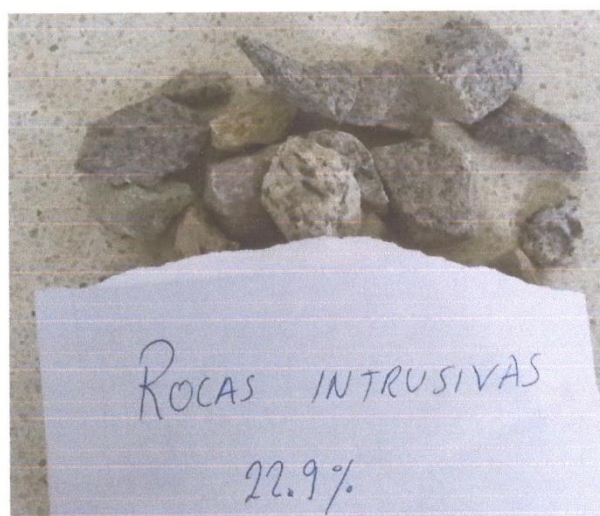
1.3. Rocas intrusivas

1.3.1. Minerales principales

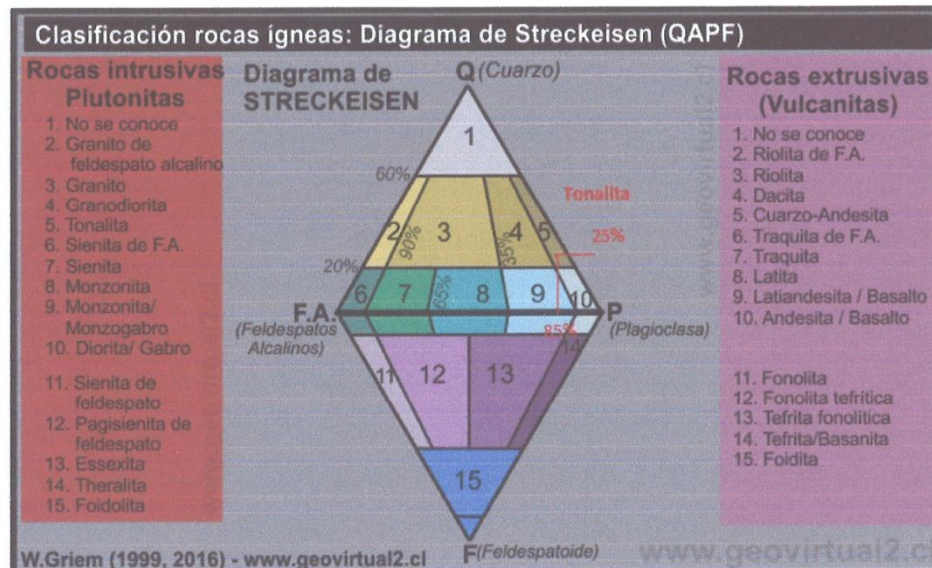
En las rocas se observa la presencia principalmente de plagioclasas 90 – 100 %. Cuarzo de 10 – 15% y Ortosa de 1- 5%

1.3.2. Minerales secundarios

- Hornblendas de 10 -20%
- Biotitas
- Epidotas




PASCUAL SUNI TANCAYLLO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. en Catalogo de Profesionales N° 57543



Conclusión: Tonalita con cuarzo, o tonalita cuarcífera

1.4. Rocas alteradas

Fragmentos de colores rojizos, amarillentos a claros. Producto de la alteración de sus minerales, en forma de oxidación de sus ferromagnesianos (hornblendas y biotitas). Y producto de un metamorfismo de contacto (compresión) con desarrollo de venas de clacita y epidota. Corresponde a rocas andesitas

[Firma manuscrita]
PASCUAL SUNI TANCAYIN
 INGENIERO GEÓLOGO
 C.º de Chile 40



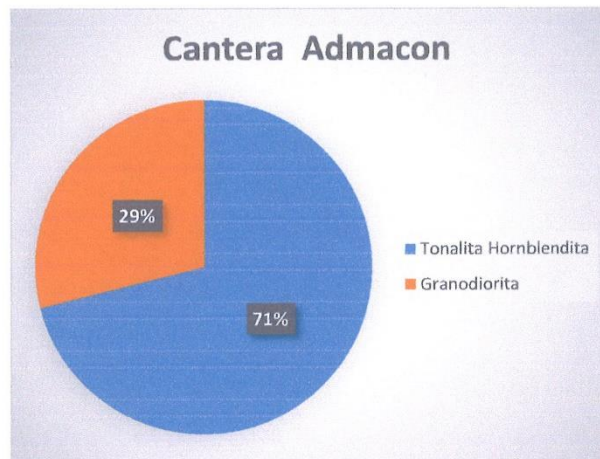
Conclusión: rocas andesitas

2. Cantera Admacon

2.1. Muestra: 1 kg de agregado grueso

<i>Tipo de agregado</i>	<i>Peso (gr)</i>	<i>%</i>
<i>Rocas intrusivas 1</i>	711	71
<i>Rocas intrusivas 2</i>	289	29
<i>Total (gr)</i>	1000	100


PASCUAL SUNI TANCAYILLO
INGENIERO GEÓLOGO
 Exp. de Colección de Muestras No 5750



2.2. Rocas intrusivas 1

Mineras principales

Principalmente presenta los agregados Plagioclasa de 50 - 70 %, Cuarzo 40-60 % y Ortoza 5%

Minerales de accesorios


 ROMULO PASCUAL SUNI TANCAYILLO
 INGENIERO GEOLÓGICO
 10 de Agosto de 2009

2.3. Rocas intrusivas 2

Minerales principales

Principalmente presenta plagioclasas del 60 – 70%, Ortosa 20% y Cuarzo de 10 – 20%

Minerales accesorios

Presenta Hornblenda 20% biotitas 10% y patinas de óxido 5%



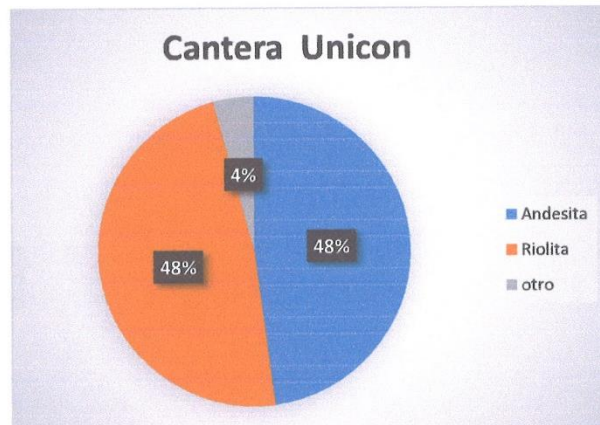
Conclusión: este tipo de roca es Granodiorita de grano medio a grueso con textura fractura rugosa a laminar con color gris claro y leve alteración de oxidación

3. Cantera Unicon

3.1. Muestra: 1 kg de agregado grueso


PÁSCUAL PASCUAL SUNI TANCAYLLA
INGENIERO GEOLOGO
14 de Agosto de 2014

<i>Tipo de agregado</i>	<i>Peso (gr)</i>	<i>%</i>
<i>Rocas Andesitas</i>	479	47.9
<i>Rocas diorita</i>	478	47.8
<i>Otro</i>	43	4.3
<i>Total (gr)</i>	1000	100



[Handwritten signature]
PASCUAL SUNI TANCAYILLO
 INGENIERO GEOLOGO
 Colegiado en 59569

3.2. Roca I

De grano medio con textura fanerítica con cristales de plagioclasas con una matriz de gris verdoso fragmentos subredondeados con fractura irregular con aspecto subvolcanico

Conclusión: Agregado tipo andesita de grano medio

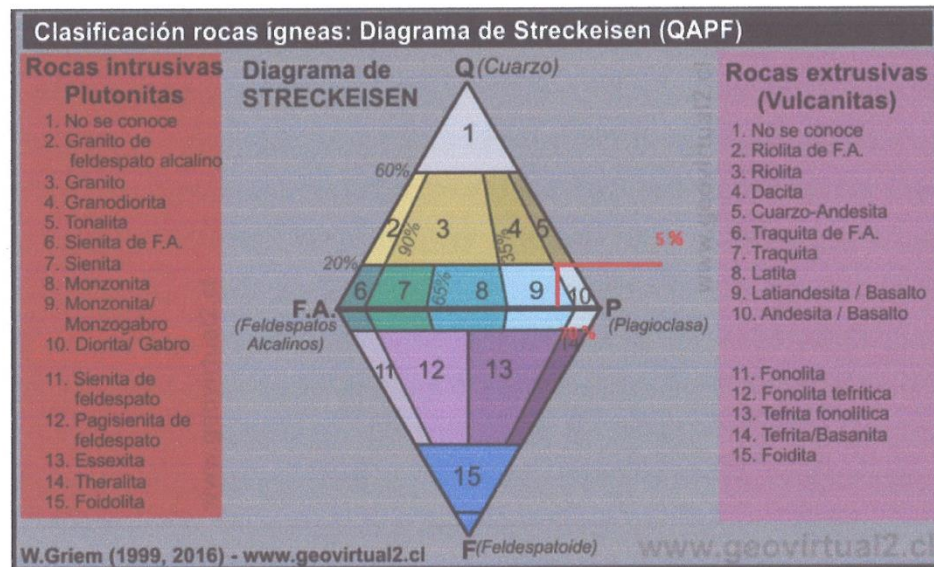
1.1. Roca II

Minerales principales

Presenta plagioclasas de 70 %, Ortosa < 5% y cuarzo 5%

Minerales accesorios

Hornblendas 20%, biotitas 10% y epidotas 20%



Conclusión: Grano medio equigranular con fractura rugosa con color gris verdoso. Nombre de roca Diorita de grano medio

[Firma]
PASCUAL SANTI YANCATILLO
INGENIERO GEOLÓGICO
Categoría de

4. Cantera piedra azul

4.1. Roca volcánica

Descripción

La roca presenta pequeños cristales de plagioclasas en la matriz con color gris verdoso con textura fanero afanítica, factura rugosa a laminar tiene buen grado de cohesión y lee alteración supergena



[Signature]
INGENIERO PASCUAL SUNI TANCAYLLA
INGENIERO GEOLÓGICO
Código de Identificación 17 51543

ANEXO H. Propiedades mecánicas de los tipos de agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

Lima, 16 de agosto del 2019

Informe N° 174/19/LMR/UNI

Señores
INGENIEROS Y ASOCIADOS IBERAM S.A.C.
Presente.-

De nuestra consideración:

En el presente se adjunta los resultados de los ensayos del Laboratorio de Mecánica de Rocas asociados al proyecto "PROYECTO TESIS", ubicado en el distrito de La Molina – Lurigancho, provincia Lima, Región Lima.

Atentamente,



Ing. Elvis William Valencia Chávez
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Rocas
Universidad Nacional de Ingeniería

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Perú
Teléfono: 382-4557 / Central Telefónica: 481-1070 Anexos: 4221, 4219 y 4244
Email: lmrocas@uni.edu.pe, evalencia@uni.edu.pe, achavez@uni.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

INFORME N° 174/19/LMR/UNI

**ENSAYO DE COMPRESION UNIAXIAL
ENSAYOS DE TRACCION INDIRECTA**

Solicitado por:
INGENIEROS Y ASOCIADOS IBERAM S.A.C.

Muestra: Bloques Rocosos

Fecha: 16 de agosto del 2019

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Perú
Teléfono: 382-4557 / Central Telefónica: 481-1070 Anexos: 4221, 4219 y 4244
Email: lmrocas@uni.edu.pe, evalencia@uni.edu.pe, achavez@uni.edu.pe

Página 2 de 6





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

Informe: N° 174/19/LMR/UNI
Empresa: INGENIEROS Y ASOCIADOS IBERAM S.A.C.
Proyecto: "PROYECTO TESIS"
Fecha: 16/08/2019

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA (Brasilero)

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D3967-95, dando los siguientes resultados:

Muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resist. a la tracción (kg/cm ²)	Resist. a la tracción (MPa)
CANTERA PIEDRA AZUL- A M2	5.48	3.07	44.0	170	16.6
	5.48	2.82	40.0	168	16.5
	5.48	2.71	38.0	166	16.3
			Promedio	168	16.5
CANTERA MOVIAGREGADOS - TC M2	5.48	2.96	40.0	160	15.7
	5.48	2.62	36.0	163	16.0
	5.48	2.67	38.0	169	16.5
			Promedio	164	16.1
CANTERA ADMACON -TH M2	5.48	2.88	37.0	152	14.9
	5.48	3.04	40.0	156	15.3
			Promedio	124	12.2

ENSAYO DE COMPRESION UNIAxIAL

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D2938-95, dando los siguientes resultados:

Muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga de rotura (kN)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (kg/cm ²)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)
CANTERA PIEDRA AZUL - A M1	5.48	11.22	486.1	2108	206.7
CANTERA MOVIAGREGADOS - TC M1	5.48	10.84	481.8	2081	204.0
CANTERA ADMACON -TH M1	5.48	11.00	450.7	1950	191.2

Nota:

- La empresa solicitante es responsable de la toma de muestra en campo.
- La información correspondiente a las muestras fue proporcionada por el solicitante.



Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Perú
Teléfono: 382-4557 / Central Telefónica: 481-1070 Anexos: 4221, 4219 y 4244
Email: lmrocas@uni.edu.pe, evalencia@uni.edu.pe, achavez@uni.edu.pe

Página 3 de 6





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

FOTOGRAFIAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

FOTOS: COMPRESION UNIAXIAL

Muestra: CANTERA PIEDRA AZUL - A M1

Antes



Después



Muestra: CANTERA MOVIAGREGADOS - TC M1

Antes



Después



Muestra: CANTERA ADMACON - TH M1

Antes



Después





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

FOTOS: TRACCION INDIRECTA

Muestra: CANTERA PIEDRA AZUL - A M2

Antes



Después



Muestra: CANTERA MOVIAGREGADOS - TC M2

Antes



Después



Muestra: CANTERA ADMACON - TH M2

Antes



Después



ANEXO I. Resistencia a compresión uniaxial del concreto elaborado con diferentes agregados gruesos

a. Cantera Unicon con agregados gruesos tipo Riolita y Andesitas

Tabla 96

Resistencia a compresión uniaxial del concreto endurecido con tipo agregado AR

Resistencia a Compresión Uniaxial NTP 339.034 ASTM C 39													
Cantera/Agregado:				UNICON/ Andesita y Riolitas									
Serie	Diseño	Fecha fabricación	Fecha rotura	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio	Falla	% de Resistencia	Fuerza de falla (kg)
1407	210 Kg/cm ²	09/07/2019	16/07/2019	7	15.20	30.21	181.46	12.68	194.58	198.03	3	92.66	35308.17
1408		09/07/2019	16/07/2019	7	15.20	30.21	181.46	12.82	198.17		3	94.37	35959.61
1409		09/07/2019	16/07/2019	7	15.16	30.13	180.50	12.73	201.35		6	95.88	36344.60
1479		09/07/2019	06/08/2019	28	15.13	30.21	179.79	12.67	220.47	224.05	3	104.99	39638.50
1480		09/07/2019	06/08/2019	28	15.12	30.10	179.55	12.61	228.79		6	108.95	41080.01
1481		09/07/2019	06/08/2019	28	15.20	30.09	181.46	12.69	222.89		3	106.14	40445.26
1419	300 Kg/cm ²	11/07/2019	18/07/2019	7	15.10	30.21	179.08	12.90	292.09	285.70	3	97.36	52307.08
1420		11/07/2019	18/07/2019	7	15.18	30.19	180.98	12.87	283.46		3	94.49	51300.93
1421		11/07/2019	18/07/2019	7	15.19	30.21	181.22	12.83	281.55		3	93.85	51022.41
1515		11/07/2019	08/08/2019	28	15.12	30.21	179.55	12.76	335.06	330.84	3	111.69	60161.14
1516		11/07/2019	08/08/2019	28	15.10	30.22	179.08	12.80	328.81		3	109.60	58882.85
1517		11/07/2019	08/08/2019	28	15.08	30.19	178.60	12.80	328.64		4	109.55	58696.61
1431	400 Kg/cm ²	12/07/2019	19/07/2019	7	15.10	30.09	179.08	12.85	378.16	381.25	6	94.54	67720.38
1432		12/07/2019	19/07/2019	7	15.05	30.11	177.89	12.86	390.88		3	97.72	69535.46
1433		12/07/2019	19/07/2019	7	15.12	30.20	179.55	12.89	374.72		3	93.68	67282.22
1545		12/07/2019	09/08/2019	28	15.10	30.13	179.08	12.94	421.29	419.56	3	105.32	75444.04
1546		12/07/2019	09/08/2019	28	15.08	30.21	178.60	12.87	418.92		3	104.73	74821.03
1547		12/07/2019	09/08/2019	28	15.12	30.17	179.55	12.93	418.48		3	104.62	75139.48

Fuente. Elaboración propia

b. Cantera Admacon con agregados gruesos tipo Tonalitas Hornblenditas

Tabla 97

Resistencia a compresión uniaxial del concreto endurecido con tipo agregado grueso TH

Resistencia a Compresión Uniaxial NTP 339.034 ASTM C 39													
Cantera/Agregado:				ADMACON/ Tonalita Hornblendita									
Serie	Diseño	Fecha fabricación	Fecha rotura	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio	Falla	% de Resistencia	Fuerza de falla (kg)
1410	210 Kg/cm ²	09/07/2019	16/07/2019	7	15.16	30.20	180.50	12.74	189.10	186.06	3	90.05	34133.42
1411		09/07/2019	16/07/2019	7	15.16	30.21	180.50	12.63	182.99		6	87.14	33030.54
1412		09/07/2019	16/07/2019	7	15.16	30.19	180.50	12.67	186.10		3	88.62	33591.91
1485		09/07/2019	06/08/2019	28	15.10	30.09	179.08	12.81	219.78	223.45	3	104.66	39357.90
1486		09/07/2019	06/08/2019	28	15.06	30.13	178.13	12.89	222.14		3	105.78	39570.05
1487		09/07/2019	06/08/2019	28	15.12	30.17	179.55	12.70	228.44		3	108.78	41017.16
1425	300 Kg/cm ²	11/07/2019	18/07/2019	7	15.12	30.08	179.55	12.81	297.24	293.07	3	99.08	53370.43
1426		11/07/2019	18/07/2019	7	15.12	30.19	179.55	13.00	292.73		6	97.58	52560.65
1427		11/07/2019	18/07/2019	7	15.18	30.21	180.98	12.95	289.24		3	96.41	52347.00
1521		11/07/2019	08/08/2019	28	15.00	30.10	176.71	12.50	365.80	356.64	3	121.93	64642.20
1522		11/07/2019	08/08/2019	28	15.08	30.12	178.60	13.07	363.00		3	121.00	64833.46
1523		11/07/2019	08/08/2019	28	15.15	30.18	180.27	12.89	341.13		3	113.71	61494.33
1434	400 Kg/cm ²	12/07/2019	19/07/2019	7	15.21	30.18	181.70	12.89	342.12	341.22	6	85.53	62162.26
1435		12/07/2019	19/07/2019	7	15.20	30.05	181.46	12.37	340.50		3	85.13	61786.58
1436		12/07/2019	19/07/2019	7	15.13	30.10	179.79	12.47	341.03		3	85.26	61314.10
1554		12/07/2019	09/08/2019	28	15.13	30.20	179.79	12.80	390.10	391.02	3	97.53	70136.44
1555		12/07/2019	09/08/2019	28	15.08	30.17	178.60	12.79	393.40		3	98.35	70263.04
1556		12/07/2019	09/08/2019	28	15.10	30.13	179.08	12.72	389.57		3	97.39	69763.66

Fuente. Elaboración propia

c. Cantera Moviagregados con agregados gruesos tipo Tonalitas Cuarcíferas

Tabla 98

Resistencia a compresión uniaxial del concreto endurecido con tipos de agregados TC

Resistencia a Compresión Uniaxial NTP 339.034 ASTM C 39													
Cantera/Agregado:				Moviagregados/ Tonalita Cuarcífera									
Serie	Diseño	Fecha fabricación	Fecha rotura	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio	Falla	% de Resistencia	Fuerza de falla (kg)
1413	210 Kg/cm ²	09/07/2019	16/07/2019	7	15.10	30.20	179.08	12.47	174.84	178.82	3	83.26	31310.11
1414		09/07/2019	16/07/2019	7	15.10	30.10	179.08	12.47	180.65		3	86.02	32350.56
1415		09/07/2019	16/07/2019	7	15.10	30.12	179.08	12.55	180.96		3	86.17	32406.07
1482		09/07/2019	06/08/2019	28	15.20	30.12	181.46	12.75	217.08	222.96	3	103.37	39390.99
1483		09/07/2019	06/08/2019	28	15.09	30.10	178.84	12.70	228.68		3	108.90	40897.48
1484		09/07/2019	06/08/2019	28	15.12	30.09	179.55	12.72	223.13		3	106.25	40063.73
1422	300 Kg/cm ²	11/07/2019	18/07/2019	7	15.10	30.09	179.08	12.83	301.20	291.84	3	100.40	53938.48
1423		11/07/2019	18/07/2019	7	15.14	30.21	180.03	12.89	280.01		3	93.34	50409.82
1424		11/07/2019	18/07/2019	7	15.12	30.16	179.55	13.01	294.30		3	98.10	52842.54
1524		11/07/2019	08/08/2019	28	15.08	30.12	178.60	12.98	355.55	362.98	3	118.52	63502.85
1525		11/07/2019	08/08/2019	28	15.12	30.09	179.55	12.98	368.10		3	122.70	66093.58
1526		11/07/2019	08/08/2019	28	15.13	30.15	179.79	12.94	365.29		3	121.76	65675.82
1437	400 Kg/cm ²	12/07/2019	19/07/2019	7	15.10	30.26	179.08	12.89	394.57	399.32	3	98.64	70659.06
1438		12/07/2019	19/07/2019	7	15.08	30.13	178.60	13.01	407.10		3	101.78	72709.92
1439		12/07/2019	19/07/2019	7	15.00	30.08	176.71	12.98	396.28		3	99.07	70028.46
1548		12/07/2019	09/08/2019	28	15.10	30.02	179.08	12.68	424.98	413.73	3	106.25	76104.84
1549		12/07/2019	09/08/2019	28	15.08	30.10	178.60	12.74	404.86		3	101.22	72309.85
1550		12/07/2019	09/08/2019	28	15.12	30.05	179.55	12.77	411.34		6	102.84	73857.47

Fuente. Elaboración propia

d. Cantera Piedra Azul con agregados gruesos tipo Andesitas

Tabla 99

Resistencia a compresión uniaxial del concreto endurecido con tipos de agregados A

Resistencia a Compresión Uniaxial NTP 339.034 ASTM C 39													
Cantera/Agregado:		PIEDRA AZUL/ Andesita											
Serie	Diseño	Fecha fabricación	Fecha rotura	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio	Falla	% de Resistencia	Fuerza de falla (kg)
1416	210 Kg/cm ²	09/07/2019	16/07/2019	7	15.10	30.20	179.08	12.63	169.05	169.42	3	80.50	30273.24
1417		09/07/2019	16/07/2019	7	15.10	30.19	179.08	12.31	171.31		3	81.58	30677.96
1418		09/07/2019	16/07/2019	7	15.10	30.18	179.08	12.16	167.89		3	79.95	30065.51
1488		09/07/2019	06/08/2019	28	15.12	30.17	179.55	12.82	210.53	213.61	3	100.25	37801.36
1489		09/07/2019	06/08/2019	28	15.09	30.08	178.84	12.84	207.61		3	98.86	37129.29
1490		09/07/2019	06/08/2019	28	15.17	30.12	180.74	12.94	222.68		6	106.04	40247.81
1428	300 Kg/cm ²	11/07/2019	18/07/2019	7	15.16	30.20	180.50	13.10	270.53	283.31	3	90.18	48831.91
1429		11/07/2019	18/07/2019	7	15.09	30.11	178.84	13.06	281.13		3	93.71	50277.72
1430		11/07/2019	18/07/2019	7	15.10	30.08	179.08	13.25	298.26		3	99.42	53411.99
1518		11/07/2019	08/08/2019	28	15.13	30.12	179.79	13.34	363.86	351.78	6	121.29	65418.72
1519		11/07/2019	08/08/2019	28	15.15	30.05	180.27	13.17	360.04		3	120.01	64903.17
1520		11/07/2019	08/08/2019	28	15.05	30.13	177.89	13.11	331.43		3	110.48	58959.62
1440	400 Kg/cm ²	12/07/2019	19/07/2019	7	15.10	30.11	179.08	12.99	350.74	355.68	3	87.69	62810.04
1441		12/07/2019	19/07/2019	7	15.21	30.05	181.70	13.07	355.02		3	88.76	64506.15
1442		12/07/2019	19/07/2019	7	15.09	30.10	178.84	13.06	361.27		3	90.32	64610.08
1551		12/07/2019	09/08/2019	28	15.08	30.02	178.60	12.87	378.42	384.79	3	94.61	67587.54
1552		12/07/2019	09/08/2019	28	15.12	30.21	179.55	12.78	386.34		3	96.59	69368.63
1553		12/07/2019	09/08/2019	28	15.03	30.15	177.42	12.83	389.62		3	97.41	69127.22

Fuente. Elaboración propia

ANEXO J. Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto, elaborado con diferentes agregados gruesos

a. Cantera Unicon con agregados gruesos tipo Riolita y Andesitas

Tabla 100

Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto endurecido con tipos de agregados RA

Ensayo a tracción por compresión diametral ASTM C496 NTP 339.084

Cantera/Agregado:		UNICON/Riolita y Andesitas									
Serie	Diseño	Fecha fabricación	Fecha rotura	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Fuerza de falla (kg)	Resistencia a Tracción (Kg/cm ²)	Resistencia a Tracción (MPa)	Promedio (MPa)
1511	210 Kg/cm ²	09/07/2019	06/08/2019	28	15.08	30.10	12.82	16604.95	23.30	2.28	2.41
1512		09/07/2019	06/08/2019	28	15.11	30.09	12.89	18305.59	25.64	2.51	
1513		09/07/2019	06/08/2019	28	15.06	30.12	12.76	17641.64	24.77	2.43	
1539	300 Kg/cm ²	11/07/2019	08/08/2019	28	15.10	30.10	12.74	18253.26	25.58	2.51	2.51
1540		11/07/2019	08/08/2019	28	15.08	30.12	12.76	17986.33	25.22	2.47	
1541		11/07/2019	08/08/2019	28	15.12	30.08	12.78	18562.89	25.99	2.55	
1566	400 Kg/cm ²	12/07/2019	09/08/2019	28	15.05	30.12	12.89	18255.11	25.65	2.52	2.70
1567		12/07/2019	09/08/2019	28	15.11	30.08	13.06	20316.85	28.47	2.79	
1568		12/07/2019	09/08/2019	28	15.08	30.11	13.12	20314.91	28.49	2.79	

Fuente. Elaboración propia

b. Cantera Admacon con agregados gruesos tipo Tonalita Hornblendita

Tabla 101

Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto endurecido con tipo de agregado grueso TH

Ensayo a tracción por compresión diametral ASTM C496 / C496M – 17											
Cantera/Agregado:					ADMACON/Tonalita Hornblendita						
Serie	Diseño	Fecha fabricación	Fecha rotura	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Fuerza de falla (kg)	Resistencia a Tracción (Kg/cm²)	Resistencia a Tracción (Mpa)	Promedio (MPa)
1491	210 Kg/cm²	09/07/2019	06/08/2019	28	15.08	30.10	12.69	11075.92	15.54	1.52	1.78
1492		09/07/2019	06/08/2019	28	15.19	30.12	12.74	11920.42	16.59	1.63	
1493		09/07/2019	06/08/2019	28	15.12	30.09	12.71	15913.82	22.28	2.18	
1530	300 Kg/cm²	11/07/2019	08/08/2019	28	15.25	30.18	13.06	18189.11	25.17	2.47	2.54
1531		11/07/2019	08/08/2019	28	15.13	30.11	13.21	19260.74	26.92	2.64	
1532		11/07/2019	08/08/2019	28	15.21	30.19	13.17	18435.66	25.57	2.51	
1563	400 Kg/cm²	12/07/2019	09/08/2019	28	15.11	30.12	12.88	13184.25	18.45	1.81	2.03
1564		12/07/2019	09/08/2019	28	15.05	30.10	12.95	16115.72	22.66	2.22	
1565		12/07/2019	09/08/2019	28	15.05	30.12	13.01	14865.48	20.88	2.05	

Fuente. Elaboración propia

c. Cantera Moviagregados con agregados gruesos tipo Tonalita Cuarcifera

Tabla 102

Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto endurecido con agregado grueso tipo TC

Ensayo a tracción por compresión diametral ASTM C496 / C496M – 17											
Cantera/Agregado:		MOVIAGREGADOS/Tonalita Cuarcifera									
Serie	Diseño	Fecha fabricación	Fecha rotura	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Fuerza de falla (kg)	Resistencia a Tracción (Kg/cm ²)	Resistencia a Tracción (Mpa)	Promedio (MPa)
1507	210 Kg/cm ²	09/07/2019	06/08/2019	28	15.08	30.12	12.63	16119.61	22.60	2.22	2.15
1508		09/07/2019	06/08/2019	28	15.16	30.08	12.64	15071.27	21.05	2.06	
1509		09/07/2019	06/08/2019	28	15.10	30.10	16.65	15838.11	22.19	2.18	
1527	300 Kg/cm ²	11/07/2019	08/08/2019	28	15.12	30.08	13.09	17789.31	24.91	2.44	2.35
1528		11/07/2019	08/08/2019	28	15.08	30.10	12.60	15638.15	21.94	2.15	
1529		11/07/2019	08/08/2019	28	15.07	30.12	12.87	17765.89	24.93	2.44	
1557	400 Kg/cm ²	12/07/2019	09/08/2019	28	15.12	30.08	12.89	22328.11	31.26	3.07	2.73
1558		12/07/2019	09/08/2019	28	15.17	30.21	12.98	20959.44	29.13	2.86	
1559		12/07/2019	09/08/2019	28	15.10	30.09	12.86	16439.95	23.04	2.26	

Fuente. Elaboración propia

d. Cantera Piedra Azul con agregados gruesos tipo Andesita

Tabla 103

Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto endurecido con agregado grueso tipo A

Ensayo a tracción por compresión diametral ASTM C496 / C496M – 17											
Cantera/Agregado:				PIEDRA AZUL/Andesita							
Serie	Diseño	Fecha fabricación	Fecha rotura	Edad	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Fuerza de falla (kg)	Resistencia a Tracción (Kg/cm ²)	Resistencia a Tracción (MPa)	Promedio (MPa)
1500	210 Kg/cm ²	09/07/2019	06/08/2019	28	15.10	30.21	12.91	16294.33	22.75	2.23	2.09
1501		09/07/2019	06/08/2019	28	15.12	30.16	12.66	13423.04	18.75	1.84	
1506		09/07/2019	06/08/2019	28	15.08	30.10	12.96	16076.90	22.56	2.21	
1533	300 Kg/cm ²	11/07/2019	08/08/2019	28	15.11	30.09	13.07	15462.86	21.66	2.12	2.15
1534		11/07/2019	08/08/2019	28	15.18	30.13	13.17	16356.23	22.77	2.23	
1535		11/07/2019	08/08/2019	28	15.09	30.11	13.08	15325.59	21.48	2.11	
1560	400 Kg/cm ²	12/07/2019	09/08/2019	28	15.10	30.08	12.90	19678.14	27.59	2.71	2.57
1561		12/07/2019	09/08/2019	28	15.05	30.12	12.96	21101.16	29.64	2.91	
1562		12/07/2019	09/08/2019	28	15.09	30.12	13.00	15162.51	21.25	2.08	

Fuente. Elaboración propia

ANEXO K. Propiedades mecánicas del concreto endurecido (RCU y RTCD)



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190008
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1407	09-07-19	16-07-19	7	15.20	30.21	181.46	35308.54	194.58	210.00	92.66	3
02	TIC-1408	09-07-19	16-07-19	7	15.20	30.21	181.46	35959.90	198.17	210.00	94.37	3
03	TIC-1409	09-07-19	16-07-19	7	15.16	30.13	180.50	36345.00	201.35	210.00	95.88	6

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Florella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190009
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f _c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1419	11-07-19	18-07-19	7	15.10	30.10	179.08	52306.91	292.09	300.00	97.36	3
02	TIC-1420	11-07-19	18-07-19	7	15.18	30.19	180.98	51301.30	283.46	300.00	94.49	3
03	TIC-1421	11-07-19	18-07-19	7	15.19	30.21	181.22	51023.24	281.55	300.00	93.85	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Florencia María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190010
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f_c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1431	12-07-19	19-07-19	7	15.10	30.09	179.08	67719.98	378.16	400.00	94.54	6
02	TIC-1432	12-07-19	19-07-19	7	15.05	30.11	177.89	69535.71	390.88	400.00	97.72	3
03	TIC-1433	12-07-19	19-07-19	7	15.12	30.20	179.55	67282.26	374.72	400.00	93.68	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Maria Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190011
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1410	09-07-19	16-07-19	7	15.16	30.20	180.50	34134.19	189.10	210.00	90.05	6
02	TIC-1411	09-07-19	16-07-19	7	15.16	30.21	180.50	33029.69	182.99	210.00	87.14	3
03	TIC-1412	09-07-19	16-07-19	7	15.16	30.19	180.50	33591.69	186.10	210.00	88.62	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Morella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190012
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm ²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1425	11-07-19	18-07-19	7	15.12	30.08	179.55	53370.59	297.24	300.00	99.08	6
02	TIC-1426	11-07-19	18-07-19	7	15.12	30.19	179.55	52561.38	292.73	300.00	97.58	6
03	TIC-1427	11-07-19	18-07-19	7	15.18	30.21	180.98	52347.73	289.24	300.00	96.41	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190013
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1434	12-07-19	19-07-19	7	15.21	30.18	181.70	62161.66	342.12	400.00	85.53	3
02	TIC-1435	12-07-19	19-07-19	7	15.20	30.05	181.46	61786.54	340.50	400.00	85.12	3
03	TIC-1436	12-07-19	19-07-19	7	15.13	30.10	179.79	61313.44	341.03	400.00	85.26	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Baer Elias Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Florencia Maria Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190014
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1413	09-07-19	16-07-19	7	15.10	30.20	179.08	31310.57	174.84	210.00	83.26	3
02	TIC-1414	09-07-19	16-07-19	7	15.10	30.10	179.08	32350.66	180.65	210.00	86.02	3
03	TIC-1415	09-07-19	16-07-19	7	15.10	30.12	179.08	32405.09	180.95	210.00	86.17	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190015
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1422	11-07-19	18-07-19	7	15.10	30.09	179.08	53938.48	301.20	300.00	100.40	3
02	TIC-1423	11-07-19	18-07-19	7	15.14	30.21	180.03	50410.90	280.02	300.00	93.34	3
03	TIC-1424	11-07-19	18-07-19	7	15.12	30.16	179.55	52841.70	294.30	300.00	98.10	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bch. Elías Felipe Tala Alca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maria Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190016
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1437	12-07-19	19-07-19	7	15.10	30.26	179.08	70659.26	394.57	400.00	98.64	3
02	TIC-1438	12-07-19	19-07-19	7	15.08	30.13	178.60	72691.81	407.00	400.00	101.75	3
03	TIC-1439	12-07-19	19-07-19	7	15.00	30.08	176.71	70028.31	396.28	400.00	99.07	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190017
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1416	09-07-19	16-07-19	7	15.10	30.20	179.08	30274.12	169.05	210.00	80.50	3
02	TIC-1417	09-07-19	16-07-19	7	15.10	30.19	179.08	30678.27	171.31	210.00	81.58	3
03	TIC-1418	09-07-19	16-07-19	7	15.10	30.18	179.08	30065.92	167.89	210.00	79.95	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Eusebio María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190018
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f _c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1428	11-07-19	18-07-19	7	15.16	30.20	180.50	48831.49	270.53	300.00	90.18	3
02	TIC-1429	11-07-19	18-07-19	7	15.09	30.11	178.84	50278.45	281.13	300.00	93.71	3
03	TIC-1430	11-07-19	18-07-19	7	15.10	30.08	179.08	53411.41	298.26	300.00	99.42	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maria Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190019
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 07-08-19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1440	15-07-19	22-07-19	7	15.18	30.11	180.98	63477.08	350.74	400.00	87.68	3
02	TIC-1441	15-07-19	22-07-19	7	15.21	30.05	181.70	64507.19	355.03	400.00	88.76	3
03	TIC-1442	15-07-19	22-07-19	7	15.09	30.10	178.84	64610.06	361.27	400.00	90.32	3



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



Notas:

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



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190031
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C496 y NTP 339.084

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TI-1511	9/07/2019	6/08/2019	28	15.08	30.10	178.60	16604.95	*	210.00	*	*
02	TI-1512	9/07/2019	6/08/2019	28	15.11	30.09	179.32	18305.59	*	210.00	*	*
03	TI-1513	9/07/2019	6/08/2019	28	15.06	30.12	178.13	17641.64	*	210.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO DE ENSAYO
DE MATERIALES Y CONCRETO

Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Fiorella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190008
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f _c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1479	9/07/2019	6/08/2019	28	15.13	30.21	179.79	39638.50	220.47	210.00	104.99	3
02	TIC-1480	9/07/2019	6/08/2019	28	15.12	30.10	179.55	41080.01	228.79	210.00	108.95	3
03	TIC-1481	9/07/2019	6/08/2019	28	15.20	30.09	181.46	40445.26	222.89	210.00	106.14	6

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fidélla Maíra Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190009
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1515	11/07/2019	8/08/2019	28	15.12	30.21	179.55	60161.14	335.06	300.00	111.69	3
02	TIC-1516	11/07/2019	8/08/2019	28	15.10	30.22	179.08	58882.85	328.81	300.00	109.60	3
03	TIC-1517	11/07/2019	8/08/2019	28	15.08	30.19	178.60	58696.61	328.64	300.00	109.55	4

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190010
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1545	12/07/2019	9/08/2019	28	15.10	30.09	179.08	75444.04	421.29	400.00	105.32	3
02	TIC-1546	12/07/2019	9/08/2019	28	15.08	30.21	178.60	74821.03	418.92	400.00	104.73	3
03	TIC-1547	12/07/2019	9/08/2019	28	15.12	30.17	179.55	75139.48	418.48	400.00	104.62	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190011
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1485	9/07/2019	6/08/2019	28	15.10	30.09	179.08	39357.90	219.78	210.00	104.66	3
02	TIC-1486	9/07/2019	6/08/2019	28	15.06	30.13	178.13	39570.05	222.14	210.00	105.78	3
03	TIC-1487	9/07/2019	6/08/2019	28	15.12	30.17	179.55	41017.16	228.44	210.00	108.78	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Gabriela Maíra Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190012
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1521	11/07/2019	8/08/2019	28	15.00	30.10	176.71	64642.20	365.80	300.00	121.93	3
02	TIC-1522	11/07/2019	8/08/2019	28	15.08	30.12	178.60	64833.46	363.00	300.00	121.00	3
03	TIC-1523	11/07/2019	8/08/2019	28	15.15	30.18	180.27	61476.30	341.03	300.00	113.68	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Florencia María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190013
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1554	12/07/2019	9/08/2019	28	15.13	30.20	179.79	70136.44	390.10	400.00	97.53	3
02	TIC-1555	12/07/2019	9/08/2019	28	15.08	30.17	178.60	70263.04	393.40	400.00	98.35	3
03	TIC-1556	12/07/2019	9/08/2019	28	15.10	30.13	179.08	69763.66	389.57	400.00	97.39	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Paola María Zapata Antezana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190014
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C39, NTP 339.034
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1482	9/07/2019	6/08/2019	28	15.20	30.12	181.46	39390.99	217.08	210.00	103.37	3
02	TIC-1483	9/07/2019	6/08/2019	28	15.09	30.10	178.84	40897.48	228.68	210.00	108.90	3
03	TIC-1484	9/07/2019	6/08/2019	28	15.12	30.09	179.55	40063.73	223.13	210.00	106.25	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONCRETO

Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIOS
JEFATURA

Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190015
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1524	11/07/2019	8/08/2019	28	15.08	30.12	178.60	63502.85	355.55	300.00	118.52	3
02	TIC-1525	11/07/2019	8/08/2019	28	15.12	30.09	179.55	66093.58	368.10	300.00	122.70	3
03	TIC-1526	11/07/2019	8/08/2019	28	15.13	30.15	179.79	65675.82	365.29	300.00	121.76	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elias Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190016
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1548	12/07/2019	9/08/2019	28	15.10	30.02	179.08	76104.84	424.98	400.00	106.25	3
02	TIC-1549	12/07/2019	9/08/2019	28	15.08	30.10	178.60	72309.85	404.86	400.00	101.22	3
03	TIC-1550	12/07/2019	9/08/2019	28	15.00	30.05	176.71	72689.78	411.34	400.00	102.84	6

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190017
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1488	9/07/2019	6/08/2019	28	15.12	30.17	179.55	37801.36	210.53	210.00	100.25	3
02	TIC-1489	9/07/2019	6/08/2019	28	15.09	30.08	178.84	37129.29	207.61	210.00	98.86	3
03	TIC-1490	9/07/2019	6/08/2019	28	15.17	30.12	180.74	40247.81	222.68	210.00	106.04	6

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Morella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190018
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1518	11/07/2019	8/08/2019	28	15.13	30.12	179.79	65418.72	363.86	300.00	121.29	6
02	TIC-1519	11/07/2019	8/08/2019	28	15.15	30.05	180.27	64903.17	360.04	300.00	120.01	3
03	TIC-1520	11/07/2019	8/08/2019	28	15.05	30.13	177.89	58959.62	331.43	300.00	110.48	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Florella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

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

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190019
Recibo N° : *
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f _c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1551	24/06/2019	22/07/2019	28	15.08	30.02	178.60	67587.54	378.42	400.00	94.61	3
02	TIC-1552	24/06/2019	22/07/2019	28	15.12	30.21	179.55	69368.63	386.34	400.00	96.59	3
03	TIC-1553	24/06/2019	22/07/2019	28	15.03	30.15	177.42	69127.22	389.62	400.00	97.41	3

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

*El ensayo no tiene costo ya que la parte interesada ha implementado un nuevo ensayo en el laboratorio de concreto y ensayo de materiales.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190032
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C496 y NTP 339.084
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1539	11/07/2019	8/08/2019	28	15.10	30.10	179.08	18253.26	*	300.00	*	*
02	TIC-1540	11/07/2019	8/08/2019	28	15.08	30.12	178.60	17986.33	*	300.00	*	*
03	TIC-1541	11/07/2019	8/08/2019	28	15.12	30.08	179.55	18562.89	*	300.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maria Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
*Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190033
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C496 y NTP 339.084

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TI-1566	12/07/2019	9/08/2019	28	15.05	30.12	177.89	12778.60	*	400.00	*	*
02	TI-1567	12/07/2019	9/08/2019	28	15.11	30.08	179.32	15343.22	*	400.00	*	*
03	TI-1568	12/07/2019	9/08/2019	28	15.08	30.11	178.60	11201.92	*	400.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO DE ENSAYO
DE MATERIALES Y CONCRETO

Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Mg. Fiorella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190034
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C496 y NTP 339.084
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TI-1491	9/07/2019	6/08/2019	28	15.08	30.10	178.60	11075.92	*	210.00	*	*
02	TI-1492	9/07/2019	6/08/2019	28	15.19	30.12	181.22	11920.42	*	210.00	*	*
03	TI-1493	9/07/2019	6/08/2019	28	15.12	30.09	179.55	15913.82	*	210.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Fiorella Maria Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190035
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C496 y NTP 339.084
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TI-1530	11/07/2019	8/08/2019	28	15.25	30.18	182.65	18189.11	*	300.00	*	*
02	TI-1531	11/07/2019	8/08/2019	28	15.13	30.11	179.79	19260.74	*	300.00	*	*
03	TI-1532	11/07/2019	8/08/2019	28	15.21	30.19	181.70	18435.66	*	300.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190036
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C496 y NTP 339.084
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1563	12/07/2019	9/08/2019	28	15.11	30.12	179.32	13184.25	*	400.00	*	*
02	TIC-1564	12/07/2019	9/08/2019	28	15.05	30.10	177.89	16115.72	*	400.00	*	*
03	TIC-1565	12/07/2019	9/08/2019	28	15.05	30.12	177.89	14865.48	*	400.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maria Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
*Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190037
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C496 y NTP 339.084

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1507	9/07/2019	6/08/2019	28	15.08	30.12	178.60	16119.61	*	210.00	*	*
02	TIC-1508	9/07/2019	6/08/2019	28	15.16	30.08	180.50	15071.27	*	210.00	*	*
03	TIC-1509	9/07/2019	6/08/2019	28	15.10	30.10	179.08	15838.11	*	210.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190038
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C496 y NTP 339.084
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1527	11/07/2019	8/08/2019	28	15.12	30.08	179.55	17789.31	*	300.00	*	*
02	TIC-1528	11/07/2019	8/08/2019	28	15.08	30.10	178.60	15638.15	*	300.00	*	*
03	TIC-1529	11/07/2019	8/08/2019	28	15.07	30.12	178.37	17765.89	*	300.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Fiorella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
*Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190039
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C496 y NTP 339.084

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1557	12/07/2019	9/08/2019	28	15.12	30.08	179.55	22328.11	*	400.00	*	*
02	TIC-1558	12/07/2019	9/08/2019	28	15.17	30.21	180.74	202959.44	*	400.00	*	*
03	TIC-1559	12/07/2019	9/08/2019	28	15.10	30.09	179.08	16439.95	*	400.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Florella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190042
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C496 y NTP 339.084
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm ²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1560	12/07/2019	9/08/2019	28	15.10	30.08	179.08	19678.14	*	400.00	*	*
02	TIC-1561	12/07/2019	9/08/2019	28	15.05	30.12	177.89	21101.16	*	400.00	*	*
03	TIC-1562	12/07/2019	9/08/2019	28	15.09	30.12	178.84	15162.51	*	400.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190041
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C496 y NTP 339.084

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1533	11/07/2019	8/08/2019	28	15.11	30.09	179.32	15462.86	*	300.00	*	*
02	TIC-1534	11/07/2019	8/08/2019	28	15.18	30.13	180.98	16356.23	*	300.00	*	*
03	TIC-1535	11/07/2019	8/08/2019	28	15.09	30.11	178.84	15325.59	*	300.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO DE ENSAYO
DE MATERIALES Y CONCRETO

Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella María Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Justiniano Ibérico Collazos
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190040
Recibo N° : B100-00021367
Fecha de emisión : 28/08/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 03 probetas cilíndricas de 15x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C496 y NTP 339.084

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
01	TIC-1500	9/07/2019	6/08/2019	28	15.10	30.21	179.08	16294.33	*	210.00	*	*
02	TIC-1501	9/07/2019	6/08/2019	28	15.12	30.16	179.55	13423.04	*	210.00	*	*
03	TIC-1506	9/07/2019	6/08/2019	28	15.08	30.00	178.60	16076.90	*	210.00	*	*

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO DE ENSAYO
DE MATERIALES Y CONCRETO

Bach. Elías Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Jefa de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
- *Los resultados de los ensayos a tracción indirecta no se brindan.

ANEXO L. Carta de aceptación de las canteras a investigar

CARTA DE ACEPTACION DE RECOPIACIÓN DE MUESTRA DE AGREGADO
GRUESO

Lima, 15 de marzo del 2019

Ing:
David Díaz Garamendi
Asesor de la E.P. Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería y Arquitectura

De mi especial consideración:

Es un placer saludarle y desearle nuestros mejores deseos de bienestar y prosperidad en su vida profesional como en su vida personal.

Es grato apoyar en temas de investigación al bachiller Ibérico Collazos Justiniano, de la E.P Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, quien viene realizando su tema **"Influencia del agregado grueso según su formación geológica en la resistencia a compresión 210 Kg/cm2 en el concreto endurecido de la zona Este de Lima en el año 2018"**, por lo cual nuestra empresa acepta y brinda toda facilidad de recopilación de muestras de agregado grueso.

Se extiende la presente carta para los fines que el interesado juzgue conveniente, y sin otro particular que agregar, quedo de Ustedes como su atento y seguro servidor.

Atentamente


ANIBAL ALVARADO A.
CONSTRUCTORA MOVIAGRES S.A.S.
ADMINISTRADOR.





CARTA DE ACEPTACIÓN DE RECOPIACIÓN DE MUESTRA DE AGREGADO GRUESO

Lima, 11 de junio del 2019

Bach.
Justiniano Ibérico Collazos
Estudiante la carrera de Ingeniería Civil
Universidad Peruana Unión

Estimado Sr:

Es un placer saludarle y desearle muchos éxitos en su vida profesional como en su vida personal.

Somos una empresa líder en el mercado de materiales para construcción. Por tal motivo es satisfactorio apoyar en su investigación al bachiller Ibérico Collazos Justiniano, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión, quien viene realizando su tesis del tema "Influencia del agregado grueso según su formación geológica en la resistencia mecánica del concreto de la zona Este de Lima en el año 2019", por lo cual nuestra empresa acepta y brinda todos los recursos necesarios para la realización de la tesis

Se extiende la presente carta para los fines que el interesado juzgue conveniente, y sin otro particular que agregar, quedo de Ustedes como su atento y seguro servidor.

Atentamente



Eusebio Amador Bendezu Nahuincopa
Gerente de Operaciones

RUC: 20547235631
Carretera a Cienaguilla km 12.5 margen izquierdo, Alt Petro Perú

ADMACON S.A.C.

ADMINISTRADORA DE MAQUINARIA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

CARTA DE ACEPTACION DE RECOPIACIÓN DE MUESTRA DE AGREGADO GRUESO

Lima, 23 de mayo del 2019

Sr. Ingeniero
David Díaz Garamendi
Asesor de la E.P. Ingeniería Civil
Facultad de Ing. y Arq. de la Universidad Peruana Unión

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, a fin de poner en su conocimiento que el alumno **Ibérico Collazos Justiniano**, de la E.P Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, viene realizando su tema "**Influencia del agregado grueso en la resistencia mecánica Kg/cm² en el concreto de la zona Este de Lima en el año 2018**", para lo cual nuestra empresa le viene brindando facilidades para la recopilación de muestras de agregado grueso.

Se expide el presente, a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente, sin otro particular quedamos de Ud.

Atentamente,

ADMACON S.A.C.

Ronaldo D. Grimaldi de los Rios
Gerente General

Dirección: Jr. Torres Paz 1472 Of. 505 Santa Beatriz Cercado De Lima -Lima. Teléfonos: (01) 472-3976 ,
Rpm.: 999 49 5650,
Rpm.: 999 495 644, Rpm. 999909033, E.Mail.: admaconsac@hotmail.com

