

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ANÁLISIS COMPARATIVO POR DESEMPEÑO DE LOS
AGREGADOS TRITURADOS Y NO TRITURADOS, PARA
CONCRETOS FLUIDOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
 $f'_c = 17.5 \text{ MPa}$ Y 21.0 MPa , EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2018.**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Oviedo Cueva, Eder Esgany
Romero Huamolles, Eduardo Martin

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Ugarte Calderón, Enrique Alfonso

Arequipa – Perú

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR

TESIS (X)
TRABAJO SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

VISTO

El Borrador de Tesis/Trabajo de Suficiencia Profesional Titulado:

"ANÁLISIS COMPARATIVO POR DESEMPEÑO DE LOS ACERADOS TRITURADOS Y
NO TRITURADOS, PARA CONCRETOS FUNDIDOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
 $f'_c = 17.5 \text{ MPa}$ Y 21.0 MPa , EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2018"

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

EDER ESGANY OVIEDO CUEVA

EDUARDO MARTIN ROMERO HUAMOLLE

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO.

OBSERVACIONES:

Arequipa, 10 de DICIEMBRE del 2019

COD 1949

COD 2778

COD 1938

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros docentes de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, a los Ingenieros, Ingeniero Renato Díaz Galdós, Ingeniero Olger Febres Rosado, quienes nos han guiado con su paciencia, y su experiencia como docentes y profesionales.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ingeniero Enrique Ugarte Calderón, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de esta Investigación.

Bach. Oviedo Cueva Eder Esgany

Primeramente quiero agradecer a Dios, por ser lo más grande en mi vida y ser mi fortaleza en cada momento que me ha llevado hasta este punto, a la Universidad Católica de Santa María que nos abrió sus puertas para ser mejores personas y brindarnos una buena formación académica, a nuestros docentes por los conocimientos brindados a lo largo de toda la carrera que con sus exigencias forjaron nuestras capacidades, a nuestros compañeros por los momentos y alegrías vividas en nuestras aulas.

Bach. Romero Huamolle Eduardo Martin

DEDICATORIA

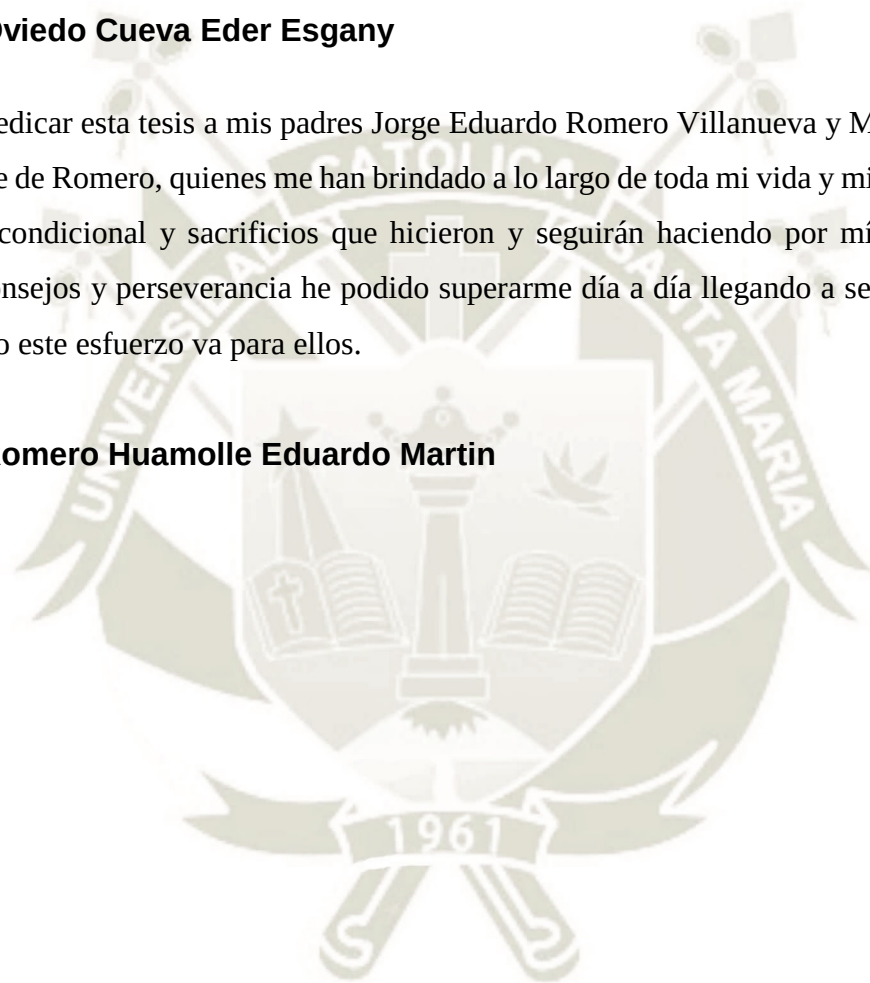
El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

“A mis padres, quienes me enseñan, que cualquier proyecto que inicie se debe concluir. Muchas gracias por ser mi mejor ejemplo y mi motivación diaria.”

Bach. Oviedo Cueva Eder Esgany

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Jorge Eduardo Romero Villanueva y Margarita Soledad Huamolle de Romero, quienes me han brindado a lo largo de toda mi vida y mi carrera su amor, apoyo incondicional y sacrificios que hicieron y seguirán haciendo por mí; donde con sus sabios consejos y perseverancia he podido superarme día a día llegando a ser una persona de bien, todo este esfuerzo va para ellos.

Bach. Romero Huamolle Eduardo Martin



RESUMEN

En la presente investigación se realizó el estudio de las propiedades físicas – mecánicas de los agregados triturados y no triturados para determinar el desempeño, para concretos fluidos para un $f'c = 17.5$ MPa y $f'c = 21.0$ MPa utilizando aditivo superplastificante Sikament 306N; en la ciudad de Arequipa, realizando el estudio de la calidad de los agregados y un diseño óptimo de mezcla, y el análisis del comportamiento a diferentes edades del concreto, los materiales utilizados fueron: agregados extraídos de la cantera la Poderosa y Socabaya, cemento Yura portland tipo I, agua de la red pública y el aditivo Sikament 306N. se obtuvo como resultados del agregado fino triturado, humedad natural 0.44%, absorción 0.81%, peso específico de masa 2.35 g/cm^3 , se obtuvo un módulo de fineza 2.52, peso unitario suelto 1307 kg/m^3 , peso unitario varillado 1522 kg/m^3 ; del agregado grueso triturado tamaño máximo nominal $3/4"$, humedad natural 0.20%, absorción 2.80%, peso específico de masa 2.34 g/cm^3 , módulo de fineza 6.44, peso unitario suelto 1362 kg/m^3 , peso unitario varillado 1494 kg/m^3 ; también se obtuvo como resultados del agregado fino no triturado, humedad natural 1.34%, absorción 1.28%, peso específico de masa 2.50 g/cm^3 , módulo de fineza 2.69, peso unitario suelto 1504 kg/m^3 , peso unitario varillado 1723 kg/m^3 ; del agregado grueso no triturado tamaño máximo nominal $3/4"$, humedad natural 0.30%, absorción 3.77%, peso específico de masa 2.23 g/cm^3 , módulo de fineza 6.64, peso unitario suelto 1451 kg/m^3 , peso unitario varillado 1569 kg/m^3 ; se elaboraron 384 especímenes de los cuales; 192 con aditivo y 192 sin aditivo, a las diferentes edades (3, 7, 28 días), para luego realizar los ensayos correspondientes de los cuales se obtuvieron; un asentamiento con agregado triturado promedio del concreto fresco sin aditivo de 11.67 cm ($210 \text{ kg/cm}^2 - 21.0 \text{ MPa}$) y 12.00 cm ($175 \text{ kg/cm}^2 - 17.5 \text{ MPa}$); y del concreto fresco con aditivo Sikament 306N, de 9.00 cm ($210 \text{ kg/cm}^2 - 21.0 \text{ MPa}$) y 9.33 cm ($175 \text{ kg/cm}^2 - 17.5 \text{ MPa}$)

respectivamente; Se determinó el peso unitario promedio del concreto fresco con aditivo Sikament 306N 2566.95 kg/m^3 y sin aditivo 2469.75 kg/m^3 respectivamente; el peso unitario promedio del concreto endurecido con aditivo Sikament 306N 2380.96 kg/m^3 y sin aditivo 2275.75 kg/m^3 respectivamente; Los resultados a la compresión de los especímenes elaborados con aditivo Sikament 306N, tuvieron un aumento en la resistencia de hasta 15% a los 3 días, de 20% a los 7 días, y un 25% a los 28 días, comparados con el concreto sin aditivo; El uso del aditivo Sikament 306N debido a sus propiedades químicas es un reductor de agua, lo cual reduce el factor cemento de 10 bls a 7 bls por metro cúbico reduciendo el costo en un 13%.

Palabras clave: Superplastificante, estudio de la calidad, agregados, concreto.

ABSTRACT

In the present investigation the study has been carried out the physical - mechanical properties for fluid concretes for a $f'c = 17.5$ MPa and $f'c = 21.0$ MPa using Sikament 306N superplasticizer additive; In the city of Arequipa, carrying out the study of the quality of the aggregates and an optimal design of mixing, and the analysis of the behavior at different ages of the concrete, the materials used were: aggregates extracted from the La Poderosa and Socabaya quarry, Yura Portland Type cement I, water from the public network and additive Sikament 306N.

it was obtained as a result of the crushed fine aggregate, natural moisture 0.44%, absorption 0.81%, specific mass weight 2.35 g/cm^3 , a module of fineness 2.52, loose unit weight 1307 kg/m^3 , grated unit weight 1522 kg/m^3 was obtained ; of the crushed coarse aggregate maximum nominal size $3/4$ ", natural moisture was obtained 0.20%, absorption 2.80%, specific mass weight 2.34 g/cm^3 , a module of fineness 6.44, loose unit weight 1362 kg/m^3 , rod unit weight 1494 kg/m^3 was obtained; It was also obtained as a result of the fine non-crushed aggregate, natural moisture 1.34%, absorption 1.28%, mass specific gravity 2.50 g/cm^3 , a fineness module 2.69, loose unit weight 1504 kg/m^3 , unit weight rod 1723 kg was obtained kg/m^3 ; of the uncrushed coarse aggregate maximum nominal size $3/4$ ", natural moisture was obtained 0.30%, absorption 3.77%, specific mass weight 2.23 g/cm^3 , a module of fineness 6.64, loose unit weight 1451 kg/m^3 , unit weight was obtained rod 1569 kg/m^3 ;

Once the design was corrected, 384 specimens were prepared, 192 of them with additives and without additives to carry out their tests at different ages (3, 7, 28 days), and then perform the corresponding tests from which they were obtained; A settlement with average crushed aggregate of fresh concrete without additive of 11.67 cm ($210 \text{ kg/cm}^2 - 21.0$ MPa) and 12.00 cm ($175 \text{ kg/cm}^2 - 17.5$ MPa); and fresh concrete

with additive Sikament 306N, of 9.00 cm (210 kg/cm^2 – 21.0 MPa) and 9.33 cm (175 kg/cm^2 – 17.5 MPa) respectively; The average unit weight of the fresh concrete was determined with Sikament 306N additive 2566.95 kg/m^3 and without additive 2469.75 kg/m^3 respectively; the average unit weight of the hardened concrete with Sikament 306N additive 2380.96 kg/m^3 and without additive 2275.75 kg/m^3 respectively; The compression results of specimens made with Sikament 306N additive, had an increase in strength of up to 15% at 3 days, from 20% at 7 days, and 25% at 28 days, compared to concrete without additive; The use of the Sikament 306N additive due to its chemical properties is a water reducer, which reduces the cement factor from 10 bls to 7 bls per cubic meter reducing the cost by 13%.

Keywords: Superplasticizer, quality study, aggregates, concrete.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación surge a raíz de la necesidad y el desconocimiento sobre la clasificación de agregados, es por ello que necesitamos entender el comportamiento y el aporte que estas pueden ofrecer de las distintas clasificaciones de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas como: Aporte a la resistencia del concreto en la ciudad de Arequipa.

En el campo de la Ingeniería Civil, muchos Ingenieros e Investigadores, han buscado encontrar un proporcionamiento óptimo de los componentes que integran el concreto, optimizando sus recursos y permitiendo cumplir las necesidades requeridas. Por lo tanto, se desarrollaron diversos métodos y procedimientos para el diseño de mezclas en distintas partes del mundo, cada vez más considerando todos sus factores y optimizando los resultados, teniendo así como objetivo, un mejor desempeño y durabilidad.

La presente tesis de investigación, se desarrolla a partir del método de diseño ACI comité 211, de acuerdo a los materiales y las condiciones del entorno; ello en función a los resultados obtenidos mediante los ensayos normalizados de sus componentes y del concreto en su estado fresco y endurecido, obtenidos de las canteras seleccionadas en la ciudad de Arequipa.

Además, se realizará un análisis comparativo entre las características de los agregados, el diseño de mezclas y sus resultados, con el objetivo de lograr determinar una visión más amplia sobre métodos y variables, que los autores consideraron que son fundamentales en sus componentes y la dosificación del concreto.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: 1

1. GENERALIDADES 1

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 1

1.1.2. DESARROLLO DEL PROBLEMA 1

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 2

1.3. OBJETIVOS..... 2

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 2

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

1.4. HIPÓTESIS 3

1.5. VARIABLES E INDICADORES 4

1.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES 4

1.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES 5

1.5.3. CUADRO RESUMEN 6

1.6. ALCANCE 8

1.7. METODOLOGÍA..... 9

1.8. LIMITACIONES 11

CAPÍTULO II: 12

2. MARCO TEÓRICO 12

2.1. EL CONCRETO 12

2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO 12

2.2.1. CEMENTO 12

2.2.2. AGUA 13

2.1.1. AGREGADOS 13

2.1.2. ADITIVOS 22

2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO 31

2.3.1.	CONSISTENCIA	32
2.3.2.	TRABAJABILIDAD.....	33
2.3.3.	COHESIVIDAD	33
2.3.4.	SEGREGACIÓN	34
2.3.5.	EXUDACIÓN.....	34
2.3.6.	TEMPERATURA.....	35
2.3.7.	FRAGUADO DEL CONCRETO	35
2.4.	INCIDENCIA DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO.....	36
2.5.	PRINCIPALES ETAPAS EN LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO.....	37
2.5.1.	SELECCIÓN DE MATERIALES	37
2.5.2.	DISEÑO DE MEZCLAS	37
2.5.3.	METODO ACI 211.....	37
2.5.4.	MEZCLADO DEL CONCRETO	38
2.5.5.	TRANSPORTE DEL CONCRETO.....	38
2.5.6.	COLOCACIÓN DEL CONCRETO	38
2.5.7.	CURADO DEL CONCRETO.....	39
CAPÍTULO III.....		40
3.	AGREGADOS, PROPIEDADES Y DISEÑO DE MEZCLAS.....	40
3.1.	LOCALIZACIÓN DE LOS AGREGADOS.....	40
3.1.1.	CANTERA LA PODEROSA	40
3.1.2.	CANTERA SOCABAYA	41
3.2.	ORIGEN DE LOS AGREGADOS	41
3.3.	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	42
3.3.1.	MATERIALES UTILIZADOS EN LOS CONCRETOS DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.3.2.	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.	43
3.3.3.	PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.....	46
3.3.4.	PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	50
3.3.5.	PESO ESPECÍFICO SUELTO Y COMPACTADO.	54
3.3.6.	ENSAYO DE ABRASIÓN.....	59
3.4.	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO	65

3.4.1.	MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO.....	65
3.4.2.	PRÁCTICA PARA LA ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES	67
3.4.3.	PESO UNITARIO	72
3.4.4.	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	74
CAPÍTULO IV		79
4.	ENSAYOS Y DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211.....	79
4.1.	ENSAYOS DE LOS AGREGADOS NO TRITURADOS Y TRITURADOS	79
4.1.1.	ENSAYOS DE AGREGADOS NO TRITURADOS	79
4.1.1.1.	GRANULOMETRÍA.....	79
4.1.1.2.	PESO UNITARIO SUELTO.....	91
4.1.1.3.	PESO UNITARIO COMPACTADO	92
4.1.1.4.	PESO ESPECÍFICO.....	93
4.1.1.5.	CONTENIDO DE HUMEDAD	96
4.1.1.6.	MÓDULO DE FINEZA	97
4.1.1.7.	ABSORCIÓN	97
4.1.1.8.	ENSAYO DE IMPUREZAS.....	98
4.1.1.9.	ENSAYO DE ABRASIÓN	98
4.1.1.10.	ENSAYO PASANTE LA MALLA 200	99
4.1.2.	ENSAYOS DE AGREGADOS TRITURADOS.....	101
4.1.2.1.	GRANULOMETRÍA.....	101
4.1.2.2.	PESO UNITARIO SUELTO.....	113
4.1.2.3.	PESO UNITARIO COMPACTADO	114
4.1.2.4.	PESO ESPECÍFICO.....	114
4.1.2.5.	CONTENIDO DE HUMEDAD	118
4.1.2.6.	MÓDULO DE FINEZA	118
4.1.2.7.	ABSORCIÓN	118
4.1.2.8.	ENSAYO DE IMPUREZAS.....	119
4.1.2.9.	ENSAYO DE ABRASIÓN	119
4.1.2.10.	ENSAYO PASANTE LA MALLA 200	120
4.2.	DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211	121
4.2.1.	DISEÑO CON AGREGADO NO TRITURADO	121
4.2.2.	DISEÑO CON AGREGADO TRITURADO.....	148

4.3.	ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	175
4.3.1.	TRABAJABILIDAD.....	175
4.3.2.	TEMPERATURA AMBIENTE Y DEL CONCRETO	176
4.4.	ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	178
4.4.1.	ENSAYO DE ROTURA – COMPRESIÓN.....	178
CAPITULO V.....		214
5.	CUADROS COMPARATIVOS Y COSTOS.....	214
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		256
CONCLUSIONES.....		256
RECOMENDACIONES		259
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		260
ANEXO A AGREGADO TRITURADO.....		262
ANEXO B TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS.....		291
ANEXO C PANEL FOTOGRÁFICO		292

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables independientes.....	4
Tabla 2. Variables dependientes.....	5
Tabla 3. Cuadro resumen.....	6
Tabla 4. Indicadores de agregados	7
Tabla 5. Indicadores de concreto.....	7
Tabla 6. Clasificación de los agregados según su forma.....	16
Tabla 7. Clasificación de los agregados según su textura	17
Tabla 8. Normas técnicas Peruanas.....	28
Tabla 9. Normas técnicas Internacionales.....	29
Tabla 10. Consistencia y trabajabilidad según el asentamiento	32
Tabla 11. Revenimiento del concreto.....	77
Tabla 12. Revestimiento de las estructuras	77
Tabla 13. Resistencia promedio a la compresión requerida	78
Tabla 14. Relación agua/cemento y la resistencia a la compresión del concreto.....	79
Tabla 15. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Prueba de Slump concreto fluido.....	32
Figura 2: Localización de la cantera La Poderosa.....	41
Figura 3. Arena cantera La Poderosa	43
Figura 4. Piedra chancada cantera La Poderosa	43
Figura 5. Contenido de humedad de los agregados.....	45
Figura 6. Prueba de absorción del agregado fino	47
Figura 7. Arena con superficie seca	48
Figura 8. Peso del picnometro + peso de la muestra + agua	49
Figura 9. Agregado grueso con superficie seca.....	52
Figura 10. Peso de la muestra gruesa con superficie seca.....	52
Figura 11. Peso de la muestra gruesa sumergida en agua	52
Figura 12. Secado de la muestra gruesa en horno	53
Figura 13. Compactado de muestra de agregado fino.	55
Figura 14. Enrasado de muestra de agregado fino.	55
Figura 15. Compactado de muestra de agregado grueso.....	56
Figura 16. Enrasado de muestra de agregado grueso.	56
Figura 17. Vaciado del agregado grueso en el molde	57
Figura 18. Enrasado de la superficie del agregado grueso	57
Figura 19. Muestra de agregado fino suelto.	58
Figura 20. Enrasado de la muestra suelta, agregado fino.....	58
Figura 21. Colocación de esferas en la máquina de los ángeles.....	61
Figura 22. Cuarteo de muestra gruesa.....	62
Figura 23. Tamizado de agregados	63
Figura 24. Preparación del espécimen fluido	67
Figura 25. Medición del asentamiento del concreto fluido	67
Figura 26. Compactado de los especímenes de concreto	70
Figura 27. Retiro del exceso de mezcla.....	70

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad en el sector de la construcción en la ciudad de Arequipa, no se elaboran concretos fluidos utilizando agregados no triturados (naturales), pero sin embargo si podemos obtener este concreto fluido, en el mercado de la construcción, elaborados en base a agregados triturados (mecanizados).

1.1.2. DESARROLLO DEL PROBLEMA

El concreto, en el ámbito de la construcción, es de gran importancia para el sector público y privado, que tiene como finalidad brindarle la mejor calidad del producto que se utilizará en sus construcciones.

El concreto, en el transcurso del tiempo ha sido sometido a diferentes investigaciones, debido a que la mayoría de las construcciones que nos rodean y se ejecutan, son realizados con este material.

En la práctica comúnmente el operario utiliza una vibradora con aguja, para lograr la fluidez del concreto vertido en el interior del encofrado.

Sin embargo, esta práctica depende de las habilidades y destrezas del operario, ya que si ello no se realiza debidamente, puede dar origen a la

creación de cangrejeras internas y externas, la primera no es visible para el ojo humano, y la segunda casi siempre se da en las uniones de columnas con vigas, o donde existe alta densidad de acero.

Generalmente, los operarios buscan en un concreto darle trabajabilidad, y para ello aplican de manera mecanizada el aumento de agua a la mezcla, variando así su relación A/C, y castigando la resistencia a la compresión del concreto y el uso a la que estaba destinada.

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los diferentes agregados que se utilizan son de roca ígnea, estas mismas se dividen en volcánicas e intrusivas, que generalmente son de uso común en toda la ciudad de Arequipa.

Los estudios anteriores dieron como resultado; resistencias aceptables sometidas a compresión, en el cuál se encontró información a partir de prácticas de laboratorio, implementando muestras cilíndricas de concreto con incorporación de agregados comunes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar y analizar el desempeño de los agregados triturados (mecanizados) versus no triturados (naturales), para resistencia a la compresión para concretos fluidos, para lograr resistencias de $f'_c = 17.5$

MPa y $f'c = 21.0$ MPa, con aditivo reductor de agua de alto rango (Superplastificante – SIKAMENT 306N).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar ensayos a los agregados triturados y no triturados
- Obtener resultados de los agregados triturados y no triturados
- Elaborar diseños de mezcla óptimos para concretos fluidos, utilizando agregados triturados y no triturados.
- Determinar la dosificación adecuada del aditivo sikament 306N, para la elaboración de concretos, con agregados triturados y no triturados.
- Verificar la influencia del aditivo sikament 306N, en el desarrollo de las resistencias a la compresión en diferentes edades, utilizando los agregados triturados y no triturados.
- Obtener los resultados de rotura para las diferentes elaboraciones de concreto fluido, utilizando agregados triturados y no triturados.

1.4. HIPÓTESIS

Es probable que utilizando los agregados no triturados (naturales) con la adición de aditivo sikament 306N para resistencias $f'c = 17.5$ MPa y $f'c = 21.0$ MPa, se obtendrá concretos fluidos con mejores propiedades físicas y mecánicas, a menores costos de elaboración, para la ciudad de Arequipa.

1.5. VARIABLES E INDICADORES

1.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Tabla 1. Variables independientes

VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES	FUENTES	
DISEÑO DE MEZCLA	Método ACI 211	Respectivos Procedimientos Independientes	
PRODUCCIÓN  AGREGADO GRUESO Y FINO	Distribución de Tamaño	Ensayo de Análisis Granulométrico	NTP 400.012 (2013) ASTM C-136
	Peso Específico del Agregado fino	Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino	NTP 400.022 (2013) ASTM C-128
	Porcentaje de Absorción del Agregado Fino		
	Peso Específico del Agregado Grueso	Ensayo de Peso Específico del Agregado Grueso	NTP 400.021 (2002) ASTM C-127
	Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso		
	Peso Unitario Suelto	Ensayo de Peso Unitario y Porcentaje de Vacíos del Agregado	NTP 400.017 (2011) ASTM C-29
	Peso Unitario Compactado		
	Contenido de Vacíos		
	Porcentaje de Partículas más Finas que la malla #200	Ensayo del Material más Fino que Pasa la Malla #200	NTP 400.018 ASTM C-117
	Contenido de Humedad	Ensayo del Contenido de Humedad	NTP 339.185 (2002) ASTM C-566
	Dureza y Desgaste	Ensayo de Abrasión en la Máquina de los Ángeles	NTP. 400.019 ASTM C-131

Fuente: Elaboración propia

1.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES	FUENTES
CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Trabajabilidad / Uniformidad Volumen Aire Atrapado Incorporadores de Aire Extensibilidad Temperatura Rendimiento	Ensayo de Asentamiento NTP 339.035 (2009) ASTM C -143 Ensayo de Peso Volumétrico NTP 339.046 (2013) ASTM C-138 Ensayo incorporador de Aire NTP 339.086 (2013) ASTM C-260 Ensayo de Extensibilidad COMITÉ ACI 363R-92 ACI 318S – 05 NTE E0.60 Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto NTP 339.183 (2009) ASTM C-192 Rendimiento de costos
CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	Resistencia a la Compresión	Coeficiente de Variación NTP 339.034 ASTM C-39

Tabla 2. Variables dependientes

Fuente: Elaboración propia.

1.5.3. CUADRO RESUMEN

Tabla 3. Cuadro resumen

MÉTODO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c)		EDAD DE ROTURAS (Días)	NÚMERO DE PROBETAS (Unidades)
MÉTODO ACI 211 SIN ADITIVO	TRITURADO (MECANIZADO)	17.5 MPa	03	16
			07	16
			28	16
	NO TRITURADO (NATURAL)		03	16
			07	16
			28	16
	TRITURADO (MECANIZADO)	21.0 MPa	03	16
			07	16
			28	16
	NO TRITURADO (NATURAL)		03	16
			07	16
			28	16
MÉTODO ACI 211 CON ADITIVO	TRITURADO (MECANIZADO)	17.5 MPa	03	16
			07	16
			28	16
	NO TRITURADO (NATURAL)		03	16
			07	16
			28	16
	TRITURADO (MECANIZADO)	21.0 MPa	03	16
			07	16
			28	16
	NO TRITURADO (NATURAL)		03	16
			07	16
			28	16
TOTAL				384

Fuente: Elaboración propia.

INDICADORES DE AGREGADOS	NÚMERO DE ENSAYOS (Unidades)
Análisis granulométrico agregado grueso	06
Análisis granulométrico agregado fino	06
Peso específico agregado fino	04
Peso específico agregado grueso	04
Peso unitario suelto	12
Peso unitario varillado	12
Material más fino que malla # 200	12
Contenido de humedad	06
Absorción agregado fino	02
Absorción agregado grueso	02
Porcentaje de abrasión	06
Porcentaje contenido de vacíos	06
TOTAL	78

Tabla 4. Indicadores de agregados

INDICADORES CONCRETO	NÚMERO DE ENSAYOS (Unidades)
Asentamiento	72
Peso unitario	72
Contenido de aire	72
Extensibilidad	72
Temperatura	72
Rendimiento de costos	04
TOTAL	364

Tabla 5. Indicadores de concreto

Fuente: Elaboración propia.

1.6. ALCANCE

La presente tesis propone realizar el análisis comparativo por desempeño en resistencia a la compresión, utilizando agregados triturados (mecanizado – cantera la poderosa) y no triturados (natural – cantera socabaya) para la producción de concretos fluidos en la ciudad de Arequipa.

Se determinará diseños de mezcla óptimos y que cumplan con los requerimientos mínimos, en estado fresco y endurecido, cuando se utilicen estos agregados en la ciudad de Arequipa.

Además se explicará y justificará el procedimiento de diseño de mezclas por el método ACI.

A continuación definiremos tres pautas para el alcance y son:

A. CAMPO Y ÁREA

Área	:	Ingeniería
Sub – Área	:	Ingeniería Civil
Disciplina	:	Ingeniería de construcción y Tecnología del concreto

B. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis de investigación es de nivel descriptivo, dentro de su metodología se describirá, interpretará y hará un análisis comparativo por desempeño en la resistencia a la compresión, utilizando agregados triturados (mecanizados) y no triturados (naturales), para el desarrollo del concreto en sus diferentes etapas, donde se podrá mostrar datos reales y medibles del

comportamiento del concreto y de sus propiedades físicas y mecánicas, a través de ensayos reglamentados.

Se determinará el diseño de mezcla más óptimo para los materiales típicos de la ciudad de Arequipa, también se determinará el nivel de incidencia de estos sobre el método de diseño, considerando restricciones, aplicaciones de uso y recomendaciones.

C. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según la metodología de diseño que se utilizará para desarrollar esta investigación, será del tipo cuantitativa, debido a que los resultados obtenidos en las pruebas y ensayos son medibles, además se podrá controlar los factores en el momento de realizar el diseño de mezcla para lograr obtener los resultados requeridos.

1.7. METODOLOGÍA

La presente tesis seguirá la siguiente metodología de realización:

A. Se utilizarán los materiales típicos que se usan en el campo de la construcción en la ciudad de Arequipa como son:

- Se utilizará el agua potable de la ciudad de Arequipa.
- Cemento portland tipo I – Cementos Yura S.A.
- Agregados triturados y no triturados de las canteras; “la poderosa” y “socabaya”.
- Se utilizará aditivo SIKAMENT 306N (superplastificante).

.Se realizarán pruebas físicas de los agregados en sus diferentes etapas de producción en el laboratorio de suelos y concreto de la Universidad Católica de Santa María.

B. Se realizarán ensayos necesarios según la respectiva norma vigente, para obtener las propiedades de los agregados fino y grueso como son: análisis granulométrico (TM, TMN), peso específico del agregado, porcentaje de absorción, peso unitario suelto y compactado, contenido de vacíos, cantidad de finos que pasan la malla #200, resistencia a la abrasión e impacto y porcentaje de humedad.

C. Se realizará la descripción y justificación del diseño de mezclas y su respectivo procedimiento considerando sus limitaciones y recomendaciones:

D. Se procederá a realizar la mezcla de los componentes bajo un mismo criterio, obteniendo especímenes de concreto del tamaño 15 x 30 cm.

Se realizará el vaciado de trescientos ochenta y cuatro (384) probetas con agregados (triturado-mecanizado, no triturado - natural), con aditivo y sin aditivo, para resistencias de $f'c = 17.5 \text{ MPa}$ y $f'c = 21.0 \text{ MPa}$.

E. Se realizará :

- **Concreto Fresco:** Ensayo de asentamiento, peso unitario, temperatura y extensibilidad. **Ver Tabla 05**
- **Concreto Endurecido:** Ensayo de rotura - resistencia a la compresión. **Ver Tabla 03**

F. Finalmente, se realizará un análisis comparativo por desempeño en resistencia a la compresión para concretos fluidos, de los agregados

triturados (mecanizados) y no triturados (naturales), además con los resultados obtenidos de las pruebas realizadas se analizará y elaborará los costos por metro cúbico, las limitaciones y descripciones del desarrollo del concreto a lo largo de sus etapas de elaboración, todo este proceso con la finalidad de obtener concretos fluidos, con la utilización de agregados no triturados, en la ciudad de Arequipa.

1.8. LIMITACIONES

Los agregados de la cantera la poderosa no contaba con problemas, debido a que ya cuenta con vías de acceso hacia el punto de extracción de los agregados grueso y fino.

Sin embargo en la cantera de socabaya si teníamos problemas de acceso, ya que teníamos que cruzar un riachuelo donde existía bolones de piedras y un accesos sin demarcación, teniendo problemas de ingreso hacia la zona de extracción de los agregados fino y grueso de dicha cantera.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. EL CONCRETO

Según la norma de Concreto Armado E.060 y la del reglamento nacional de edificaciones (RNE – 2014), el concreto es la mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Generalmente, la pasta de cemento y agua constituyen del 25% - 40% del volumen total del concreto. El volumen absoluto de cemento está comprendido comúnmente entre el 7% - 15%, el agua del 14% - 21% y el agregado constituye aproximadamente del 60% - 80% del volumen total de éste. (Estrada y Páez. 2014. Lima - Perú)

2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO

2.2.1. CEMENTO

Es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, que permiten la unión de fragmentos minerales entre sí, formando un todo compacto. Este material tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia del agua, presentándose un proceso de reacción química que se conoce como hidratación. (Instituto del concreto. 1997. Lima - Perú)

2.2.2. AGUA

Generalmente se hace referencia a su papel en cuanto la cantidad para proveer una relación agua/cemento acorde con las necesidades de trabajabilidad y resistencia, pero es evidente, que para usarla en el lavado de agregados, en la preparación de la mezcla o durante el curado del concreto, no solamente su cantidad es importante, sino también su calidad química y física. (Alvarado. 2010. Lima - Perú)

El lavado de los agregados se deberá hacer con agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión. El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser de preferencia potable, y en caso de no serlo, debe ser agua limpia y libre de cantidades perjudiciales, como; aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que pueden ser dañinas al concreto o elementos embebidos. (Norma E.060 del RNE 2014. Lima - Perú)

2.1.1. AGREGADOS

Conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.11

Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto. (Rivva. 2000. Lima - Perú)

Según la norma (E.060 del RNE 2014), el tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a:

- $1/5$ de la menor separación entre los lados del encofrado.
- $1/3$ de la altura de la losa, de ser el caso.
- $3/4$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Según la norma (E.060 del RNE 2014) el agregado grueso a utilizar en concretos armados podrá consistir de grava natural o triturada mecanizada. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

A. CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

Se clasifican desde el punto de vista de su procedencia, tamaño y densidad. Sin embargo también debería clasificarse según su forma y textura. (Alvarado. 2010. Lima - Perú)

a. Clasificación según su procedencia

Según Lezama; los agregados según su procedencia se clasifican en: Agregados rodados (de origen natural y provenientes de las rocas sedimentarias), agregados de machaqueo (procedentes de rocas inalteradas, sanas, duras, compactas y se obtienen mediante trituración artificial), agregados artificiales (Provenientes de los residuos industriales y utilizados en la fabricación de concretos ligeros) y agregados especiales (de origen natural o artificial, con

mayor peso que los agregados normales y empleados en concretos expuestos a radiaciones atómicas).

b. Clasificación según su tamaño

Los agregados para concreto, según su tamaño se clasifican en: agregado fino y agregado grueso, pero casi siempre los limos y arcillas se encuentran adheridos a ellos (Rivva. 2000. Lima - Perú). El contenido de arcilla y limo en una mezcla de concreto, es un factor que se debe limitar porque cuando hay exceso de las mismas, hacen que sean mayores los requerimientos de agua y pueden restar adherencia entre el agregado grueso y la pasta de cemento. (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú)

c. Clasificación según su densidad

Se puede clasificar tanto los agregados naturales como artificiales y se hace en tres diferentes categorías: Livianos, normales y pesados.

d. Clasificación según su forma y textura

La textura superficial depende de su origen, dureza, tamaño de los granos, porosidad, así como de las acciones a que hayan estado sometidos. Se puede decir que la textura superficial es áspera en las piedras obtenidas por trituración y lisa en los cantos rodados de río, quebrada o mar (Alvarado. 2010. Lima - Perú).

Se puede clasificar en redondeadas o cantos rodados, a las que son generalmente procedentes de ríos en las que por rozamiento se

eliminan las partes salientes de las mismas; y las angulosas que son las que presentan ángulos, aristas vivas y superficies más o menos planas, procedentes generalmente de trituraciones; planas que predominan dos dimensiones sobre la tercera y aciculares que predomina una dimensión sobre las otras dos dando lugar a agregados en forma de agujas (Fernández. 2005. Lima - Perú).

La clasificación más utilizada para definir la forma de las partículas del agregado se indican en la tabla 06, que fue presentada por la norma británica N°812.

Tabla 6. Clasificación de los agregados según su forma

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Redondeada	Completamente desgastada por el agua o totalmente formada por fricción.	Grava de río o de playa.
Irregular	Irregulares por naturaleza, parcialmente formada por fricción o con bordes redondeadas.	Pizarras de superficie o subterránea.
Escamosa	Materiales cuyo espesor es pequeño en comparación con sus otras dimensiones.	Roca laminada.
Angular	Con bordes bien definidos formados en las intersecciones de caras aproximadamente planas.	Rocas trituradas de todo tipo, taludes.
Elongada	Material que suele ser angular, pero cuya longitud es bastante mayor que las otras dos dimensiones.	---
Escamosa y Elongada	Material cuya longitud es bastante mayor que el ancho y el ancho bastante mayor que el espesor.	---

Fuente: Norma BS-812, citado por el Instituto del Concreto 1997.

La clasificación de los agregados según su textura lo estableció la norma británica N°812, que también es aceptada por el instituto del concreto. Dicha clasificación se presenta en la tabla 07.

Tabla 7. Clasificación de los agregados según su textura

TEXTURA SUPERFICIAL	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Vítrea	Fractura conoidal.	Pedernal negro, Escoria Vítrea.
Lisa	Desgastada por el agua o lisa debido a fractura de roca laminada o de roca de grano fino.	Grava, pizarra, mármol, algunas rolitas.
Granular	Fracturas que muestran granos más o menos redondeados en forma uniforme	Arenisca, oolita.
Áspera	Fractura áspera de roca de granos finos o medianos, que contengan partes cristalinas difíciles de detectar.	Basalto y caliza.

Fuente: Norma BS-812 citado por el Instituto del Concreto 1997.

B. INFLUENCIA DE LA FORMA DEL AGREGADO EN EL CONCRETO

La forma del agregado influye directa o indirectamente en el comportamiento del concreto, ya que se relaciona con la consistencia, la resistencia y otras propiedades.

La forma de las partículas del agregado juega un papel muy importante en la fabricación de concreto, debido a que la aptitud de compactación de la mezcla no sólo depende de la granulometría del agregado sino también del grado de acomodamiento y compactación de las partículas, que genera una alta densidad y por tanto una mayor resistencia en el concreto, las formas más

adecuadas son; redondeadas para piedras de ríos o cantos rodados y la cúbica para triturados (Estrada y Páez. 2014. Lima - Perú).

C. INFLUENCIA DE LA TEXTURA DEL AGREGADO EN EL CONCRETO

La textura del agregado también entra en la discusión debido a su estrecha asociación con la forma. Generalmente, los agregados redondeados tienen una textura lisa y los agregados angulares tienen una textura rugosa, pero incluso cuando la superficie del agregado redondeado es lisa, es suficientemente rugosa para desarrollar un vínculo razonablemente bueno entre la superficie y el gel submicroscópico del cemento (Alvarado. 2010. Lima - Perú). La textura reviste especial importancia entre los agregados y la pasta de cemento fraguado, así como también, por su efecto sobre las propiedades del concreto o mortero endurecido, tales como; densidad, resistencia a la compresión y a la flexión, cantidad requerida de agua, etc. (Alvarado. 2010. Lima - Perú).

D. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

a. Propiedades químicas de los agregados

Las exigencias químicas que se deben hacer a los agregados para evitar su reacción en la masa del concreto, son las de evitar sustancias presentes agresivas y componentes geológicos o

mineralógicos agresivos, entre los cuales el más frecuente parece ser la sílice activa (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

• **Epitaxia.**- La única reacción química favorable de los agregados, conocida hasta el momento. Da mejor adherencia entre ciertos agregados calizos y la pasta de cemento, a medida que transcurre el tiempo (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

• **Reacción álcali - agregado.**- La sílice activa, presente en algunos agregados, reacciona con los álcalis del cemento produciendo expansiones, destrucción de la masa y pérdida de características resistentes. (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

b. Propiedades físicas de los agregados

Las propiedades físicas que tienen mayor importancia en el comportamiento mecánico de las mezclas de concreto son: Granulometría, porosidad, masa unitaria, forma y textura de las partículas (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

• **Densidad.**- Depende de la roca original de donde proviene y está definida por la relación entre la masa y el volumen de una masa determinada (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

• **Forma y textura.**- Tienen un efecto significativo en el comportamiento del concreto en estado fresco (trabajabilidad y consistencia) y endurecido (resistencias mecánicas).

• **Granulometría.**- Es la composición en porcentaje, de los diversos tamaños de agregados en una muestra. Esta proporción se

suele indicar de mayor a menor tamaño, por una cifra que representa en masa el porcentaje parcial de cada tamaño que pasó o quedó retenido en los diferentes tamices que se usan obligatoriamente (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

• **Masa unitaria.**- la relación entre la masa del material que cabe en un determinado recipiente y el volumen de éste, da una cifra llamada masa unitaria. La masa unitaria compacta es otro buen índice para conocer la calidad del agregado, puesto que cuanto mejor sea la granulometría mayor es el valor numérico de la masa. Las partículas cuya forma se aproxima a la cúbica, producen mayor masa unitaria (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú)

• **Porosidad y absorción.**- Cuanto más poroso es el agregado, menor resistencia tiene, y cuanto menor sea la absorción, es más compacto y de calidad (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

c. **Propiedades mecánicas de los agregados**

Según el Instituto del concreto; las propiedades mecánicas de los agregados son:

• **Dureza.**- Propiedad que depende de la constitución mineralógica, la estructura y la procedencia del agregado. En la elaboración de concretos sometidos a elevadas tasas de desgaste y abrasión, la dureza es una propiedad decisiva para la selección de los materiales. (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú)

• **Resistencia.-** El agregado grueso, en mayor medida que el fino, va a resultar relacionado con el comportamiento de las resistencias del concreto, por su aporte en tamaños de grano dentro de la masa de la mezcla. En tal sentido, una de las posibilidades de ruptura de la masa es por medio del agregado grueso (las otras son por la pasta y por la interface de contacto entre pasta y agregado). De esta manera, la resistencia de los agregados cobra importancia y se debe buscar que éste nunca falle antes que la pasta de cemento endurezca. La falla a través del agregado grueso se produce por la estructura pobre entre los granos que constituyen las partículas o porque previamente se le han inducido fallas a sus partículas durante el proceso de explotación o por un inadecuado proceso de trituración (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

• **Tenacidad o resistencia a la falla por impacto.-** Es una propiedad que depende de la roca de origen y se debe tener en cuenta ya que tiene mucho que ver con el manejo de los agregados, porque si estos son débiles ante las cargas de impacto, se puede alterar su granulometría y también disminuir la calidad del concreto que con ellos se elabore (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

• **Adherencia.-** Es la interacción que existe en la zona de contacto agregado - pasta, la cual es producida por fuerzas de origen físico - químico. Entre más adherencia se logre entre la pasta de cemento endurecida y los agregados, mayor será la resistencia del concreto.

La adherencia depende de la calidad de la pasta de cemento, y, en gran medida, del tamaño, forma, rigidez y textura de las partículas del agregado, especialmente cuando se trata de resistencia a flexión. Hoy en día, no se conoce ningún método que permita medir la buena o mala adherencia de los agregados, pero es claro que aumenta con la rugosidad superficial de las partículas (Instituto del Concreto. 1997. Lima - Perú).

E. FUNCIONES DEL AGREGADO EN EL CONCRETO

Según Rivva López; las tres principales funciones del agregado en el concreto son:

- Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de ésta por unidad de volumen, y por lo tanto, reduciendo el costo de la unidad cúbica de concreto.
- Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas, de desgaste, o del intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.
- Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado; o de calentamiento de la pasta.

2.1.2. ADITIVOS

Sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto, con el propósito de modificar algunas de sus propiedades.

La norma ASTM C-123, las define como material diferente del agua, de los áridos y del cemento, que se emplea como un componente del concreto o el mortero.

Las dosis en las que se utilizan los aditivos, están en relación a un pequeño porcentaje del peso de cemento, con las excepciones en las cuales se prefiere dosificar el aditivo en una proporción respecto al agua de amasado. Los aditivos líquidos se agregan generalmente en el mezclado del concreto junto con el agua de amasado. Los aditivos en polvo se mezclan junto con el cemento o el árido fino.

Según el Comité ACI 116 (26), un aditivo es un material distinto del agua, los agregados, elemento hidráulico y las fibras de refuerzo, que se utiliza como ingrediente del mortero o del concreto, y que se añade a la revoltura inmediatamente antes o durante el mezclado. La interpretación que puede darse a esta definición es que un material sólo puede considerarse como aditivo cuando se incorpora individualmente al concreto, es decir, que se puede ejercer control sobre su dosificación.

A. CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS

a. Según la norma técnica ASTM – C494

- 1) TIPO A: Reductor de agua
- 2) TIPO B: Retardante
- 3) TIPO C: Acelerante
- 4) TIPO D: Reductor de agua retardante
- 5) TIPO E: Reductor de agua acelerante

6) TIPO F: Súper reductor de agua

7) TIPO G: Súper reductor de agua retardante

b. Según el comité 212 del ACI

Según esta norma se clasifican según los tipos de materiales constituyentes a efectos característicos en uso:

- 1) Aditivos acelerantes
- 2) Aditivos reductores de agua y que controlen el fraguado
- 3) Aditivos para inyecciones
- 4) Aditivos incorporadores de aire
- 5) Aditivos extractores de aire
- 6) Aditivos formadores de gas
- 7) Aditivos productores de expansión o expansivos
- 8) Aditivos minerales finamente molidos
- 9) Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad
- 10) Aditivos pegantes (también llamados epóxicos)
- 11) Aditivos químicos para reducir la expansión debido a la reacción entre los agregados y los álcalices del cemento. Aditivos inhibidores de corrosión.
- 12) Aditivos fungicidas, germinicidas o insecticidas
- 13) Aditivos floculadores
- 14) Aditivos colorantes

B. SEGÚN RECOMENDACIÓN ACI 212 EN CONCORDANCIA CON LAS NORMAS ASTM C 494 – ASTM C 1017

La recomendación ACI 212 clasifica a los aditivos en los siguientes grupos según las normas:

a. Acelerantes.- Los cuales tienen por finalidad incrementar significativamente al desarrollo inicial de resistencia en compresión y/o acortar el tiempo de fraguado. Deberá cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 494 – ASTM C 1017, NTP 339.086 – NTP 339.087.

b. Incorporadores de aire.- Los cuales tienen por objetivo mejorar el comportamiento del concreto frente a los procesos de congelación y deshielo que se producen en sus poros capilares cuando está saturado y sometido a temperaturas bajo 0 °C. Estos aditivos deberán cumplir con los requisitos de la NTP 339.086 y la Norma ASTM C 260.

c. Reductores de agua y reguladores de fragua.- Los cuales tienen por finalidad reducir los requisitos de agua de la mezcla o modificar las condiciones de fraguado de la misma o ambas.

Deben cumplir los requisitos de la NTP 339.086 y NTP 339.087, las Normas ASTM C 494 y ASTM C 1017.

d. Impermeabilizantes.- Los cuales tienen por finalidad contribuir a controlar las filtraciones a través de las grietas, reduciendo la penetración del agua, en un concreto no saturado, desde el lado húmedo al lado seco.

e. Reductores de permeabilidad.- Los cuales tienen por finalidad reducir la velocidad con la cual el agua puede circular a través de un elemento de concreto saturado, bajo una gradiente hidráulica.

f. Superplastificante o superfluidificantes. También conocidos como aditivos reductores de agua de alto rango, los cuales tiene por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Igual se emplean para incrementar el asentamiento sin necesidad de aumentar el contenido de agua de la mezcla.

g. Aditivos retardadores.- Tienen como objetivo incrementar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con miras a disponer de un período de plasticidad mayor que facilite el proceso constructivo. Su uso principal se amerita en los siguientes casos:

- 1) Vaciado complicado y/o voluminoso, donde la secuencia de colocación del concreto provocaría juntas frías si se emplean mezclas con fraguados normales.
- 2) Vaciados en climas cálidos, en que se incrementa la velocidad de endurecimiento de las mezclas convencionales.
- 3) Bombeo de concreto a largas distancias para prevenir atoros.
- 4) Mantener el concreto plástico en situaciones de emergencia que obligan a interrumpir temporalmente los vaciados, como cuando se malogra algún equipo o se retrasa el suministro del concreto.

C. RAZONES DE EMPLEO DE UN ADITIVO

El uso de aditivos comprende y representa una medida consistente, considerado como un medio complementario y no como un sustituto de otras medidas primordiales, tales como el uso de un cemento apropiado, una mezcla de concreto bien diseñada, o prácticas

constructivas satisfactorias. Según los informes del Comité ACI 212(76), (77), (78), los aditivos suelen emplearse en la elaboración de concretos, morteros o mezclas de inyección, no sólo para modificar sus propiedades en los estados fresco y endurecido, sino también por economía, para ahorrar energía y porque hay casos en que el uso de un aditivo puede ser el único medio factible para obtener el resultado requerido, citando como ejemplos la defensa contra la congelación y el deshielo, el retardo o la aceleración en el tiempo de fraguado y la obtención de muy alta resistencia.

Características en sus diferentes estados:

a) Concreto fresco

- 1) Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.
- 2) Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad.
- 3) Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla.
- 4) Crear una ligera expansión.
- 5) Modificar la velocidad y/o el volumen de exudación.
- 6) Reducir la segregación.
- 7) Facilitar el bombeo.
- 8) Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.

b) Concreto endurecido

- 1) Disminuir el calor de hidratación.
- 2) Desarrollo inicial de resistencia.
- 3) Incrementar las resistencias mecánicas del concreto.
- 4) Incrementar la durabilidad del concreto.

- 5) Disminuir el flujo capilar del agua.
- 6) Disminuir la permeabilidad de los líquidos.
- 7) Mejorar la adherencia concreto – acero de refuerzo.
- 8) Mejorar la resistencia al impacto y la abrasión.

D. NORMAS

a) Normas nacionales

En la actualidad, la responsabilidad de la normalización se encuentra en el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI, creado por Ley N° 25868, promulgada el 18.11.92.. La primera entidad de normalización fue el Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificación INANTIC creado por la ley de promoción industrial, Número 13270 del 31-11-59 Entidad que aprobó una serie de normas sobre cemento. Posteriormente, este organismo fue reemplazado por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas ITINTEC, comprendido en la Ley General de Industrial, D.L: 18350 promulgada el 27.08- 70.

Tabla 8. Normas técnicas Peruanas.

NTP 334.084:1998	CEMENTOS. Aditivos funcionales a usarse en la producción de cementos Portland.
NTP 334.085:1998	CEMENTOS. Aditivos de proceso a usarse en la producción de cementos Portland.
NTP 334.087:1999	CEMENTOS. Adiciones minerales en pastas, morteros y concretos: micro sílice; especificaciones.

NTP334.088:1999 CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón(concreto); especificaciones

NTP334.089:1999 CEMENTOS. Aditivos incorporados de aire en pastas, morteros y hormigón (concreto); especificaciones.

Fuente: Norma técnica Peruana 339.034.

b) Normas internacionales

Inicialmente las normas adoptadas por la industria fueron las de American Society for Testing and Materials (ASTM). Los aditivos deben cumplir también con los requisitos de las Normas seleccionadas y las especificaciones de obra, debiendo prestarse especial atención a las recomendaciones del fabricante y/o distribuidor del aditivo.

Las siguientes Normas ASTM cubren los tipos o clases de aditivos de uso corriente.

Tabla 9. Normas técnicas Internacionales.

ASTM C260	Aditivos incorporadores de aire.
ASTM C494	Aditivos reductores de agua y controladores de fragua.
ASTM D98	Cloruro de calcio.
ASTM 1017	Aditivos a ser empleados en la producción de concreto muy sueltos.

Fuente: Norma técnica Peruana 339.034.

E. DESCRIPCIÓN DEL ADITIVO

a) Aditivo a Utilizar: SIKAMENT 306N

Sikament306N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada.

Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.

SIKAMENT 306N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

b) Usos

SIKAMENT 306N está particularmente indicado para: todo tipo de concretos fabricados en plantas concreteras con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación. En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.

Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.

Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

c) Características y Ventajas

- 1) Aumento de las resistencias mecánicas.
- 2) Terminación superficial de alta calidad.
- 3) Mayor adherencia a las armaduras.
- 4) Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla cualquier temperatura.
- 5) Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.
- 6) Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- 7) Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.

8) Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejas.

9) Reductor de agua.

d) Normas y Clasificación

1) Como plastificante cumple con la norma ASTM C 494, tipo D.

2) Como Superplastificante con la norma ASTM C 494, tipo G

e) Aspecto.- Líquido

f) Color.- Pardo oscuro

g) Consumo / Dosis

1) Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.

2) Como superplastificante: del 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento

h) Metodo de aplicación

1) Como plastificante.

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

2) Como superplastificante.

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m³ de carga de la amasadora (camión concretero) o mezcladora de concreto.

2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

Las propiedades del concreto en estado fresco incluye la consistencia, trabajabilidad, cohesividad, segregación, exudación, temperatura y fraguado.

2.3.1. CONSISTENCIA

Propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla, mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación (Rivva. 2000. Lima -Perú).

El método de determinación empleado es el ensayo del Cono de Abrams o Slump (NTP 339.035 y ASTM C 143) que define la consistencia de la mezcla por el asentamiento (es decir, cuanto más húmeda es la mezcla, mayor es el asentamiento), medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica. El asentamiento resulta ser la medida de la diferencia de altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que la recubría (Gamero. 2008. Lima -Perú).

Tabla 10. Consistencia y trabajabilidad según el asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)	TRABAJABILIDAD
SECA	0 - 5	BAJA
PLÁSTICA	7,5 - 10	MEDIA
FLUIDA O HÚMEDA	> 12,5	ALTA

Fuente: Gamero, 2008.

Figura 1: Prueba de Slump concreto fluido.



Fuente: Elaboración propia.

2.3.2. TRABAJABILIDAD

Es aquella propiedad del concreto que determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad, así como para ser acabado sin que se presente segregación. Puede ser clasificada según el asentamiento de la mezcla en baja, media y alta (Gamero. 2008. Lima -Perú).

2.3.3. COHESIVIDAD

La cohesividad se define como aquella propiedad gracias a la cual es posible controlar la posibilidad de segregación durante la etapa de manejo de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a prevenir la aspereza de la misma, y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto.

Normalmente se considera que una mezcla de concreto posee el grado apropiado de cohesividad si ella no es demasiado plástica , ni demasiado viscoso, es plástica y no segrega fácilmente.

En una pasta de cemento – agua, la cohesividad se incrementa cuando la relación agua – cemento alcanza valores distintos para luego empezar a disminuir.

La cohesividad se incrementa con aumentos en la fineza de las partículas de la mezcla.

2.3.4. SEGREGACIÓN

Es una propiedad del concreto fresco que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo la separación del agregado grueso del mortero.

Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo vaciado de bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc.

La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmedo es esta y menor cuanto más seca.

Tener siempre presente en el diseño de mezclas el riesgo de segregación pudiéndose disminuir mediante el aumento de fino (cemento o agregado fino y de la consistencia de la mezcla).

2.3.5. EXUDACIÓN

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica.

El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

2.3.6. TEMPERATURA

Se sabe que bajo condiciones de climas calientes se requiere más agua para que una mezcla dada tenga el mismo revenimiento y la misma consistencia. Esto se demuestra, que bajo condiciones consideradas, una disminución aproximadamente de 25 mm el revenimiento fue provocada por 10 °C de aumento en la temperatura del concreto. El efecto de la temperatura en la demanda de agua viene principalmente de efectos en la proporción de hidratación del cemento, y posiblemente también en la proporción de evaporación del agua.

2.3.7. FRAGUADO DEL CONCRETO

El proceso de endurecimiento (fraguado) del concreto se debe a la combinación del agua con las partículas de cemento (hidratación). el control de estas condiciones es vital en el primer proceso de endurecimiento. por esta razón un concreto bien proporcionado, sino tiene la humedad necesaria, será de baja calidad, porque secará rápidamente.

Para que el endurecimiento o fraguado se complete adecuadamente es durante los primeros 7 días mantenerlo húmedo.

Este proceso dura por lo menos 8 días, tiempo necesario para obtener un endurecimiento natural y lograr la calidad requerida.

Cabe mencionar que un buen fraguado no corregirá los problemas que resultarán de usar elementos (arena, piedra y cemento) inadecuados o mal proporcionado.

2.4. INCIDENCIA DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

Las propiedades del concreto dependerán directamente de la dosificación y componentes por los que está formado éste, los agregados son un componente clave del concreto, aunque anteriormente sólo se consideraba como material de relleno, quedando muy por debajo en comparación a la importancia del cemento, ya que los agregados son más económicos por metro cúbico de producción, añadiendo que no había mucha información acerca de las incidencias de las características de los agregados, por lo que investigaciones posteriores determinaron que debido a que el agregado tiene el mayor porcentaje de participación en su producción llegando a ser del 60 % al 75%, y aunque no aporte completamente a las propiedades características del concreto, se concluyó que el tipo, forma y calidad de agregado pueden influir en el resultado final. Cada componente y variación influirá en el resultado final del concreto, pudiendo ser en algunos casos determinante como el cemento.

2.5. PRINCIPALES ETAPAS EN LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

2.5.1. SELECCIÓN DE MATERIALES

Las propiedades finales del concreto en estado fresco y endurecido dependerán del tipo y características que posean los materiales que utilizemos para realizar el concreto. Se debe realizar ensayos y pruebas para determinar las condiciones de los componentes del concreto, ya que estas influirán directamente en la dosificación del concreto y por tanto en sus características.

2.5.2. DISEÑO DE MEZCLAS

La elección del diseño de mezclas es un paso importante en la producción del concreto, ya que será la “receta” de un nuevo producto, la mejor manera de elegir un diseño de mezclas, es que cumpla con la mayor parte de requerimientos según las características y propiedades de nuestros componentes, el que se ajuste mejor, dará un resultado más eficiente. Así tenemos el siguiente método de diseño:

2.5.3. METODO ACI 211

El diseño de mezcla por el método ACI (American Concrete Institute), es un procedimiento empírico más conocido y utilizado, por el cual mediante tablas propuestas, se puede desarrollar una dosificación de

los componentes que integran el concreto, considerando sus características.

2.5.4. MEZCLADO DEL CONCRETO

El proceso de mezclado es la preparación del concreto, proceso de crear un nuevo producto en base a la combinación de otros elementos, con el objetivo de lograr una mezcla homogénea y uniforme; se conoce por la propiedad de conmutatividad, que el orden de los factores no altera el producto, sin embargo en el proceso de realización del concreto no cumple con esta condición, debido a que conforme realizaremos la mezcla, orden de componentes, forma y metodología de preparación afectarán a los resultados finales y propiedades del concreto.

2.5.5. TRANSPORTE DEL CONCRETO

Esta etapa desarrolla, el transporte del concreto en estado fresco hacia la obra o lugar donde se desarrollará, se debe asegurar que las propiedades de trabajabilidad y consistencia obtenidas al terminar la mezcla del concreto, permanezcan en ella, sin producirse segregación.

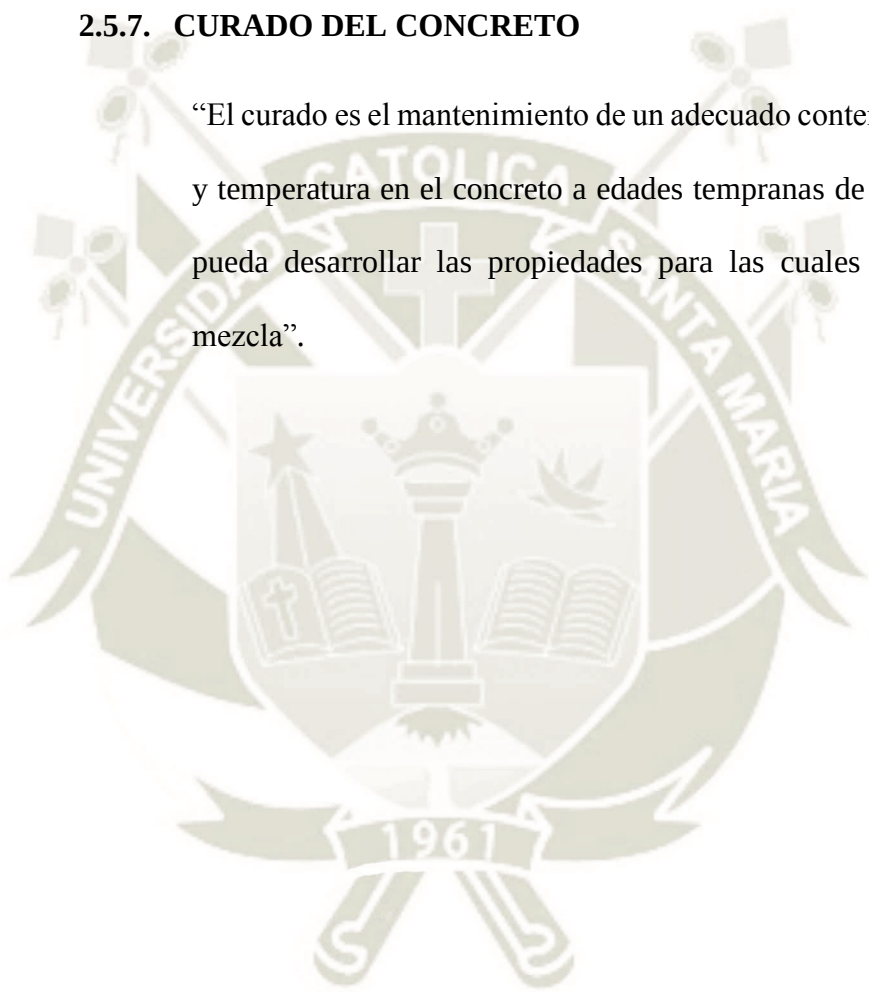
2.5.6. COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Dependiendo el método de transporte del concreto, se determina por carretilla, cuando se utiliza una mezcladora estacionaria en obra y se

coloca directamente después de su fabricación y por medio de un Mixer, que es cuando se realiza en una planta de concreto y es llevado por este mismo medio, generalmente viene proporcionado por un sistema de colocación del concreto

2.5.7. CURADO DEL CONCRETO

“El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas de manera que este pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla”.



CAPÍTULO III

3. AGREGADOS, PROPIEDADES Y DISEÑO DE MEZCLAS.

3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

3.1.1. Cantera la poderosa

Se encuentra ubicada políticamente:

DEPARTAMENTO : Arequipa

PROVINCIA : Arequipa

DISTRITO : Uchumayo

ALTITUD : 2040 m.s.n.m.

COORDENADAS : Latitud : $16^{\circ}26'32.70''$

Longitud : $71^{\circ}38'5.93''$ O

Para llegar a la cantera se toma la avenida Arancota, que nos lleva a la entrada del distrito de Tiabaya, ahí tomamos el desvío que da al puente de Tiabaya que llega al sector de Congata, en la vía nos toparemos con un túnel que indica el ingreso a la mina Cerro Verde a mano derecha pasando el túnel, se entra a una trocha que es el ingreso de la cantera.



Figura 2: Localización de la cantera La Poderosa

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Cantera socabaya

Se encuentra ubicada políticamente:

DEPARTAMENTO : Arequipa

PROVINCIA : Arequipa

DISTRITO : Socabaya

ALTITUD : 2000 m.s.n.m.

COORDENADAS : Latitud : 18°21'42.90"

Longitud : 95°57'5.76"O

3.2. ORIGEN DE LOS AGREGADOS

Los agregados extraídos de la cantera La Poderosa, ubicado a orillas del río amaju; esta constituida por depositos aluvio fluviales (hormigón).

Los agregados extraídos de la cantera Socabaya, ubicado en el distrito de socabaya en la parte baja, y esta constituida por depositos fluviales.

3.3. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

3.3.1. MATERIALES UTILIZADOS EN LOS CONCRETOS DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN

A. CEMENTO

El cemento utilizado es del Tipo I, con peso específico relativo de 3.15, denominado también portland normal,

B. AGUA

El agua utilizada proviene de la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Arequipa. El agua se utilizó a temperatura ambiente (20.5°C) y sin alteración alguna para la elaboración de mezclas.

C. AGREGADOS

El agregado fino y el agregado grueso se extrajeron de la Cantera La Poderosa. La arena y la piedra chancada se extrajeron del acopio de materiales, después del proceso de trituración de las rocas de la mencionada cantera.

Se escogió el agregado grueso porque son los más conocidos y utilizados en las construcciones de concreto en el distrito de Arequipa.



Figura 3. Arena cantera La Poderosa

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Piedra chancada cantera La Poderosa

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.

A. EQUIPOS

- Balanza con sensibilidad de 0.1 g

- Recipiente adecuado para colocar la muestra.
- Estufa capaz de mantener una temperatura de 110 °C

B. PROCEDIMIENTO

- 1) Se colocó la muestra húmeda a ensayar en un depósito y se determinó dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda).
- 2) Se colocó el recipiente con la muestra a una estufa y se secó durante 24 horas a una temperatura de 110°C
- 3) Luego se peso el recipiente con la muestra seca (peso del recipiente + muestra seca) y se determinó la cantidad del agua evaporada y peso de la muestra seca.

C. CÁLCULOS

$$\% W = (W_a / W_{ms}) * 100 \quad (EC. 01)$$

Donde:

W_a = Peso del agua evaporada

W_{ms} = Peso de la muestra seca

$\% W$ = Porcentaje de humedad

Figura 5. Contenido de humedad de los agregados



Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

A. EQUIPOS

- Balanza Sensible a 0.1 g del peso medio y con capacidad de 1000 g
- Picnómetro volumétrico de 500 cm³ de capacidad.
- Molde Cónico Metálico de 40 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm de altura.
- Barra Compactadora de metal de 340 g de peso con un extremo de superficie plano circular de 25 mm de diámetro.
- Horno estufa con temperatura uniforme de 110 °C.

B. PREPARACIÓN DE MUESTRA

- a) Se colocó en un depósito aproximadamente 500 g del agregado fino, obtenido por método del cuarteo.
- b) Se cubrió con agua y se dejó reposar durante 24 horas.
- c) Luego se extendió sobre un recipiente plano y amplio y se puso a secar a temperatura ambiente. Se removió la muestra con frecuencia para garantizar un secado uniforme.
- d) Se siguió con esta operación hasta que los granos de agregado no se adherían marcadamente entre sí.
- e) Luego se colocó el agregado fino en el molde cónico, se golpeó la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se

levantó el molde verticalmente. Como el cono del agregado fino mantenía su forma dio a entender que aún la muestra estaba húmeda, entonces se siguió con el secado, revolviendo constantemente y se probó a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbó al quitar el molde. Esto significó que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.

Figura 6. Prueba de absorción del agregado fino



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Arena con superficie seca



Fuente: Elaboración propia.

C. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- 1) Se introdujo de inmediato en el frasco una muestra de 500 g del material preparado, se llenó de agua cerca de la marca de 500 cm³ a una temperatura aproximada de 23 °C.
- 2) En seguida se agitó el frasco hasta eliminar todas las burbujas de aire, después se colocó en un baño de agua a temperatura aproximada de 23 °C.
- 3) Después de una hora se llenó con agua hasta los 500 cm³ y se determinó el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1g
- 4) Finalmente, se sacó el agregado fino del frasco, se secó en el horno a una temperatura de 110 °C, luego se enfrió a temperatura ambiente durante una hora y se pesó.

Figura 8. Peso del picnómetro + peso de la muestra + agua



Fuente: Elaboración propia.

D. CÁLCULOS

- 1) Peso específico de masa (γ)

$$\gamma = W_{ms} / (W_{pyar} + W_{msts} - W_{pmyar}) \quad \dots(EC. 02)$$

- 2) Porcentaje de Absorción (% Abs.)

$$\% \text{ Abs} = (W_{msts} - W_{ms} / W_{ms}) * 100 \quad \dots(EC. 03)$$

Donde:

W_{ms} = Peso de la muestra seca al horno (g)

W_{pyar} = Peso del picnómetro y agua al ras (g)

W_{msts} = Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)

W_{pmyar} = Peso del picnómetro, muestra y agua al ras (g)

3.3.4. PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO .

A. EQUIPOS

- Balanza sensible a 0.1 g y con capacidad de 5000 g y equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre.
- Cesta con malla de alambre con abertura de tamiz N° 06.
- Depósito de agua para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Horno de tamaño apropiado capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C.
- Una franela

B. PROCEDIMIENTO

- 1) Se colocó aproximadamente 3 a 4 kg de material en un depósito. Seguidamente se sumergió el agregado en agua a temperatura ambiente por un lapso de 24 horas.
- 2) Después de transcurrido el tiempo de reposo, se decantó el depósito y se escurrió el agua, quedando el material húmedo y saturado. Luego se sacó la muestra del agua y se hizo rodar sobre una franela, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible de la superficie del agregado.

- 3) Se obtuvo el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca y con una aproximación de 0.1 g
- 4) Después de pesar, se colocó de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determinó su peso en agua (a una temperatura de 23 °C), densidad 1 g/cm³. Mientras se sumergía se sacudió la malla para remover todo el aire atrapado.
- 5) Finalmente se secó la muestra hasta peso constante, a una temperatura de 110°C y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente, durante 1 hora, hasta que la temperatura era cómoda al tacto (aproximadamente 50 °C) y luego se pesó.

Figura 9. Agregado grueso con superficie seca



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Peso de la muestra gruesa con superficie seca



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Peso de la muestra gruesa sumergida en agua



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Secado de la muestra gruesa en horno



Fuente: Elaboración propia.

C. CÁLCULOS

- 1) Peso específico de masa (γ)

$$\gamma = A / B - C \quad \dots(\text{EC. 04})$$

- 2) Porcentaje de Absorción (% Abs.)

$$\% \text{ Abs} = (B - A / A) * 100 \quad \dots(\text{EC. 05})$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire (g)

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el
aire (g)

C = Peso en el agua de la muestra saturada (g)

3.3.5. PESO ESPECÍFICO SUELTO Y COMPACTADO.

A. EQUIPOS

- Balanza con aproximación de 1 g
- Barra compactadora recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de medida cilíndrica metálica con precisión en sus medidas interiores y de volumen conocido.
- Cuchara de mano para verter el agregado en el molde.

B. PROCEDIMIENTO PARA PESO COMPACTADO

- 1) Se tomó el agregado y se cuarteó para obtener una muestra representativa.
- 2) Se llenó la tercera parte del recipiente de medida y se niveló la superficie con la mano.
- 3) Se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compactó con 25 golpes como antes.

- 4) Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando una regla metálica.
- 5) Al compactar la primera capa, se procuró que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se empleó la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.
- 6) Se determinó el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registraron los pesos con una aproximación 1 g

Figura 13. Compactado de muestra de agregado fino.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Enrasado de muestra de agregado fino.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Compactado de muestra de agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Enrasado de muestra de agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia.

C. DETERMINACIÓN DEL PESO SUELTO

- 1) El recipiente de medida se llenó con una cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 2" por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se eliminó y luego se niveló la superficie usando la barra lisa.
- 2) Luego se determinó el peso del recipiente de medida más su contenido y también el peso del recipiente solo y se registraron los pesos con una aproximación de 1 g.

Figura 17. Vaciado del agregado grueso en el molde



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Enrasado de la superficie del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Muestra de agregado fino suelto.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Enrasado de la muestra suelta, agregado fino.



Fuente: Elaboración propia.

D. CÁLCULOS

1) Peso unitario compactado (W_c)

$$W_c = (W_{ryac} - W_r) / V_r \quad \dots \text{(EC. 06)}$$

2) Peso unitario suelto (W_s)

$$W_s = (W_{ryas} - W_r) / V_r \quad \dots \text{(EC. 07)}$$

Donde:

W_c = Peso unitario del agregado compactado (g/cm^3)

W_s = Peso unitario del agregado suelto (g/cm^3)

W_{ryac} = Peso del recipiente mas agregado compactado (g)

W_{ryas} = Peso del recipiente mas agregado suelto (g)

W_r = Peso del recipiente de medida (g)

V_r = Volumen del recipiente de medida (cm^3)

3.3.6. ENSAYO DE ABRASIÓN.

A. EQUIPOS

- Máquina de los Ángeles.
- Balanza con sensibilidad a 1 g

B. PROCEDIMIENTO

- 1) Se coloca la muestra de ensayo y la carga abrasiva en la máquina de los ángeles y seguirá a una velocidad de 30 a 33 rpm durante 500 revoluciones. La máquina estará accionada y equilibrada de manera tal, que mantenga una velocidad periférica sustancialmente uniforme, puesto que de lo contrario puede arrojar resultados diferentes. Cumplido el número de revoluciones prescritas se descarga el material y se hace una separación preliminar de la muestra en un tamiz cuya abertura sea mayor que el tamiz N°12. Luego se cierne la porción más fina en el tamiz N°12, para evitar que le porcentaje

de desgaste resulte aproximadamente un 0.2 % menor que el valor real, y luego se saca a temperatura de 105 °C a 110 °C hasta un peso constante y se pesa con aproximación de 1g

2) El porcentaje de desgaste está dado por la diferencia entre el peso original (W_o) y el peso final (W_f), expresado como porcentaje del primero.



Figura 21. Colocación de esferas en la máquina de los ángeles.



Fuente: Elaboración propia.

Cálculos:

1) Porcentaje de desgaste (% D)

$$\% D = (W_o - W_f / W_o) * 100 \quad \dots(\text{EC. 08})$$

Donde:

W_o = Peso original de la muestra(g)

W_f = Peso final de la muestra(g)

% D = Porcentaje de desgaste (%)

C. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se obtendrán de una muestra de 5000 g de agregado grueso, los cuales pasarán por un proceso de desgaste por la máquina de los ángeles, procesándose los resultados mediante tablas.

3.3.7. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL LOS AGREGADO FINO Y GRUESO

A. EQUIPOS

- Balanzas Electrónicas con aproximación 0.1 g
- Tamices 3/4", 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.
- Horno con temperatura uniforme de 110 °C.

B. MUESTREO

- a) Se tomó la muestra de agregado de acuerdo a la NTP 400.010 y se redujo a la cantidad necesaria. Se aprecia la reducción de la muestra a tamaño de prueba usando el procedimiento de cuarteo.
- b) Se escogió aproximadamente 6 kg para que sea la muestra de prueba para agregado grueso y 500 g para el agregado fino.

Figura 22. Cuarteo de muestra gruesa



Fuente: Elaboración propia.

C. PROCEDIMIENTO

- 1) Se secó la muestra hasta que su masa sea constante a una temperatura de 110 °C.
- 2) Se colocaron los tamices en orden decreciente de tamaño. Luego se puso la muestra desde la parte superior de los tamices y se agitaron manualmente.
- 3) Después del cribado general se dio un cribado individual (por tamiz). La operación terminó cuando en el transcurso de un minuto no pasaba más del 1 % en peso del material retenido en cada tamiz.
- 4) Finalmente se determinó y registró la masa retenida en cada tamiz en gramos.

Figura 23. Tamizado de agregados



Fuente: Elaboración propia.

D. CÁLCULOS

- 1) Se realizó una tabla con cinco columnas, en la primera se escribió los números de los tamices en orden decreciente.
- 2) En la segunda columna se anotaron las masas retenidas en los respectivos tamices.
- 3) En la tercera columna se anotaron los porcentajes del material retenido en cada malla, respecto a la masa total de la muestra

$$\% \text{ Retenido} = (W_N / \Sigma W_T) * 100 \quad \dots(\text{EC. 09})$$

Donde:

% Retenido = Porcentaje retenido respecto a la masa original (%).

W_N = Masa del material retenido en la mallas (g)

ΣW_T = Suma de las masas retenidas de la columna 02 (g)

- 4) En la cuarta columna se anotaron los porcentajes retenidos acumulados de la siguiente manera:

% Retenido acumulado = % Retenido en la mallas + %
Retenido acumulado en la malla anterior

- 5) En la columna cinco se anotaron los porcentajes que pasa de la siguiente manera:

% Que pasa = 100 - % Retenido acumulado en la mallas

- 6) El módulo de fineza se calculó dividiendo la sumatoria de los % retenidos acumulados de la cuarta columna de los tamices N°100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8 y N° 4 entre 100.

3.4. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO

3.4.1. MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO

A. EQUIPOS

- Cono de Abrams molde de forma tronco cónica de 20 cm de diámetro en la base inferior y 10 cm en la base superior con altura de 30 cm.
- Barra compactadora de acero lisa de 5/8" (16 mm) de diámetro con punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm de longitud.
- Wincha para medir el asentamiento.

B. PROCEDIMIENTO

- 1) Se humedeció el molde y se colocó sobre una placa de acero liso, no absorbente.
- 2) Se apoyó firmemente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del molde. Se evitó mover los pies durante el llenado del molde, para no fallar el ensayo.
- 3) Luego se llenó el molde en tres capas, de modo que cada capa ocupe la tercera parte del volumen del molde.
- 4) Se compactó cada capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa.

- 5) En la compactación de la segunda y tercera capa se buscó penetrar la capa anterior una pulgada y varillar desde cerca del perímetro y continuar progresivamente en forma espiral hacia el centro del molde.
- 6) Cuando se compactó la última capa, se adicionó un excedente de concreto sobre el molde antes de comenzar el varillado.
- 7) Luego se enrasó el concreto fresco, rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.
- 8) Después se levantó el molde cuidadosamente en dirección vertical de un solo movimiento y sin giros. En un tiempo de 5 a 10 segundos.
- 9) Finalmente se midió el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono de mezcla deformado.
- 10) Esta prueba se desarrolló sin interrupciones en no más de 2,5 minutos y cuando al levantar el cono se produjo una falla por corte, se descartó la prueba y realizó el ensayo con una nueva porción de mezcla.

Figura 24. Preparación del espécimen fluido



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25 Medicion del asentamiento del concreto fluido



Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. PRÁCTICA PARA LA ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES

A. EQUIPOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Recipiente de muestreo no absorbente con suficiente capacidad para mezclar.
- Molde cilíndrico de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura.

- Varilla compactadora de acero lisa de 5/8" (16 mm) de diámetro con punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm de longitud.
- Martillo con cabeza de goma de 0.6 kg de masa.
- Herramientas; Pala, cucharón, espátula, plancha y paleta de albañil.
- Aceite para evitar la adherencia entre el molde y la mezcla de concreto.

B. PROCEDIMIENTO DEL MEZCLADO MANUAL DEL CONCRETO

- 1) Se realizó el mezclado en un depósito resistente, utilizando una paleta despuntada de albañil.
- 2) Se mezcló el cemento y el agregado fino sin adicionar agua hasta que estuvieron completamente mezclados.
- 3) Luego se adicionó el agregado grueso y se mezcló la amasada completa, sin adición de agua hasta que el agregado grueso estuvo uniformemente distribuido en toda la amasada.
- 4) Al final se agregó agua, y se mezcló la amasada hasta obtener un concreto homogéneo en apariencia y de la consistencia deseada.

C. PROCEDIMIENTO PARA MOLDEO DE ESPECÍMENES

- 1) Se limpiaron las probetas y se untó ligeramente el interior con aceite quemado para que el concreto no se adhiriera a las paredes del molde, luego se colocó en una superficie limpia, nivelada y firme.
- 2) Luego con la ayuda de un cucharón se coló el concreto en los moldes. Se cuidó en distribuir el material uniformemente alrededor del perímetro del molde.
- 3) Se llenaron las probetas en tres capas y cada una de estas con $\frac{1}{3}$ de volumen, se compactó 25 veces en todo su espesor en la primera capa, mientras que en la segunda y tercera capa se varilló el tercio correspondiente más una pulgada de la capa subyacente. Cabe señalar que en cada capa se distribuyó uniformemente el varillado en toda la sección transversal del molde (Fig 29).
- 4) Una vez llenadas las probetas fueron golpeados ligeramente el exterior del molde de 10 a 15 veces con el mazo de hule para cerrar los huecos dejados por la varilla de compactación (Fig 30).
- 5) Se retiró el exceso de concreto con la varilla de compactar y se enrasó la parte superior con una plancha de albañil para producir una superficie plana (Fig 31).

- 6) Luego se realizó el acabado final de la superficie expuesta del espécimen con la mínima manipulación necesaria a fin de lograr una superficie plana y a nivel con el borde del molde.

Figura 26. Compactado de los especímenes de concreto



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Retiro del exceso de mezcla



Fuente: Elaboración propia.

D. DESENCOFRADO DE TESTIGOS

El desencofrado se realizó 24 horas después de la elaboración de testigos y luego se procedió a colocar su identificación,

considerando fecha de elaboración, resistencia del concreto, y código de identificación.

E. CURADO DE TESTIGOS

Los testigos de esta investigación se curaron con agua potable hasta un día antes de su ruptura. El curado fue bajo sombra y se mantuvo en una temperatura promedio del agua de 20.5 °C.

F. PESO VOLUMÉTRICO (NTP 339.046, ASTM C 138)

Esta prueba se realizó de acuerdo a la norma “Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of concrete. Este método nos ayuda a calcular la densidad del hormigón fresco, y dar a conocer las fórmulas para calcular el rendimiento del hormigón, y su contenido de aire. El rendimiento es conocido como el volumen del hormigón producido de una mezcla de cantidades y materiales conocidos. El peso volumétrico del hormigón se expresa en kg/m^3 . Se realizó esta prueba usando la Olla de Washington en donde se coloca el hormigón después de haber realizado la prueba de revenimiento y antes de colocarlo en los moldes. El procedimiento para calcular el peso volumétrico es: Primero pesamos la Olla de Washington seca y vacía anotamos ese valor de presión inicial (P_o) en kg. Luego, colocamos dentro de la olla el hormigón en tres partes o capas, dando en cada capa 25 punzadas con una varilla lisa de hierro para eliminar cualquier contenido de aire existente. Una vez

colocada la última capa hasta la parte superior de la olla, esta es pesada y anotamos ese otro valor de presión final (P1) en kg

3.4.3. PESO UNITARIO

Según norma específica que este ensayo consiste en determinar el volumen del concreto producido, con el fin de verificar la correcta dosificación y rendimiento de los materiales. Es una base para determinar el rendimiento de la mezcla, el contenido de cemento, así como el contenido de aire.

El peso unitario del concreto fresco nos permite formar un juicio inmediato de la calidad de la composición granulométrica y de la compactación del concreto, siendo un importante medio de control del rendimiento de los componentes del concreto. El peso unitario se calcula de la siguiente manera:

Densidad de masa – Peso unitario (Dm)

1. Se calculó este parámetro como sigue:

$$Dm = (M_{ryc} - M_{rv}) / V_r \quad \dots(EC. 10)$$

Donde:

Dm = Densidad de masa (peso unitario) del concreto (kg/m³)

M_{ryc} = Masa del recipiente de medida lleno de concreto (kg)

M_{rv} = Masa del recipiente vacío (kg)

V_m = Volumen del recipiente (m³)

Densidad Teórica (Dt)

1. Este parámetro es calculado sobre una base libre de aire, se calculó como sigue:

$$Dt = Mtmt / Vabs. \quad \dots(EC. 11)$$

Donde:

Dt = Densidad teórica del concreto (kg/m^3).

Mtmt = Masa total de todos los materiales en la tanda (kg)

Vabs = Volumen absoluto de los componentes de la mezcla (m^3)

Rendimiento (Rvcp)

1. Se calculó este parámetro como sigue:

$$Rvcp = Mtmt / Dm \quad \dots(EC. 12)$$

Dónde:

Rvcp = Rendimiento volumen de concreto producido por tanda (m^3)

Mtmt = Masa total de todos los materiales en la tanda (kg)

Dm = Densidad de masa (Peso Unitario) del concreto (kg/m^3)

Rendimiento Relativo (Rr)

1. Se calculó este parámetro como sigue:

$$Rr = Rvcp / Vdcp \quad \dots(EC. 13)$$

Dónde:

Rr= Rendimiento relativo, un exceso de este valor mayor a 1 indica un exceso de concreto que se produce, un valor menor indica que el volumen de la mezcla será corto con relación al volumen diseñado.

Rvcp = Rendimiento volumen de concreto producido por tanda (m^3)

Vdcp = Volumen de diseño de concreto producido por tanda (m^3)

Contenido de cemento (Cc)

1. Se calculó este parametro como sigue:

$$Cc = Mc / Vc_{pt} \quad \dots(\text{EC. 14})$$

Dónde:

Cc = Contenido actual del cemento (kg/m^3)

Mc = Masa del cemento en el lote (kg)

Vc_{pt} = Rendimiento volumen de concreto producido por tanda (m^3)

3.4.4. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

A. MÁQUINA DE ENSAYO

La máquina compresora para determinar la carga de ruptura de los testigos de concreto de esta tesis de investigación, trata de un equipo mecánico que dispone el laboratorio de EMS de la Universidad Católica de Santa María- Arequipa.

Cabe mencionar que la máquina al tiempo de la prueba estuvo calibrada y en condiciones de buena funcionalidad.

B. PROCEDIMIENTO

- 1) Todos los testigos de concreto para una determinada edad de ensayo fueron puestos a prueba dentro del tiempo permisible de tolerancias (3, 7 y 28 días).
- 2) Antes de ensayarlos se realizó la medición del diámetro de los especímenes de concreto en dos direcciones perpendiculares y en ambas cabezas, y luego se sacó un diámetro promedio.

- 3) Colocación para realizar las pruebas se utilizaron dos placas o bloques adaptados con neoprenos. Se limpiaron las superficies superior e inferior y las cabezas del espécimen de prueba, luego de colocó el neopreno inferior en el eje de aplicación de carga de la compresora y sobre éste el testigo de prueba, luego se colocó el neopreno superior y se aplicó la carga axial.
- 4) Verificación del cero antes de ensayar la probeta, se verificó que el indicador de carga esté en cero.
- 5) Se aplicó la carga continuamente y sin detenimiento, con una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de 0.25 MPa/s.
- 6) Se aplicó la carga hasta que se produjo la falla por ruptura del testigo de concreto.
- 7) Se registró la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo.

C. CÁLCULOS

- 1) Se calculó la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección del cilindro.
- 2) Para efectos de esta investigación las pruebas se rompieron a edades de 3, 7 y 28 días, para los diseños de mezclas de $f'c=17.5$ MPa y $f'c=21.0$ MPa.

$$f'c = P / A = A*G / \pi D^2 \quad \dots(\text{EC. 15})$$

Donde:

f'_c = Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

P = Carga máxima axial aplicada al espécimen (kg)

A = Área de la sección transversal del espécimen (cm²)

D = Diámetro promedio del espécimen (cm)

3.4.5. MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad del concreto se determinó teóricamente con la fórmula del comité ACI 363R92 de diferentes formas:

Comité ACI 363R - 92

Para el cálculo del módulo de elasticidad se puede usar la siguiente ecuación:

$$E_c = 3320 \sqrt{f'_c} + 6900 \text{ (MPa)} \dots \text{(EC. 16)}$$

Donde:

E_c = Módulo de elasticidad (MPa)

f'_c = Resistencia a la compresión (kg/cm²)

Esta última expresión fue propuesta por: Russell, Sausier y Pfeiffer, siendo una ecuación empírica, por lo cual no se le considera como una estricta norma, más bien como un parámetro de comparación con la expresión del ACI 318S-05 (coincide con la NTE E0.60 para hallar E_c).

3.5. PASOS PARA DISEÑO DE MEZCLAS – MÉTODO ACI 211

El Instituto Americano del Concreto (ACI 211), recomienda nueve pasos para diseñar una mezcla de concreto, los cuales se describen a continuación:

PASO 01. ELECCIÓN DEL REVENIMIENTO

Se escogió trabajar con revenimiento de 7,5 a 10 cm (3" a 4") sin aditivo que corresponde a una consistencia plástica y una consistencia fluida (5"-7") adicionando aditivo.

Tabla 11. Revenimiento del concreto

Tipos de Construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación	7,5	2,5
Zapatas	7,5	2,5
Vigas y muros reforzados	10,0	2,5
Columnas para edificios	10,0	2,5
Pavimentos y losas	7,5	2,5
Concreto masivo	7,5	2,5

Fuente. ACI 211

PASO 02. ELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO

Cuando se desea un concreto de alta resistencia los mejores resultados se obtienen reduciendo el tamaño máximo del agregado, ya que estos producen resistencias altas con una relación Agua/Cemento determinada. El tamaño máximo elegido para esta investigación fue de 3/4" para ambos diseños de mezcla ($f'c=17.5$ MPa y $f'c=21.0$ MPa) sin y aditivo y con aditivo.

PASO 03. DETERMINACIÓN DEL AGUA DE MEZCLADO Y

CONTENIDO DE AIRE

Estimación de agua y porcentaje de aire para un metro cúbico de concreto se estimaron en la Tabla 09, considerando un concreto sin aire incluido, utilizando los datos seleccionados en el paso 1 y paso 2.

Tabla 12. Revestimiento de las estructuras

Revenimiento		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
cm	pulgadas	Concreto sin aire incluido							
2,5 - 5	1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5 - 10	3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
15 - 17,5	6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
% Aire atrapado		3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

Fuente: ACI 211

PASO 04. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO

Antes de la selección de la relación agua /cemento, se encontró la resistencia promedio o esfuerzo crítico de diseño (f'_{cr}).

$$f'_{cr} = f'_c + k \quad \dots (EC. 17)$$

donde:

f'_{cr} = Esfuerzo crítico de diseño o resistencia promedio a la compresión requerida.

f'_c = Esfuerzo a la compresión especificado.

k = Coeficiente.

Con la ayuda de la Tabla 13, se encontró la resistencia promedio a la compresión requerida, que se recomienda utilizarla cuando no se dispone de datos de campo y no se cuenta con desviaciones estándares conocidas.

Tabla 13. Resistencia promedio a la compresión requerida

Resistencia especificada a la compresión		Resistencia promedio requerida a la compresión	
MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²
$f'_c < 21$	$f'_c < 210$	$f'_{cr} = f'_c + 7.0$	$f'_{cr} = f'_c + 70$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$210 \leq f'_c \leq 350$	$f'_{cr} = f'_c + 8.5$	$f'_{cr} = f'_c + 85$

$f'c > 35$	$f'c > 350$	$f'cr = 1.10 f'c + 5.0$	$f'cr = 1.10 f'c + 50$

Fuente: ACI318 y norma E.060 del RNE

Los valores de la tabla 13 son aproximados y relativamente conservadores para concretos que contengan cemento Portland. La elección de la relación agua/cemento se basó en el criterio de buscar una cantidad mayor de cemento.

Tabla 14. Relación agua/cemento y la resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días kg/cm ²	Relación agua/cemento (por peso)	
	Concreto sin aire	Concreto con aire incorporado
450	0,38	---
400	0,43	---
350	0,48	0,40
300	0,55	0,46
250	0,62	0,53
200	0,7	0,61
150	0,8	0,71

Fuente: ACI 211

PASO 05. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

La cantidad de cemento por volumen unitario de concreto se encontró por las determinaciones expuestas en el paso 3 y 4. El cemento requerido fue igual al contenido estimado de agua de mezclado (paso 3), dividido entre la relación agua/cemento (paso 4).

PASO 06. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

En la Tabla 15, con el tamaño máximo nominal del agregado y el módulo de finura de la arena, se encontró el volumen de agregado grueso varillado en seco por volumen unitario de concreto. El volumen seleccionado, se convirtió a peso seco del agregado grueso requerido en un metro cúbico de concreto, multiplicándolo por el peso unitario de varillado en seco.

Tabla 15. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado	Volumen de agregado varillado en seco, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura			
Pulgadas	2,4	2,6	2,8	3
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,75	0,73	0,71	0,69
2"	0,78	0,76	0,74	0,72
3"	0,82	0,80	0,78	0,76
6"	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: ACI211

PASO 07. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

Al término del paso 6, todos los ingredientes del concreto fueron estimados excepto el agregado fino, cuya cantidad se determinó por diferencia para calcular esto se utilizó el método del volumen absoluto, lo cual implica el empleo de volúmenes desplazados por los componentes. En este caso, el volumen total

desplazado por los componentes conocidos (agua, aire, cemento y agregado grueso) se restaron del volumen unitario de concreto para obtener el volumen requerido de agregado fino. El volumen ocupado por cualquier componente en el concreto se determinó dividiendo entre la densidad de ese material.

PASO 08. AJUSTES POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Debido a que los agregados se utilizaron en estado húmedo se hizo la corrección por humedad de los mismos, multiplicando el peso seco por la sumatoria de la unidad más la humedad respectiva.

Así mismo para mantener la misma relación agua/cemento seleccionada en el paso 4, se hizo la corrección de la misma, utilizando la ecuación 18.

$$Ac = A + (Dif1 * WG) + (Dif2 * WA) \dots (EC. 18)$$

Donde:

Ac = Agua corregida (kg)

A = Agua inicial de diseño (kg)

Dif1 = Diferencia del % de absorción menos el % de humedad de la grava (%)

Dif2 = Diferencia del % de absorción menos el % de humedad de la arena (%)

WG = Peso seco de la grava en un metro cubico de concreto (kg)

WA = Peso seco de la arena en un metro cubico de concreto (kg)

CAPÍTULO IV

4. ENSAYOS Y DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211

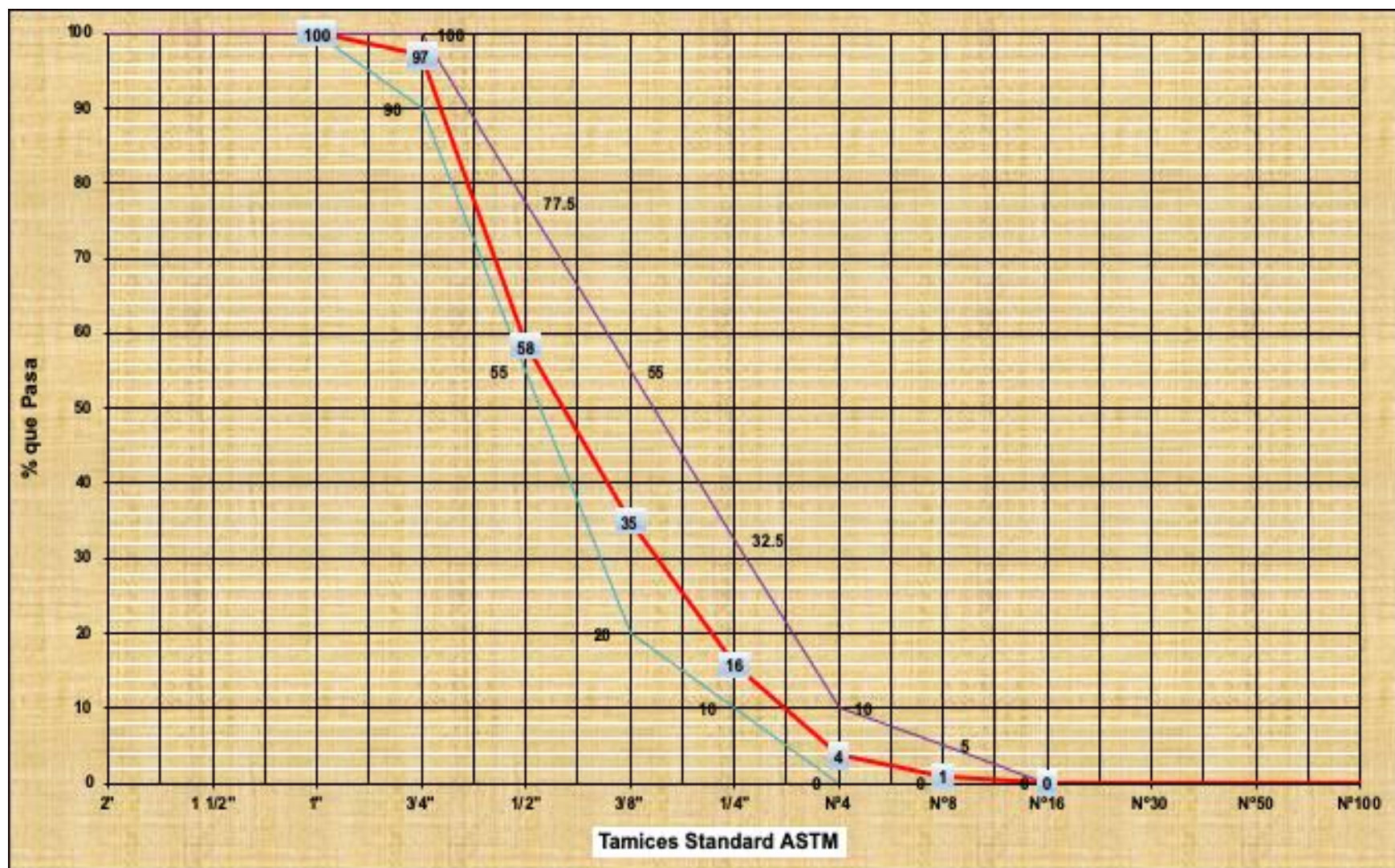
4.1. ENSAYOS DE LOS AGREGADOS NO TRITURADOS Y TRITURADOS

4.1.1. ENSAYOS DE AGREGADOS NO TRITURADOS

4.1.1.1. GRANULOMETRÍA

GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO NO TRITURADO					
MATERIAL :			Piedra 3/4" Huso 67		
CANTERA:			Socabaya		
PROCEDENCIA:			Socabaya		
REALIZADO POR:			Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.		
MUESTRA No :			I		
FECHA DE MUESTREO :			6/12/18		
FECHA DE INGRESO :			6/12/18		
FECHA DE ANÁLISIS :			6/12/18		

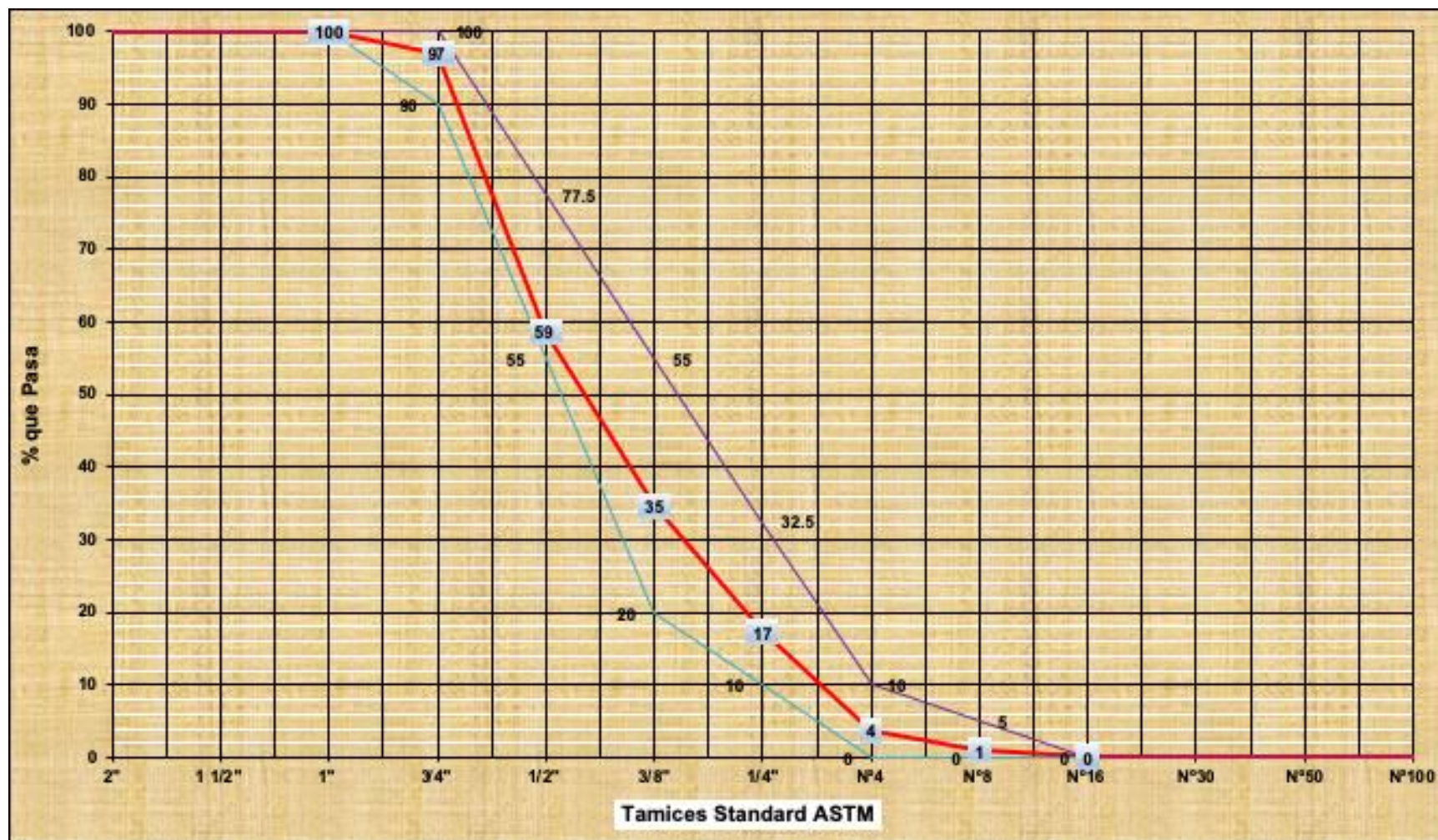
GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C - 33	MODULO DE FINURA	6.63
21/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MÁX. NOM.	3/4" a Nº 4
2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO DE MASA	2,099 kg/m³
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2,338 kg/m³
1"	0	0.00	0.00	100.00	100	PESO UNITARIO COMPAC.	1,569 kg/m³
3/4"	62.31	2.97	2.97	97.03	90-100	PESO UNITARIO SUELTO	1,451 kg/m³
1/2"	813.36	38.75	41.72	58.28	-	% ABSORCIÓN	3.29 %
3/8"	488.67	23.28	65.00	35.00	20-55	% HUMEDAD	- %
1/4"	401.76	19.14	84.14	15.86	-	% MALLA # 200	0.00 %
Nº 4	255.82	12.19	96.33	3.67	0-10	OBSERVACIONES: Grava esta dentro de las especificaciones técnicas graduación de 3/4" a Nº 4 % Menor de malla # 200 Lavado	
Nº 8	57.39	2.73	99.06	0.94	0-5		
Nº 16	19.68	0.94	100.00	0.00	-		
Nº 30	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 50	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 100	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
<Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
TOTAL:	2099	100.00					



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO NO TRITURADO

MATERIAL :	Piedra 3/4" Huso 67	MUESTRA No :	II
CANtera:	Socabaya	FECHA DE MUESTREO :	6/12/18
PROCEDENCIA:	Socabaya	FECHA DE INGRESO :	6/12/18
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANÁLISIS :	6/12/18

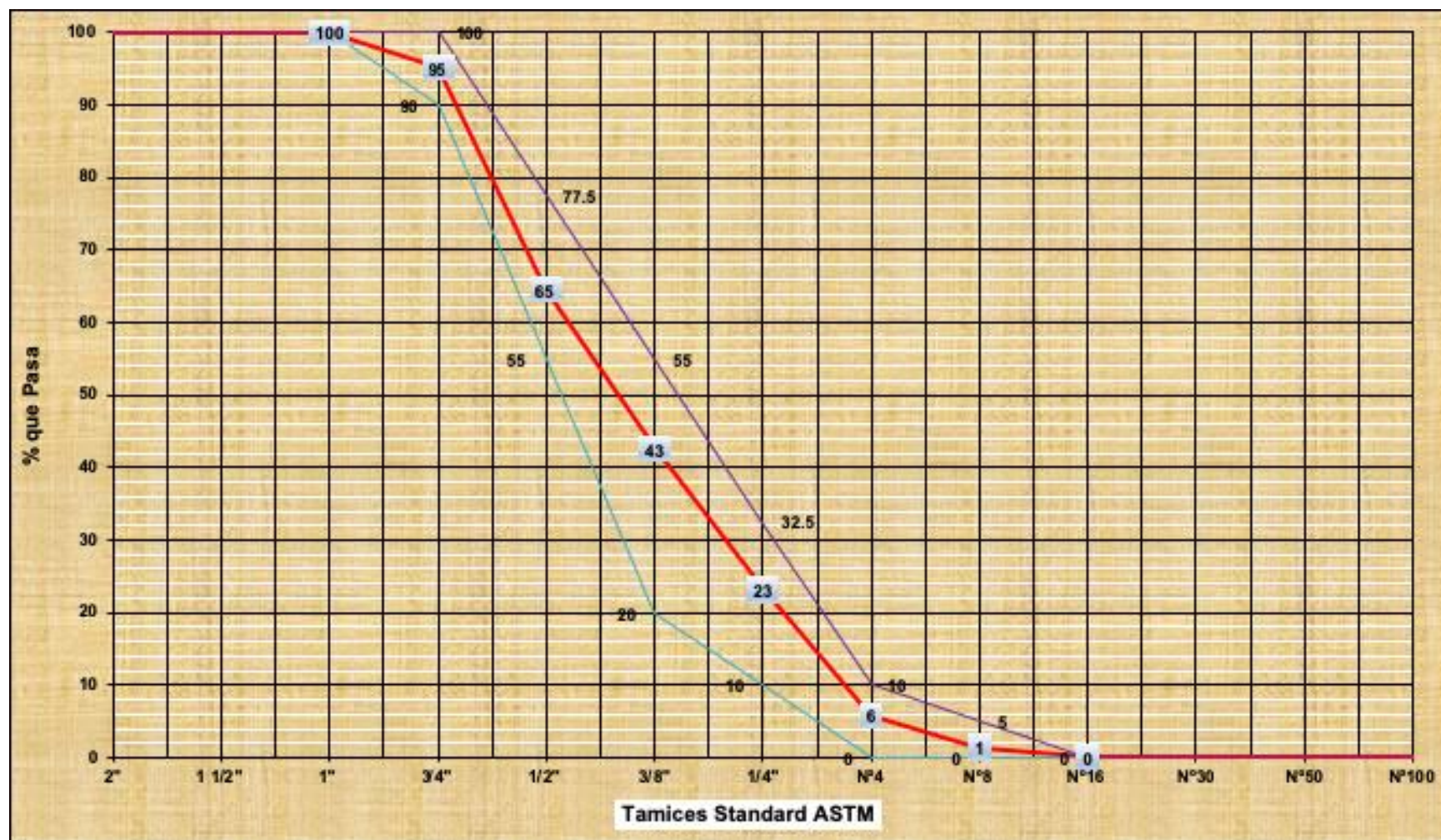
GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C - 33		
21/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	MODULO DE FINURA	6.64
2"	0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MÁX. NOM.	3/4" a Nº 4
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO DE MASA	2,099 kg/m³
1"	0	0.00	0.00	100.00	100	PESO ESP. SSS	2,338 kg/m³
3/4"	65.33	2.96	2.96	97.04	90-100	PESO UNITARIO COMPAC.	1,569 kg/m³
1/2"	846.80	38.36	41.32	58.68	-	PESO UNITARIO SUELTO	1,451 kg/m³
3/8"	531.51	24.08	65.39	34.61	20-55	% ABSORCIÓN	3.29 %
1/4"	382.22	17.31	82.71	17.29	-	% HUMEDAD	- %
Nº 4	299.47	13.57	96.27	3.73	0-10	% MALLA # 200	0.00 %
Nº 8	60.81	2.75	99.03	0.97	0-5	OBSERVACIONES: Grava esta dentro de las especificaciones técnicas graduación de 3/4" a Nº 4 % Menor de malla # 200 Lavado	
Nº 16	21.50	0.97	100.00	0.00	-		
Nº 30	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 50	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 100	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
<Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
TOTAL:	2208	100.00					



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO NO TRITURADO

MATERIAL :	Piedra 3/4" Huso 67	MUESTRA No :	III
CANtera:	Socabaya	FECHA DE MUESTREO :	6/12/18
PROCEDENCIA:	Socabaya	FECHA DE INGRESO :	6/12/18
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANÁLISIS :	6/12/18

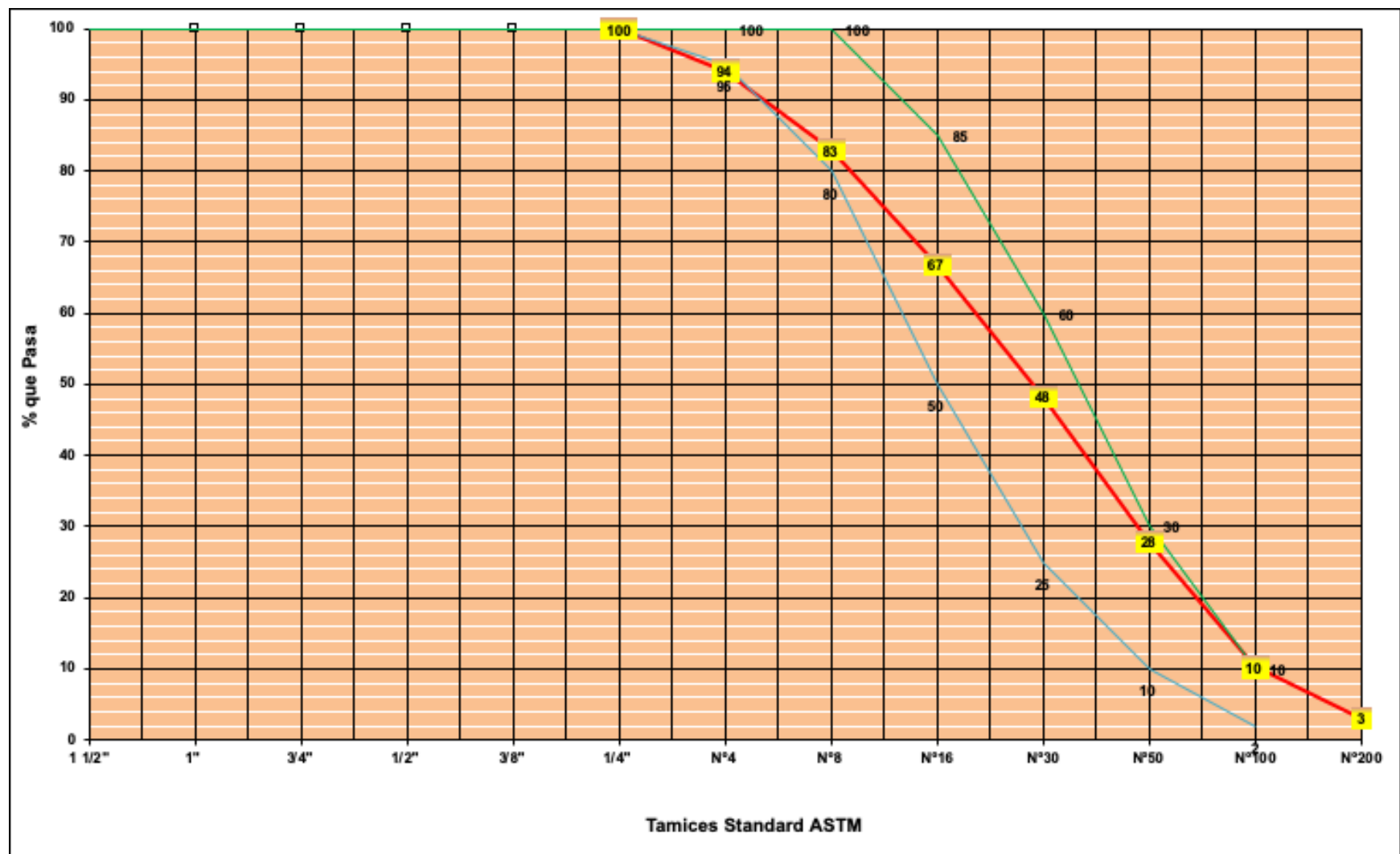
GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C - 33		
21/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	MODULO DE FINURA	6.55
2"	0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MÁX. NOM.	3/4" a Nº 4
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO DE MASA	2,099 kg/m³
1"	0	0.00	0.00	100.00	100	PESO ESP. SSS	2,338 kg/m³
3/4"	102.27	4.87	4.87	95.13	90-100	PESO UNITARIO COMPAC.	1,569 kg/m³
1/2"	642.14	30.59	35.46	64.54	-	PESO UNITARIO SUELTO	1,451 kg/m³
3/8"	461.51	21.99	57.45	42.55	20-55	% ABSORCIÓN	3.29 %
1/4"	406.63	19.37	76.82	23.18	-	% HUMEDAD	- %
Nº 4	364.71	17.37	94.19	5.81	0-10	% MALLA # 200	0.00 %
Nº 8	91.37	4.35	98.54	1.46	0-5	OBSERVACIONES: Grava esta dentro de las especificaciones técnicas graduación de 3/4" a Nº 4 % Menor de malla # 200 Lavado	
Nº 16	30.57	1.46	100.00	0.00	-		
Nº 30	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 50	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 100	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
<Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
TOTAL:	2099	100.00					



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO NO TRITURADO

MATERIAL :	Arena	MUESTRA No :	I
CANtera:	Socabaya	FECHA DE MUESTREO	4/12/18
PROCEDENCIA:	Socabaya	FECHA DE INGRESO :	4/12/18
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANALISIS :	4/12/18

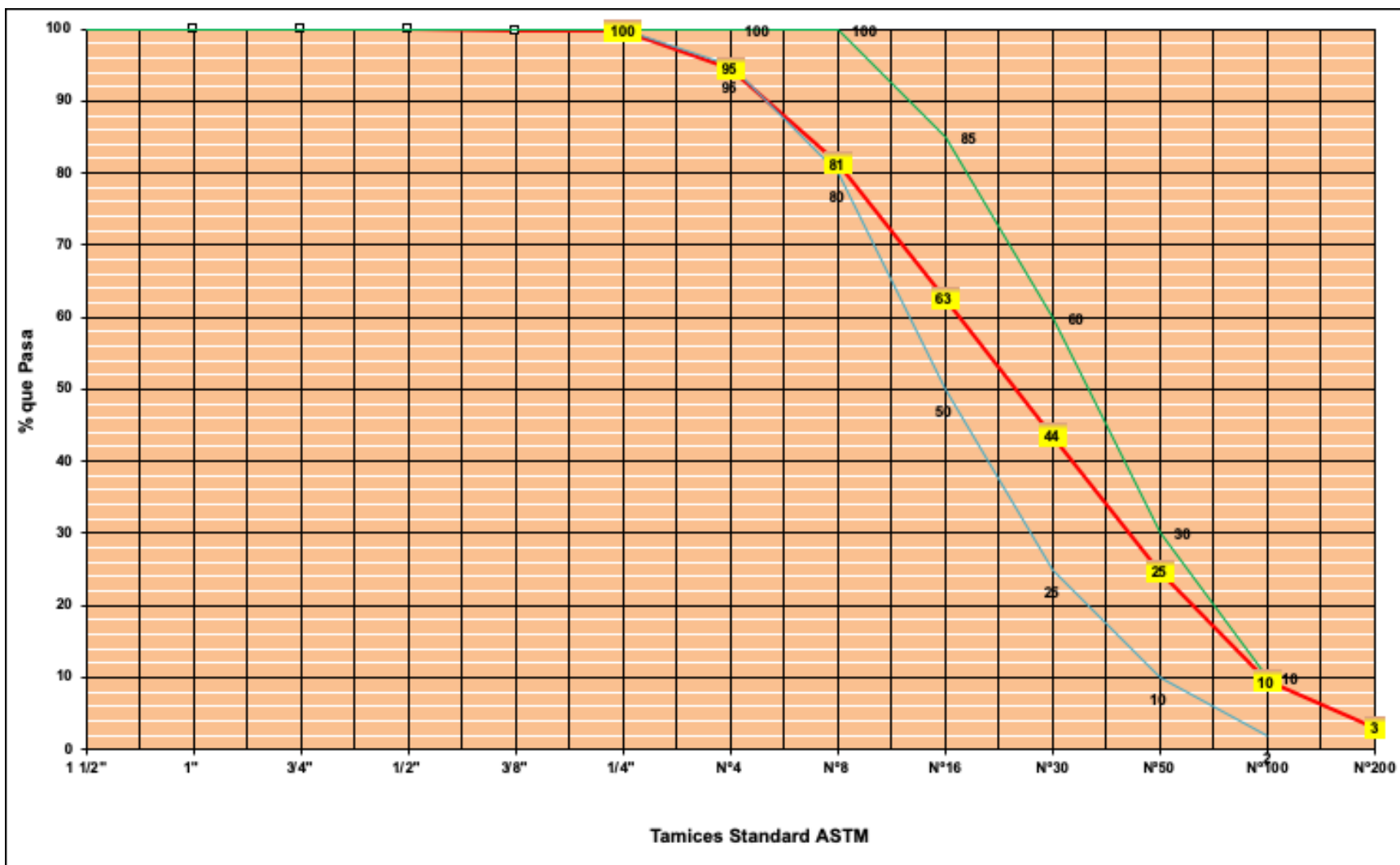
GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS
MALLAS ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C 33	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	MÓDULO DE FINURA 2.69
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. DE MASA: kg/m³
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS 2,530.00 kg/m³
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO UNITARIO COMPAC. 1,716.00 kg/m³
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO UNITARIO SUELTO 1,482.00 kg/m³
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	% ABSORCIÓN 3.32 %
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% HUMEDAD %
Nº 4	34.90	5.87	5.87	94.13	95 - 100	% MALLA # 200 3.08 %
Nº 8	66.20	11.13	17.00	83.00	80 - 100	- %
Nº 16	96.20	16.17	33.17	66.83	50 - 85	OBSERVACIONES La curva de la arena corresponde a la gradación "C" ASTM C - 33 % Menor de malla # 200 lavado 3.08 %
Nº 30	110.00	18.49	51.66	48.34	25 - 60	
Nº 50	121.20	20.38	72.04	27.96	5 - 30	
Nº 100	105.30	17.70	89.74	10.26	0 - 10	
Nº 200	42.70	7.18	96.92	3.08	-	
< Nº200	18.30	3.08	100.00	0.00	-	
TOTAL	594.8	100.00				



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO NO TRITURADO

MATERIAL :	Arena	MUESTRA No :	II
CANtera:	Socabaya	FECHA DE MUESTREO	4/12/18
PROCEDENCIA:	Socabaya	FECHA DE INGRESO :	4/12/18
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANALISIS :	4/12/18

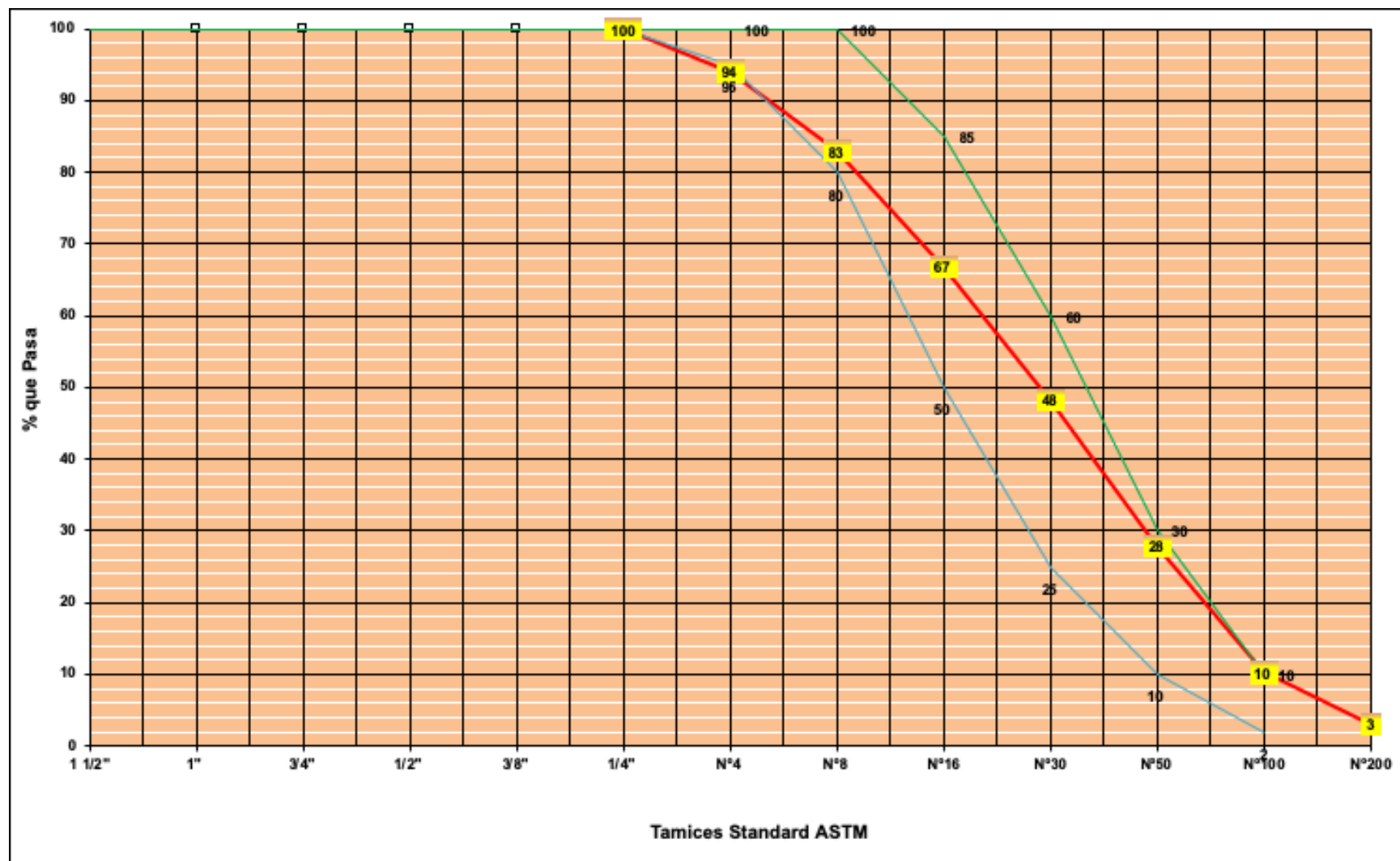
GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS
MALLAS ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C 33	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	MÓDULO DE FINURA 2.84
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. DE MASA: kg/m³
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS 2,530.00 kg/m³
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO UNITARIO COMPAC. 1,716.00 kg/m³
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO UNITARIO SUELTO 1,482.00 kg/m³
3/8"	1.40	0.24	0.24	99.76	100	% ABSORCIÓN 3.32 %
1/4"	0.00	0.00	0.24	99.76	-	% HUMEDAD %
Nº 4	30.00	5.22	5.46	94.54	95 - 100	% MALLA # 200 3.04 %
Nº 8	75.50	13.13	18.58	81.42	80 - 100	- %
Nº 16	107.40	18.67	37.26	62.74	50 - 85	OBSERVACIONES La curva de la arena corresponde a la gradación "C" ASTM C - 33 % Menor de malla # 200 lavado 3.04 %
Nº 30	109.60	19.05	56.31	43.69	25 - 60	
Nº 50	108.50	18.86	75.17	24.83	5 - 30	
Nº 100	88.10	15.32	90.49	9.51	0 - 10	
Nº 200	37.20	6.47	96.96	3.04	-	
< Nº200	17.50	3.04	100.00	0.00	-	
TOTAL	575.2	100.00				



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO NO TRITURADO

MATERIAL :	Arena	MUESTRA No :	III
CANtera:	Socabaya	FECHA DE MUESTREO	4/12/18
PROCEDENCIA:	Socabaya	FECHA DE INGRESO :	4/12/18
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANALISIS :	4/12/18

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS
MALLAS ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C 33	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	MÓDULO DE FINURA 2.69
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. DE MASA: kg/m³
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS 2,530.00 kg/m³
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO UNITARIO COMPAC. 1,716.00 kg/m³
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO UNITARIO SUELTO 1,482.00 kg/m³
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	% ABSORCIÓN 3.32 %
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% HUMEDAD %
Nº 4	34.90	5.87	5.87	94.13	95 - 100	% MALLA # 200 3.08 %
Nº 8	66.20	11.13	17.00	83.00	80 - 100	- %
Nº 16	96.20	16.17	33.17	66.83	50 - 85	OBSERVACIONES La curva de la arena corresponde a la gradación "C" ASTM C - 33 % Menor de malla # 200 lavado 3.08 %
Nº 30	110.00	18.49	51.66	48.34	25 - 60	
Nº 50	121.20	20.38	72.04	27.96	5 - 30	
Nº 100	105.30	17.70	89.74	10.26	0 - 10	
Nº 200	42.70	7.18	96.92	3.08	-	
< Nº200	18.30	3.08	100.00	0.00	-	
TOTAL	594.8	100.00				



4.1.1.2. PESO UNITARIO SUELTO

AGREGADO GRUESO NO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	PESO DEL MOLDE	g	4 818
	VOLUMEN DEL MOLDE	p ³	1/3
M1	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	18 842
M2	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	18 751
M3	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	18 520
M1	PESO DEL AGREGADO	g	14 024
M2	PESO DEL AGREGADO	g	13 933
M3	PESO DEL AGREGADO	g	13 702
	PESO UNITARIO SUELTO	g/cm ³	1.45
	PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1 451.4

AGREGADO FINO NO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	PESO DEL MOLDE	g	1 726
	VOLUMEN DEL MOLDE	p ³	1/10
M1	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	5 990
M2	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	6 081
M3	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	6 160
M1	PESO DEL AGREGADO	g	4 264
M2	PESO DEL AGREGADO	g	4 355
M3	PESO DEL AGREGADO	g	4 434
	PESO UNITARIO SUELTO	g/cm ³	1.50
	PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1 504.4

4.1.1.3. PESO UNITARIO COMPACTADO

AGREGADO GRUESO NO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	PESO DEL MOLDE	g	4 818
	VOLUMEN DEL MOLDE	p ³	1/3
M1	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	19 213
M2	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	19 528
M3	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	19 624
M1	PESO DEL AGREGADO	g	14 395
M2	PESO DEL AGREGADO	g	14 710
M3	PESO DEL AGREGADO	g	14 806
	PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cm ³	1.57
	PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1 569

AGREGADO FINO NO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	PESO DEL MOLDE	g	1 726
	VOLUMEN DEL MOLDE	p ³	1/10
M1	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	6 525
M2	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	6 570
M3	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	6 609
M1	PESO DEL AGREGADO	g	4 799
M2	PESO DEL AGREGADO	g	4 844
M3	PESO DEL AGREGADO	g	4 883
	PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cm ³	1.72
	PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1 723.4

4.1.1.4. PESO ESPECÍFICO

AGREGADO GRUESO NO TRITURADO	SIMBOLOGÍA	UNDIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DE MUESTRA SSS	A	g	2 200	2 200	2 200
PESO DE MUESTRA SECA	B	g	2 130	2 120	2 130
PESO DE MUESTRA SUMERGIDA	C	g	1 259	1 250	1 240

AGREGADO GRUESO NO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO SECO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico Seco	kg/m ³	2 263.50
M2	Peso Específico Seco	kg/m ³	2 231.60
M3	Peso Específico Seco	kg/m ³	2 208.30
PROMEDIO		kg/m ³	2 234.47

AGREGADO GRUESO NO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 337.90
M2	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 315.80
M3	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 291.70
PROMEDIO		kg/m ³	2 315.13

AGREGADO GRUESO NO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO NOMINAL			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 445.50
M2	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 436.80
M3	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 409.10
PROMEDIO		kg/m ³	2 430.47

AGREGADO FINO NO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	VOLUMEN DE LA FIOLA	cm ³	500.00
	PESO DE LA FIOLA + EMBUDO	g	174.90
M1	AGREGADO SSS	g	500.00
M2	AGREGADO SSS	g	500.00
M3	AGREGADO SSS	g	500.00
M1	AGREGADO + AGUA + FIOLA + EMBUDO	g	977.50
M2	AGREGADO + AGUA + FIOLA + EMBUDO	g	1 001.10
M3	AGREGADO + AGUA + FIOLA + EMBUDO	g	1 000.00
M1	VOLUMEN DE AGUA AÑADIDA EN LA FIOLA	g	302.60
M2	VOLUMEN DE AGUA AÑADIDA EN LA FIOLA	g	297.50
M3	VOLUMEN DE AGUA AÑADIDA EN LA FIOLA	g	301.50
M1	PESO DE LA MUESTRA SECA	g	493.70
M2	PESO DE LA MUESTRA SECA	g	495.80
M3	PESO DE LA MUESTRA SECA	g	494.60

AGREGADO FINO NO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO DE MASA			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico Masa	kg/m ³	2 501.01
M2	Peso Específico Masa	kg/m ³	2 448.40
M3	Peso Específico Masa	kg/m ³	2 505.25
PROMEDIO		kg/m ³	2 484.89

AGREGADO FINO NO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO NOMINAL			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 583.46
M2	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 500.25
M3	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 498.78
PROMEDIO		kg/m ³	2 527.50

AGREGADO FINO NO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 532.93
M2	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 469.14
M3	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 500.50
PROMEDIO		kg/m ³	2 500.86

4.1.1.5. CONTENIDO DE HUMEDAD

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD %
AGREGADO GRUESO NO TRITURADO	0.30
AGREGADO FINO NO TRITURADO	1.34

4.1.1.6. MÓDULO DE FINEZA

DESCRIPCIÓN	MÓDULO DE FINEZA		
AGREGADO GRUESO NO TRITURADO	6.63	6.64	6.55
AGREGADO FINO NO TRITURADO	2.69	2.84	2.69

4.1.1.7. ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO NO TRITURADO			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Porcentaje de Absorción	%	3.29
M2	Porcentaje de Absorción	%	3.77
M3	Porcentaje de Absorción	%	3.77
PROMEDIO		%	3.61

AGREGADO FINO NO TRITURADO			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Porcentaje de Absorción	%	1.28
M2	Porcentaje de Absorción	%	0.85
M3	Porcentaje de Absorción	%	1.14
PROMEDIO		%	1.09

4.1.1.8. ENSAYO DE IMPUREZAS

NÚMERO DE COLOR EN PLACA ORGÁNICA	COLOR ESTÁNDAR GARDNER NÚMERO	OBSERVACIÓN
1	5	NO
2	8	NO
3	11	ESTÁNDAR
4	13	NO
5	16	NO

4.1.1.9. ENSAYO DE ABRASIÓN

DESCRIPCIÓN	PESOS (g)		
	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
RETENIDO MALLA # 1	1 271.50	1 265.00	1 255.50
RETENIDO MALLA # $\frac{3}{4}$	1 261.50	1 261.50	1 260.00
RETENIDO MALLA # $\frac{1}{2}$	1 249.00	1 252.50	1 250.00
RETENIDO MALLA # $\frac{3}{8}$	1 250.00	1 253.00	1 251.00
PESO SECO DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO	5 032.00	5 032.00	5 016.50
PESO SECO DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO	3 569.00	3 517.50	3 545.00
PORCENTAJE DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	29.07	30.10	29.33
% ABSORCIÓN PROMEDIO	29.50		

4.1.1.10. ENSAYO PASANTE LA MALLA 200

AGREGADO GRUESO NO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	PESO DE LA AGREGADO EN COCINA	g	2 500.00
M2	PESO DE LA AGREGADO EN COCINA	g	2 500.00
M3	PESO DE LA AGREGADO EN COCINA	g	2 500.00
M1	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 HRS	g	2 476.50
M2	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 HRS	g	2 478.00
M3	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 HRS	g	2 477.00
M1	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	0.94
M2	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	0.88
M3	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	0.92

AGREGADO FINO NO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	PESO SECO DEL AGREGADO NATURAL	g	540.80
M2	PESO SECO DEL AGREGADO NATURAL	g	542.00
M3	PESO SECO DEL AGREGADO NATURAL	g	542.30
M1	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 HRS	g	514.50
M2	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 HRS	g	516.00
M3	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 HRS	g	511.90
M1	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	4.86
M2	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	4.80
M3	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	5.61

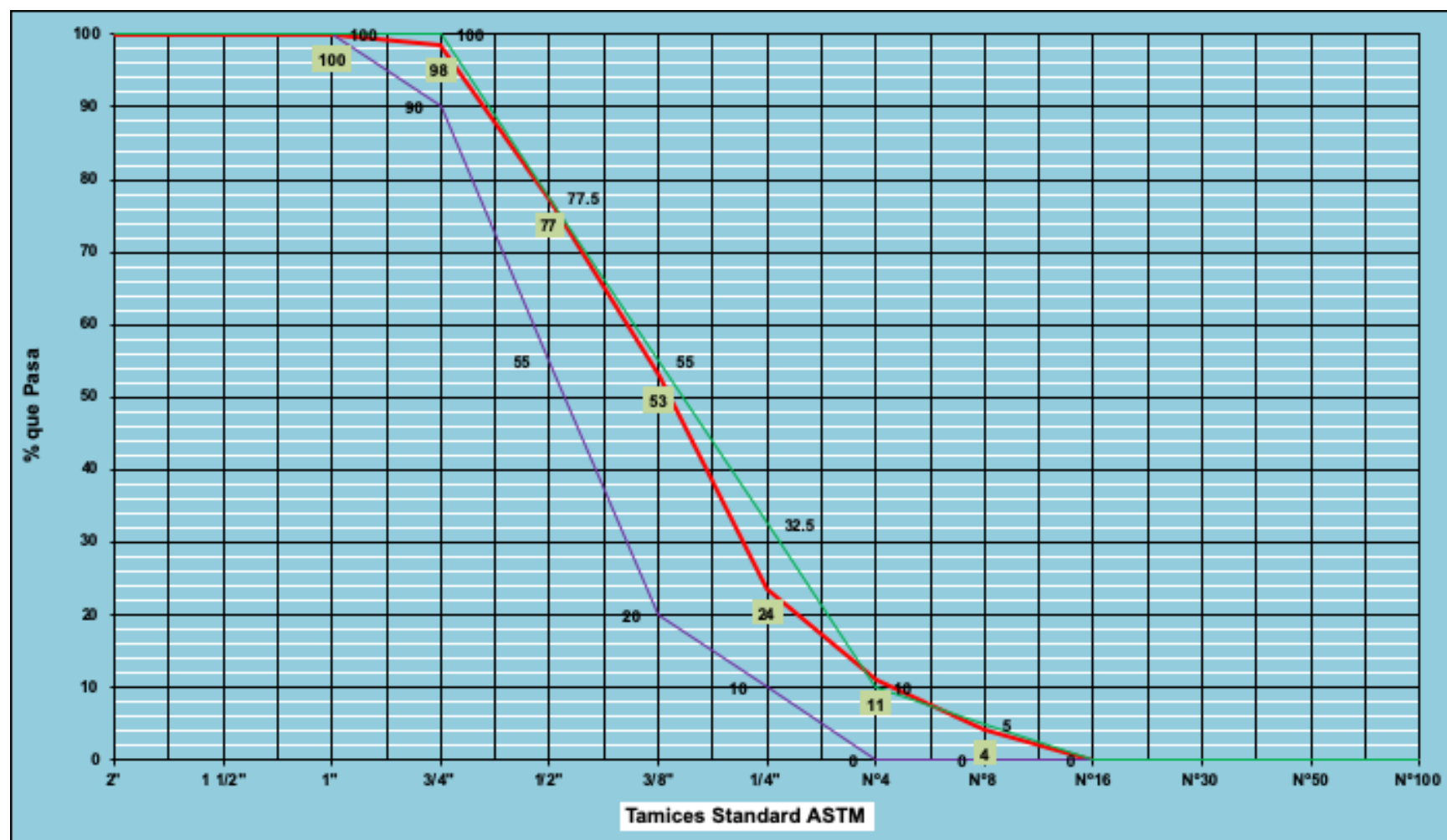
4.1.2. ENSAYOS DE AGREGADOS TRITURADOS

4.1.2.1. GRANULOMETRÍA

GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO TRITURADO

MATERIAL :	Piedra 3/4" Huso 67	MUESTRA No :	I
CANTERA:	Poderosa	FECHA DE MUESTREO :	5/01/19
PROCEDENCIA:	Acopio Planta Arequipa	FECHA DE INGRESO :	5/01/19
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANÁLISIS :	5/01/19

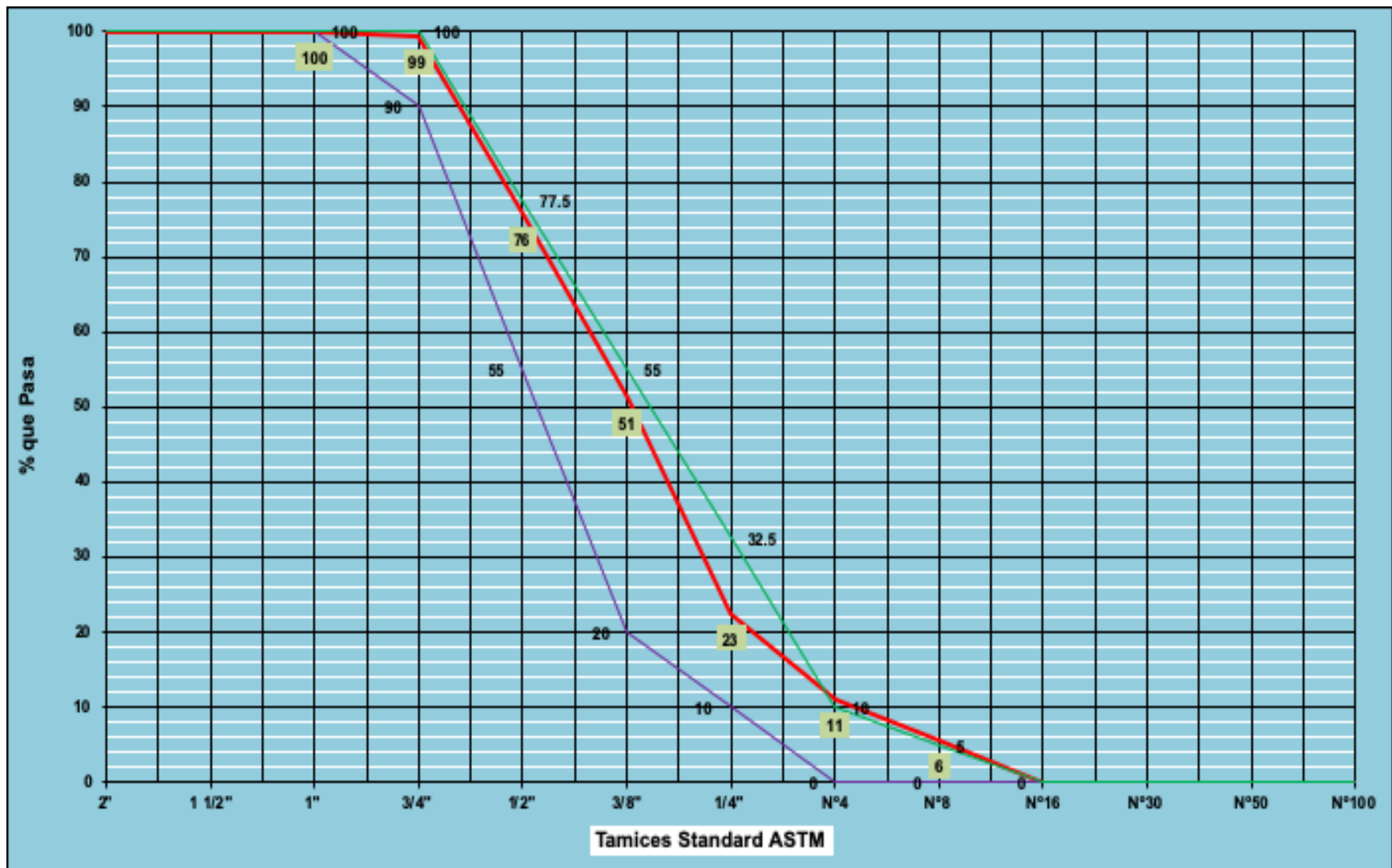
GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. RETENIDO	% QUE PASA	ASTM C - 33	MÓDULO DE FINURA	6.33
21/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MÁX. NOM.	3/4" a Nº 4
2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO DE MASA	kg/m³
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2749 kg/m³
1"	0	0.00	0.00	100.00	100	PESO VOL. COMPAC.	1572 kg/m³
3/4"	39	1.53	1.53	98.47	90-100	PESO VOL. SUELTO	1365 kg/m³
1/2"	545.5	21.38	22.91	77.09	-	% ABSORCIÓN	0.75 %
3/8"	615.3	24.11	47.02	52.98	20-55	% HUMEDAD	- %
1/4"	747.0	29.27	76.29	23.71	-	% MALLA # 200	0.00 %
Nº 4	321.5	12.60	88.89	11.11	0-10	OBSERVACIONES	
Nº 8	174.0	6.82	95.71	4.29	0-5	Grava esta dentro de las especificaciones técnicas graduación de 3/4" a Nº 4	
Nº 16	109.5	4.29	100.00	0.00	-	% Menor de malla # 200 Lavado	
Nº 30	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 50	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 100	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
<Nº 200	0	0.00	100.00	0.00			
TOTAL:	2552	100.00					



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO TRITURADO

MATERIAL :	Piedra 3/4" Huso 67	MUESTRA No :	II
CANtera:	Poderosa	FECHA DE MUESTREO :	5/01/19
PROCEDENCIA:	Acopio Planta Arequipa	FECHA DE INGRESO :	5/01/19
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANÁLISIS :	5/01/19

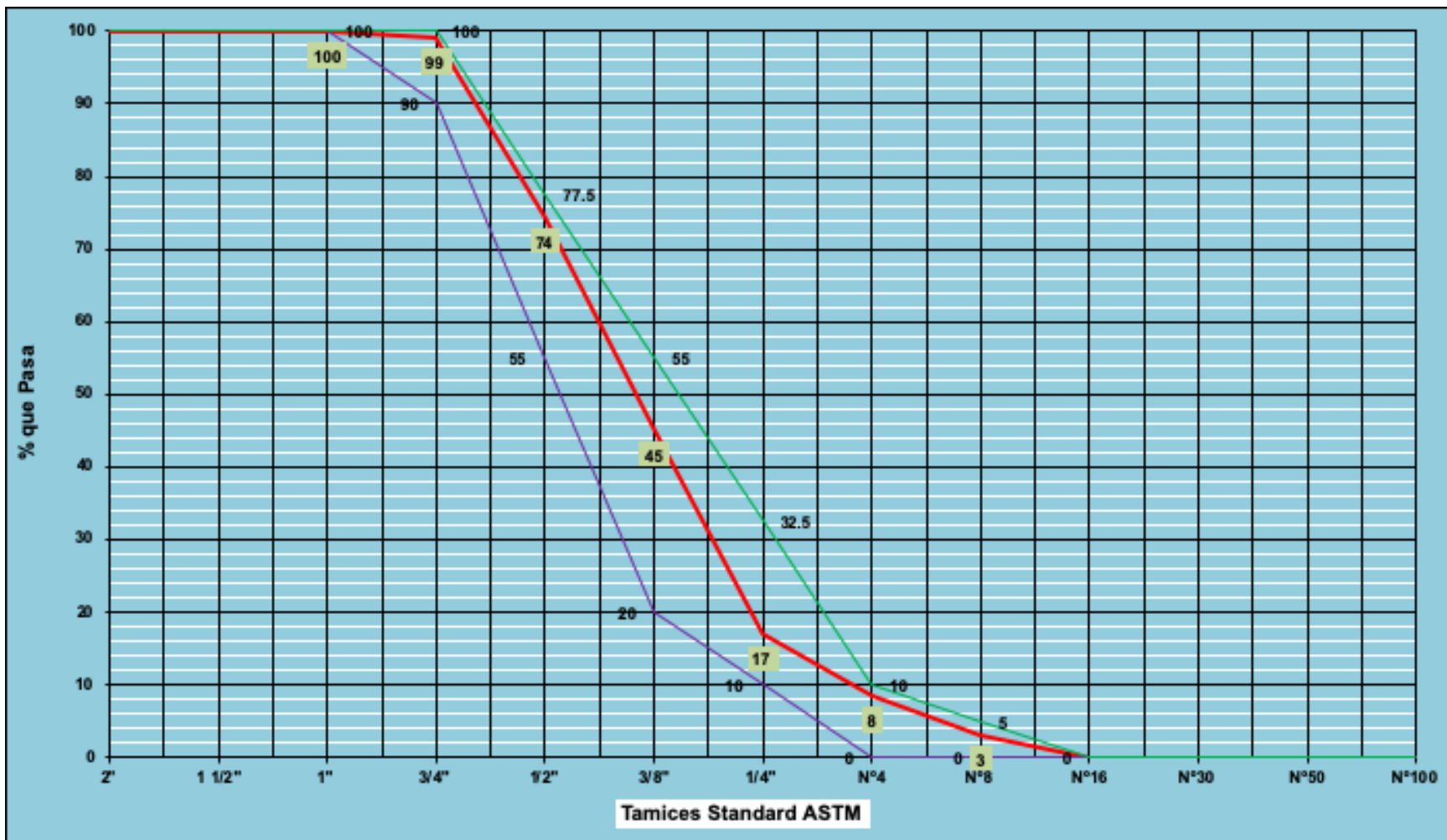
GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. RETENIDO	% QUE PASA	ASTM C - 33	MÓDULO DE FINURA	6.33
21/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MÁX. NOM.	3/4" a Nº 4
2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO DE MASA	kg/m³
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2749 kg/m³
1"	0	0.00	0.00	100.00	100	PESO VOL. COMPAC.	1572 kg/m³
3/4"	14.50	0.69	0.69	99.31	90-100	PESO VOL. SUELTO	1365 kg/m³
1/2"	495.00	23.59	24.28	75.72	-	% ABSORCIÓN	0.75 %
3/8"	514.00	24.49	48.77	51.23	20-55	% HUMEDAD	- %
1/4"	601.50	28.66	77.44	22.56	-	% MALLA # 200	0.00 %
Nº 4	243.00	11.58	89.02	10.98	0-10	OBSERVACIONES Grava esta dentro de las especificaciones técnicas graduación de 3/4" a Nº 4 % Menor de malla # 200 Lavado	
Nº 8	114.00	5.43	94.45	5.55	0-5		
Nº 16	116.50	5.55	100.00	0.00	-		
Nº 30	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 50	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 100	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
<Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
TOTAL:	2099	100.00					



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO TRITURADO

MATERIAL :	Piedra 3/4" Huso 67	MUESTRA No :	III
CANtera:	Poderosa	FECHA DE MUESTREO :	5/01/19
PROCEDENCIA:	Acopio Planta Arequipa	FECHA DE INGRESO :	5/01/19
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANÁLISIS :	5/01/19

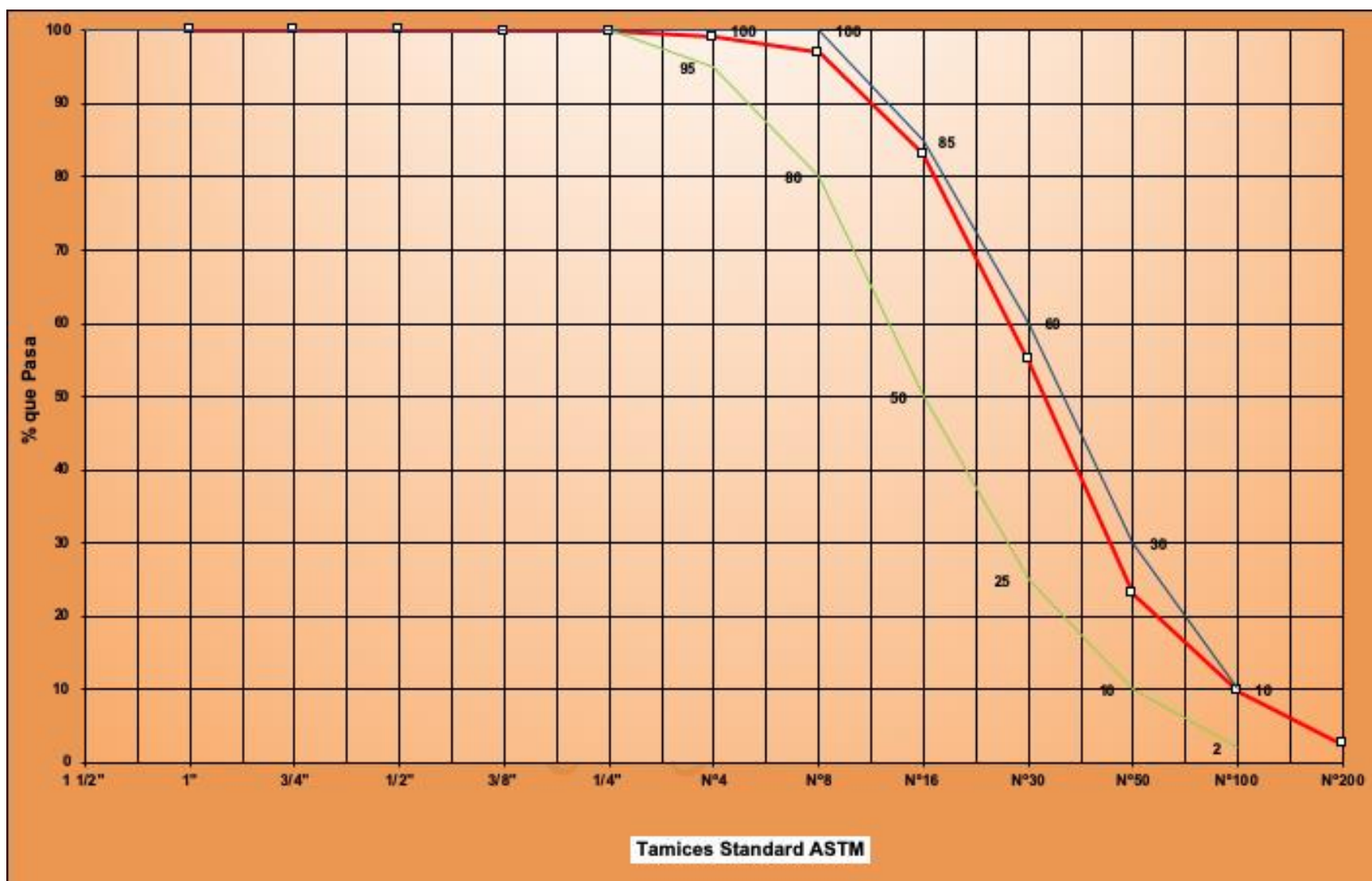
GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. RETENIDO	% QUE PASA	ASTM C - 33	MÓDULO DE FINURA	6.44
21/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MÁX. NOM.	3/4" a Nº 4
2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO DE MASA	kg/m³
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2749 kg/m³
1"	0	0.00	0.00	100.00	100	PESO VOL. COMPAC.	1572 kg/m³
3/4"	18	0.87	0.87	99.13	90-100	PESO VOL. SUELTO	1365 kg/m³
1/2"	512.0	24.69	25.56	74.44	-	% ABSORCIÓN	0.75 %
3/8"	610.0	29.42	54.98	45.02	20-55	% HUMEDAD	- %
1/4"	582.5	28.09	83.08	16.92	-	% MALLA # 200	0.00 %
Nº 4	175.4	8.46	91.54	8.46	0-10	OBSERVACIONES	
Nº 8	110.5	5.33	96.87	3.13	0-5	Grava esta dentro de las especificaciones técnicas graduación de 3/4" a Nº 4 % Menor de malla # 200 Lavado	
Nº 16	65.0	3.13	100.00	0.00	-		
Nº 30	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 50	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 100	0	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-		
<Nº 200	0	0.00	100.00	0.00			
TOTAL:	2073	100.00					



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO TRITURADO

MATERIAL :	Arena	MUESTRA No :	I
CANtera:	Poderosa	FECHA DE MUESTREO	5/12/18
PROCEDENCIA:	Cerro Verde	FECHA DE INGRESO :	5/12/18
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANALISIS :	5/12/18

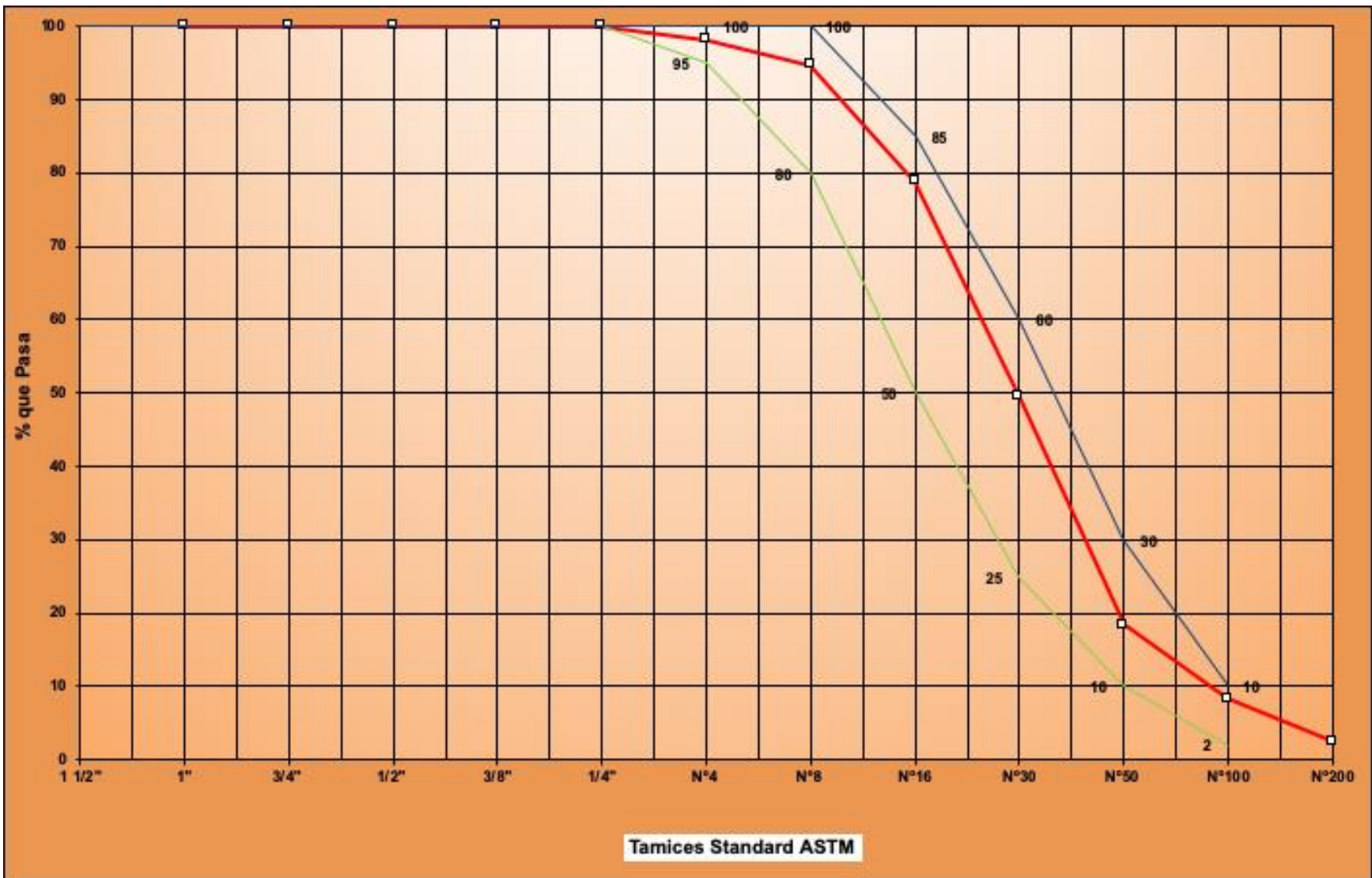
GRANULOMETRIA						PROPIEDADES FISICAS
MALLAS ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C 33	
2"	0	0.0	0.0	100.0	-	MODULO DE FINURA 2.33
1 1/2"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO ESP. DE MASA: kg/m³
1"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO ESP. SSS 2530 kg/m³
3/4"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO VOL. COMPAC. 1716 kg/m³
1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. SUELTO 1482 kg/m³
3/8"	1.50	0.17	0.17	99.83	100	% ABSORCION 3.32 %
1/4"	0.00	0.00	0.17	99.83	-	% HUMEDAD %
Nº 4	6.70	0.74	0.91	99.09	95 - 100	% MALLA # 200 2.48 %
Nº 8	18.80	2.08	2.98	97.02	80 - 100	- %
Nº 16	125.60	13.87	16.85	83.15	50 - 85	OBSERVACIONES: La curva de la arena corresponde a la gradación "C" ASTM C - 33 % Menor de malla # 200 lavado 2.48 %
Nº 30	255.50	28.21	45.05	54.95	25 - 60	
Nº 50	289.50	31.96	77.01	22.99	5 - 30	
Nº 100	120.00	13.25	90.26	9.74	0 - 10	
Nº 200	65.70	7.25	97.52	2.48	-	
< Nº200	22.50	2.48	100.00	0.00	-	
TOTAL:	905.80	100.00				



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO TRITURADO

MATERIAL :	Arena	MUESTRA No :	II
CANtera:	Poderosa	FECHA DE MUESTREO	5/12/18
PROCEDENCIA:	Cerro Verde	FECHA DE INGRESO :	5/12/18
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANALISIS :	5/12/18

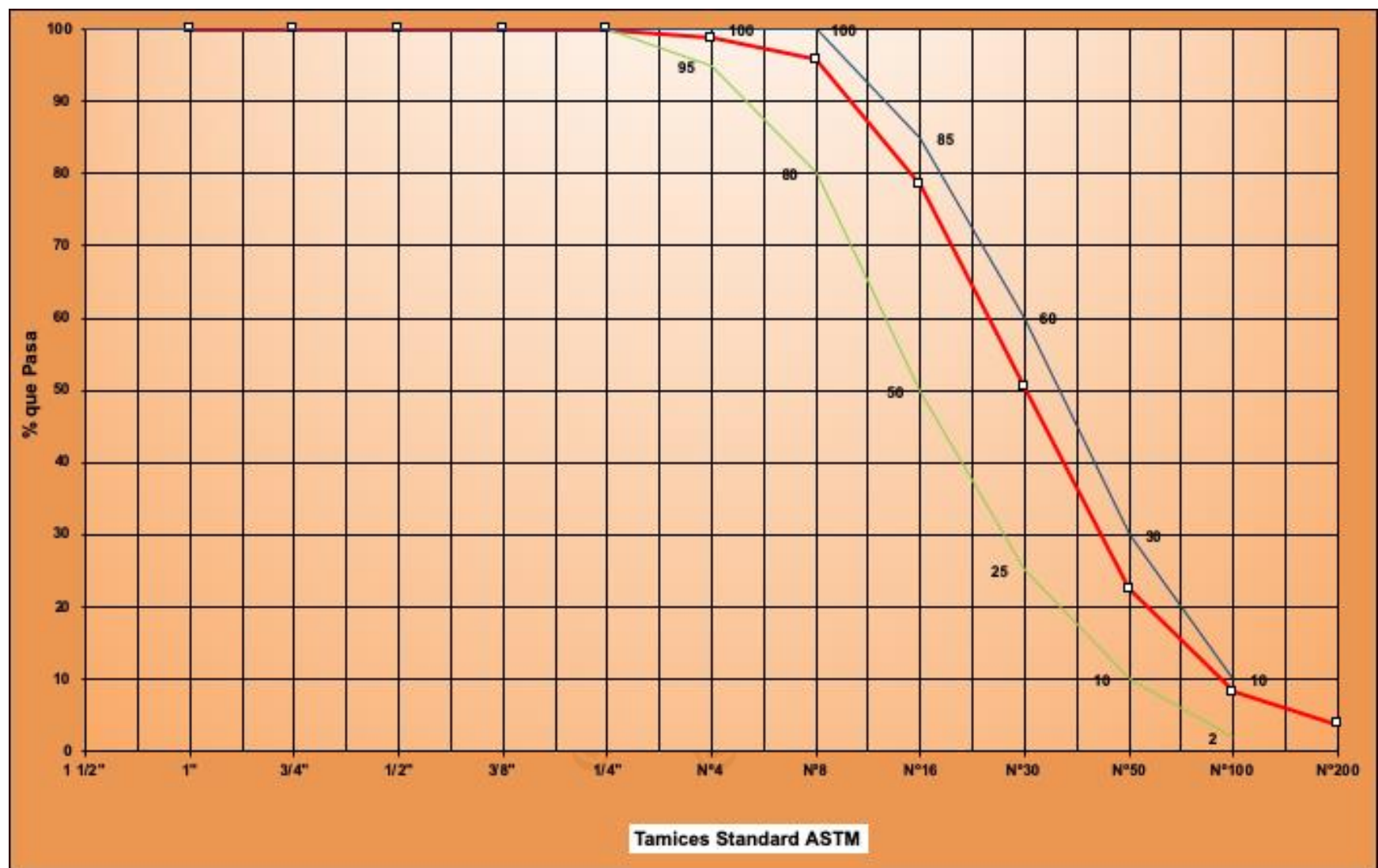
GRANULOMETRIA						PROPIEDADES FISICAS	
MALLAS ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C 33		
2"	0	0.0	0.0	100.0	-	MODULO DE FINURA	2.52
1 1/2"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO ESP. DE MASA:	kg/m³
1"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO ESP. SSS	2530 kg/m³
3/4"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO VOL. COMPAC.	1716 kg/m³
1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. SUELTO	1482 kg/m³
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	% ABSORCION	3.32 %
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% HUMEDAD	%
Nº 4	11.30	1.89	1.89	98.11	95 - 100	% MALLA # 200	2.50 %
Nº 8	20.30	3.39	5.28	94.72	80 - 100	-	%
Nº 16	95.40	15.93	21.21	78.79	50 - 85	OBSERVACIONES:	
Nº 30	175.80	29.35	50.56	49.44	25 - 60	La curva de la arena corresponde a la gradación "C" ASTM C - 33	
Nº 50	186.10	31.07	81.63	18.37	5 - 30		
Nº 100	60.00	10.02	91.65	8.35	0 - 10	% Menor de malla # 200 lavado	
Nº 200	35.00	5.84	97.50	2.50	-		
< Nº200	15.00	2.50	100.00	0.00	-		
TOTAL:	598.90	100.00					



GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO TRITURADO

MATERIAL :	Arena	MUESTRA No :	III
CANtera:	Poderosa	FECHA DE MUESTREO	5/12/18
PROCEDENCIA:	Cerro Verde	FECHA DE INGRESO :	5/12/18
REALIZADO POR:	Eduardo Romero H. - Eder Oviedo C.	FECHA DE ANALISIS :	5/12/18

GRANULOMETRIA						PROPIEDADES FISICAS
MALLAS ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ASTM C 33	
2"	0	0.0	0.0	100.0	-	MODULO DE FINURA 2.46
1 1/2"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO ESP. DE MASA: 2,396.14 kg/m³
1"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO ESP. SSS 2,403.50 kg/m³
3/4"	0	0.0	0.0	100.0	-	PESO VOL. COMPAC. 1,522.06 kg/m³
1/2"	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. SUELTO 1,306.64 kg/m³
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	% ABSORCION 0.31 %
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% HUMEDAD %
Nº 4	8.30	1.25	1.25	98.75	95 - 100	% MALLA # 200 3.76 %
Nº 8	20.00	3.00	4.25	95.75	80 - 100	- %
Nº 16	115.70	17.38	21.63	78.37	50 - 85	OBSERVACIONES: La curva de la arena corresponde a la gradación "C" ASTM C - 33 % Menor de malla # 200 lavado 3.76 %
Nº 30	185.50	27.87	49.50	50.50	25 - 60	
Nº 50	186.10	27.96	77.46	22.54	5 - 30	
Nº 100	95.00	14.27	91.74	8.26	0 - 10	
Nº 200	30.00	4.51	96.24	3.76	-	
< Nº200	25.00	3.76	100.00	0.00	-	
TOTAL:	665.60	100.00				



4.1.2.2. PESO UNITARIO SUELTO

AGREGADO GRUESO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	PESO DEL MOLDE	g	4 818.00
	VOLUMEN DEL MOLDE	p ³	1/3
M1	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	17 794.00
M2	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	17 674.00
M3	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	17 745.00
M1	PESO DEL AGREGADO	g	12 976.00
M2	PESO DEL AGREGADO	g	12 856.00
M3	PESO DEL AGREGADO	g	12 927.00
	PESO UNITARIO SUELTO	g/cm ³	1.36
	PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1 362.40

AGREGADO FINO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	PESO DEL MOLDE	g	1 726.00
	VOLUMEN DEL MOLDE	p ³	1/10
M1	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	5 466.00
M2	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	5 501.00
M3	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	5 426.00
M1	PESO DEL AGREGADO	g	3 740.00
M2	PESO DEL AGREGADO	g	3 775.00
M3	PESO DEL AGREGADO	g	3 700.00
	PESO UNITARIO SUELTO	g/cm ³	1.31
	PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1 306.60

4.1.2.3. PESO UNITARIO COMPACTADO

AGREGADO GRUESO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	PESO DEL MOLDE	g	4 818.00
	VOLUMEN DEL MOLDE	p ³	1/3
M1	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	18 556.00
M2	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	18 703.00
M3	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	18 922.00
M1	PESO DEL AGREGADO	g	13 738.00
M2	PESO DEL AGREGADO	g	13 885.00
M3	PESO DEL AGREGADO	g	14 104.00
	PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cm ³	1.49
	PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1 493.80

AGREGADO FINO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	PESO DEL MOLDE	g	1 726.00
	VOLUMEN DEL MOLDE	p ³	1/10
M1	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	5 967.00
M2	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	6 002.00
M3	PESO DEL AGREGADO + MOLDE	g	6 036.00
M1	PESO DEL AGREGADO	g	4 241.00
M2	PESO DEL AGREGADO	g	4 276.00
M3	PESO DEL AGREGADO	g	4 310.00
	PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cm ³	1.52
	PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1 522.10

4.1.2.4. PESO ESPECÍFICO

AGREGADO GRUESO TRITURADO	SIMBOLOGÍA	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DE MUESTRA SSS	A	g	2 200.00	2 200.00	2 200.00
PESO DE MUESTRA SECA	B	g	2 147.00	2 150.00	2 140.00
PESO DE MUESTRA SUMERGIDA	C	g	1 289.00	1 289.00	1 289.00

AGREGADO GRUESO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO SECO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico Seco	kg/m ³	2 356.80
M2	Peso Específico Seco	kg/m ³	2 360.00
M3	Peso Específico Seco	kg/m ³	2 349.10
PROMEDIO		Kg/m ³	2 355.30

AGREGADO GRUESO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 414.90
M2	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 414.90
M3	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 414.90
PROMEDIO		kg/m ³	2 414.90

AGREGADO GRUESO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO NOMINAL			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 502.30
M2	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 497.10
M3	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 514.70
PROMEDIO		kg/m ³	2 504.70

AGREGADO FINO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	VOLUMEN DE LA FIOLA	cm ³	500.00
	PESO DE LA FIOLA + EMBUDO	g	174.20
M1	AGREGADO SSS	g	500.00
M2	AGREGADO SSS	g	500.00
M3	AGREGADO SSS	g	500.00
M1	AGREGADO + AGUA + FIOLA + EMBUDO	g	973.20
M2	AGREGADO + AGUA + FIOLA + EMBUDO	g	990.00
M3	AGREGADO + AGUA + FIOLA + EMBUDO	g	978.77
M1	VOLUMEN DE AGUA AÑADIDA EN LA FIOLA	g	299.00
M2	VOLUMEN DE AGUA AÑADIDA EN LA FIOLA	g	288.60
M3	VOLUMEN DE AGUA AÑADIDA EN LA FIOLA	g	291.97
M1	PESO DE LA MUESTRA SECA	g	498.20
M2	PESO DE LA MUESTRA SECA	g	496.00
M3	PESO DE LA MUESTRA SECA	g	498.47

AGREGADO FINO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO DE MASA			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Especifico Masa	kg/m ³	2 478.61
M2	Peso Especifico Masa	kg/m ³	2 346.26
M3	Peso Especifico Masa	kg/m ³	2 396.15
PROMEDIO		kg/m ³	2 407.01

AGREGADO FINO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 487.56
M2	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 365.18
M3	Peso Específico SSS	kg/m ³	2 403.50
PROMEDIO		kg/m ³	2 418.75

AGREGADO FINO TRITURADO			
PESO ESPECÍFICO NOMINAL			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 501.00
M2	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 391.51
M3	Peso Específico Nominal	kg/m ³	2 413.90
PROMEDIO		kg/m ³	2 435.47

4.1.2.5. CONTENIDO DE HUMEDAD

DESCRIPCIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD %
AGREGADO GRUESO TRITURADO	0.20
AGREGADO FINO TRITURADO	0.44

4.1.2.6. MÓDULO DE FINEZA

DESCRIPCIÓN	MÓDULO DE FINEZA		
AGREGADO GRUESO TRITURADO	6.33	6.33	6.44
AGREGADO FINO TRITURADO	2.33	2.52	2.46

4.1.2.7. ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO TRITURADO			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Porcentaje de Absorción	%	2.47
M2	Porcentaje de Absorción	%	2.33
M3	Porcentaje de Absorción	%	2.80
PROMEDIO		%	2.53

AGREGADO FINO TRITURADO			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	Porcentaje de Absorción	%	0.36
M2	Porcentaje de Absorción	%	0.81
M3	Porcentaje de Absorción	%	0.31
PROMEDIO		%	0.49

4.1.2.8. ENSAYO DE IMPUREZAS

NÚMERO DE COLOR EN PLACA ORGÁNICA	COLOR ESTÁNDAR GARDNER NÚMERO	OBSERVACIÓN
1	5	NO
2	8	NO
3	11	ESTÁNDAR
4	13	NO
5	16	NO

4.1.2.9. ENSAYO DE ABRASIÓN

DESCRIPCIÓN	PESOS (g)		
	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
RETENIDO MALLA # ½	2 508.00	2 502.00	2 503.50
RETENIDO MALLA # 3/8	2 505.50	2 500.00	2 504.50
PESO SECO DE LA MUESTRA ANTES DEL ENSAYO	5 013.50	5 002.00	5 008.00
PESO SECO DE LA MUESTRA DESPUES DEL ENSAYO	3 762.00	3 802.00	3 715.00
PORCENTAJE DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	24.96	23.99	25.82
% ABSORCIÓN PROMEDIO	24.92		

4.1.2.10. ENSAYO PASANTE LA MALLA 200

AGREGADO GRUESO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	PESO DE LA AGREGADO EN COCINA	g	2 500.00
M2	PESO DE LA AGREGADO EN COCINA	g	2 500.00
M3	PESO DE LA AGREGADO EN COCINA	g	2 500.00
M1	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 H.	g	2 479.50
M2	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 H.	g	2 479.00
M3	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 H.	g	2 479.00
M1	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	0.82
M2	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	0.84
M3	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	0.84

AGREGADO FINO TRITURADO			
TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
M1	PESO SECO DEL AGREGADO NATURAL	g	547.80
M2	PESO SECO DEL AGREGADO NATURAL	g	548.20
M3	PESO SECO DEL AGREGADO NATURAL	g	534.20
M1	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 H.	g	498.20
M2	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 H.	g	504.10
M3	PESO DE AGREGADO DESPUSE DE 24 H.	g	498.20
M1	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	9.05
M2	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	8.04
M3	% DE MATERIAL MAS FINO QUE #200	g	6.74

4.2. DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211

4.2.1. DISEÑO CON AGREGADO NO TRITURADO

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	CANTERA Procedencia	Peso Especifico (kg/cm ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	1.01
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.25
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.7	0.7	0.75	0.7	0.55	0.55
Factor Cemento	300	382.5	240	382.5	360	425
a/c	0.700	0.700	0.750	0.700	0.550	0.550
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Cemento Tipo IP	300	383	240	383	360	425
Agua	210	268	180	268	198	234
Arena	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	1.20%	0.00%	1.30%	0.00%	1.40%	0.00%
Modulo Combinación	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.70	0.70	0.75	0.70	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	300	383	240	383	360	425
Agua	210	268	180	268	198	234
Arena	842	732	906	738	829	756
Piedra 3/4" Huso 67	760	661	818	666	748	682
SIKAMENT 306	3.60	0.00%	3.12	0.00%	5.04	0.00%
Peso Total	2115.1	2048.5	2146.5	2053.8	2139.6	2101.7

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.7	0.7	0.75	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	0.1068	0.1361	0.0854	0.1361	0.1281	0.1512
Agua	0.2100	0.2678	0.1800	0.2678	0.1980	0.2338
Arena	0.3401	0.2958	0.3660	0.2981	0.3348	0.3053
Piedra 3/4" Huso 67	0.3401	0.2958	0.3660	0.2981	0.3348	0.3053
SIKAMENT 306	0.0031	0.0000	0.0026	0.0000	0.0043	0.0000
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.7	0.7	0.75	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	300	383	240	383	360	425
Agua	235.9	290.3	207.9	290.5	223.5	257.0
Arena	841	732	905	737	828	755
Piedra 3/4" Huso 67	734	639	790	644	723	659
SIKAMENT 306	3.60	0.00	3.12	0.00	5.04	0.00
Peso Total	2115.1	2048.5	2146.5	2053.8	2139.6	2096.6

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación tanda 0.03 m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.7	0.7	0.75	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	9.00	11.48	7.20	11.48	10.80	12.75
Agua	7.08	8.71	6.24	8.71	6.71	7.71
Arena	25.24	21.95	27.16	22.12	24.85	22.66
Piedra 3/4" Huso 67	22.03	19.16	23.70	19.31	21.68	19.78
SIKAMENT 306	0.108	0.000	0.094	0.000	0.151	0.000
TOTAL	63	61	64	62	64	63

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	0.93
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.33
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.7	0.8	0.75	0.55	0.55	0.6	0.6
Factor Cemento	240	240	240	425	360	340	404
a/c	0.700	0.800	0.750	0.550	0.550	0.600	0.600
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	240	240	240	425	360	340	404
Agua	168	192	180	234	198	204	242
Arena	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
SIKAMENT 306	1.20%	1.40%	1.30%	0.00%	1.40%	1.30%	0.00%
Módulo Combinación	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	1.10	1.10

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
a/c	0.70	0.80	0.75	0.55	0.55	0.60	0.60
Cemento Tipo IP	240	240	240	425	360	340	404
Agua	168	192	180	234	198	204	242
Arena	921	891	906	761	829	665	608
Piedra 3/4" Huso 67	831	804	818	687	748	0	0
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12	0.00	5.04	4.42	0.00
Peso Total	2 163.0	2 130.0	2 146.5	2 106.8	2 139.6	2 112.7	2 076.9

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.55	0.55	0.6	0.6
Cemento Tipo IP	0.0854	0.0854	0.0854	0.1512	0.1281	0.1210	0.1438
Agua	0.1680	0.1920	0.1800	0.2338	0.1980	0.2040	0.2424
Arena	0.3721	0.3599	0.3660	0.3075	0.3348	0.2685	0.2455
Piedra 3/4" Huso 67	0.3721	0.3599	0.3660	0.3075	0.3348	0.0000	0.0000
SIKAMENT 306	0.0024	0.0028	0.0026	0.0000	0.0043	0.0037	0.0000
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.55	0.55	0.6	0.6
Cemento Tipo IP	240	240	240	425	360	340	404
Agua	196.5	219.5	208.0	257.3	223.6	204.9	243.2
Arena	920	890	905	760	828	664	607
Piedra 3/4" Huso 67	804	778	791	664	723	0	0
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12	0.00	5.04	4.42	0.00
Peso total	2 163.0	2 130.0	2 146.5	2 106.8	2 139.6	2 112.7	2 076.9

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.55	0.55	0.6	0.6
Cemento Tipo IP	7.20	7.20	7.20	12.75	10.80	10.20	12.12
Agua	5.89	6.59	6.24	7.72	6.71	6.15	7.30
Arena	27.59	26.69	27.14	22.80	24.83	19.91	18.21
Piedra 3/4" Huso 67	24.12	23.33	23.72	19.93	21.70	0.00	0.00
SIKAMENT 306	0.086	0.101	0.094	0.000	0.151	0.133	0.000
TOTAL VOLUMEN	65	64	64	63	64	63	62

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	1.13
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.1
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
RELACIÓN a/c	0.70	0.80	0.75
Factor Cemento	240	240	240
a/c	0.700	0.800	0.750
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500
Cemento Tipo IP	240	240	240
Agua	168	192	180
Arena	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	1.20%	1.40%	1.30%
Módulo Combinación	4.89	4.89	4.89

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.70	0.80	0.75
Cemento Tipo IP	240	240	240
Agua	168	192	180
Arena	921	891	906
Piedra 3/4" Huso 67	831	804	818
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12
Peso total	2 163.0	2 130.0	2 146.5

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75
Cemento Tipo IP	0.0854	0.0854	0.0854
Agua	0.1680	0.1920	0.1800
Arena	0.3721	0.3599	0.3660
Piedra 3/4" Huso 67	0.3721	0.3599	0.3660
SIKAMENT 306	0.0024	0.0028	0.0026
TOTAL VOL.	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75
Cemento Tipo IP	240	240	240
Agua	196.5	219.6	208.1
Arena	922	891	906
Piedra 3/4" Huso 67	802	776	789
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12
Peso Total	2 163.0	2 130.0	2 146.5

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75
Cemento Tipo IP	7.20	7.20	7.20
Agua	5.90	6.59	6.24
Arena	27.65	26.74	27.19
Piedra 3/4" Huso 67	24.06	23.27	23.67
SIKAMENT 306	0.086	0.101	0.094
TOTAL	65	64	64

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	1.13
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.1
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A
RELACIÓN a/c	0.70	0.80	0.75	0.55	0.55
Factor Cemento	240	240	240	425	360
a/c	0.700	0.800	0.750	0.550	0.550
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Cemento Tipo IP	240	240	240	425	360
Agua	168	192	180	234	198
Arena	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	0%	0%
SIKAMENT 306	1.20%	1.40%	1.30%	0.00%	1.40%
Módulo Combinación	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.70	0.80	0.75	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	240	240	240	425	360
Agua	168	192	180	234	198
Arena	921	891	906	761	829
Piedra 3/4" Huso 67	831	804	818	687	748
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12	0.00	5.04
Peso Total	2 163.0	2 130.0	2 146.5	2 106.8	2 139.6

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	0.0854	0.0854	0.0854	0.1512	0.1281
Agua	0.1680	0.1920	0.1800	0.2338	0.1980
Arena	0.3721	0.3599	0.3660	0.3075	0.3348
Piedra 3/4" Huso 67	0.3721	0.3599	0.3660	0.3075	0.3348
SIKAMENT 306	0.0024	0.0028	0.0026	0.0000	0.0043
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	240	240	240	425	360
Agua	196.5	219.6	208.1	257.3	223.7
Arena	922	891	906	762	829
Piedra 3/4" Huso 67	802	776	789	663	722
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12	0.00	5.04
Peso Total	2163.0	2130.0	2146.5	2106.8	2139.6

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	7.20	7.20	7.20	12.75	10.80
Agua	5.90	6.59	6.24	7.72	6.71
Arena	27.65	26.74	27.19	22.85	24.88
Piedra 3/4" Huso 67	24.06	23.27	23.67	19.89	21.65
SIKAMENT 306	0.086	0.101	0.094	0.000	0.151
TOTAL	65	64	64	63	64

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	1.34
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.30
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
RELACIÓN a/c	0.57	0.59	0.57	0.55
Factor Cemento	400	382	320	317
a/c	0.570	0.590	0.570	0.570
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500	0.500
Cemento Tipo IP	400	382	320	317
Agua	228	225	182	181
Arena	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	0.00%	0.00%	1.30%	1.30%
Modulo Combinación	4.89	4.89	4.89	4.89

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.57	0.59	0.57	0.55
Cemento Tipo IP	400	382	320	317
Agua	228	225	182	181
Arena	779	790	866	870
Piedra 3/4" Huso 67	703	713	782	785
SIKAMENT 306	0.00	0.00	4.16	4.12
Peso Total	2 110.5	2 111.1	2 155.2	2 157.0

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.57	0.59	0.57	0.55
Cemento Tipo IP	0.1423	0.1359	0.1139	0.1128
Agua	0.2280	0.2254	0.1824	0.1807
Arena	0.3148	0.3193	0.3501	0.3515
Piedra 3/4" Huso 67	0.3148	0.3193	0.3501	0.3515
SIKAMENT 306	0.0000	0.0000	0.0035	0.0035
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.57	0.59	0.57	0.55
Cemento Tipo IP	400	382	320	317
Agua	249.1	246.8	205.9	204.2
Arena	781	793	869	872
Piedra 3/4" Huso 67	680	690	756	759
SIKAMENT 306	0.00	0.00	4.16	4.12
Peso Total	2 110.5	2 111.1	2 155.2	2 157.0

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m3

RESISTENCIA	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.57	0.59	0.57	0.55
Cemento Tipo IP	12.00	11.46	9.60	9.51
Agua	7.47	7.40	6.18	6.13
Arena	23.44	23.78	26.07	26.17
Piedra 3/4" Huso 67	20.40	20.69	22.69	22.78
SIKAMENT 306	0.000	0.000	0.125	0.124
TOTAL	63	63	65	65

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	2.25
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.45
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.75	0.8	0.75	0.5
Factor Cemento	240	260	280	280
a/c	0.750	0.800	0.750	0.700
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500	0.500
Cemento Tipo IP	240	260	280	280
Agua	180	208	210	196
Arena	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	0.00%	1.20%	1.20%	0.00%
Modulo Combinación	4.89	4.89	4.89	4.89

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.8	0.75	0.5
Cemento Tipo IP	240	260	280	280
Agua	180	208	210	196
Arena	909	859	847	872
Piedra 3/4" Huso 67	821	776	765	787
SIKAMENT 306	0.00	3.12	3.36	0.00
Peso Total	2 149.6	2 108.4	2 108.4	2 134.4

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.8	0.75	0.5
Cemento Tipo IP	0.0854	0.0925	0.0996	0.0996
Agua	0.1800	0.2080	0.2100	0.1960
Arena	0.3673	0.3471	0.3424	0.3522
Piedra 3/4" Huso 67	0.3673	0.3471	0.3424	0.3522
SIKAMENT 306	0.0000	0.0026	0.0028	0.0000
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.8	0.75	0.5
Cemento Tipo IP	240	260	280	280
Agua	195.1	222.3	224.1	210.5
Arena	920	869	857	882
Piedra 3/4" Huso 67	795	751	741	762
SIKAMENT 306	0.00	3.12	3.36	0.00
Peso Total	2 149.6	2 108.4	2 108.4	2 134.4

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

**Dosificación Por
Tanda**

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.8	0.75	0.5
Cemento Tipo IP	7.20	7.80	8.40	8.40
Agua	5.85	6.67	6.72	6.31
Arena	27.60	26.08	25.72	26.46
Piedra 3/4" Huso 67	23.84	22.53	22.22	22.86
SIKAMENT 306	0.000	0.094	0.101	0.000
TOTAL	64	63	63	64

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	1.13
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.18
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.75	0.7	0.55	0.55
Factor Cemento	240	382.5	360	425
a/c	0.750	0.700	0.550	0.550
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500	0.500
Cemento Tipo IP	240	383	360	425
Agua	180	268	198	234
Arena	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	1.30%	0.00%	1.40%	1.20%
Modulo Combinación	4.89	4.89	4.89	4.89

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	240	383	360	425
Agua	180	268	198	234
Arena	906	738	829	756
Piedra 3/4" Huso 67	818	666	748	682
SIKAMENT 306	3.12	0.00	5.04	5.10
Peso Total	2 146.5	2 053.8	2 139.6	2 101.7

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	0.0854	0.1361	0.1281	0.1512
Agua	0.1800	0.2678	0.1980	0.2338
Arena	0.3660	0.2981	0.3348	0.3053
Piedra 3/4" Huso 67	0.3660	0.2981	0.3348	0.3053
SIKAMENT 306	0.0000	0.0026	0.0043	0.0000
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	240	383	360	425
Agua	207.4	290.1	223.1	256.6
Arena	906	738	829	756
Piedra 3/4" Huso 67	790	643	722	659
SIKAMENT 306	3.12	0.00	5.04	0.00
Peso Total	2 146.5	2 053.8	2 139.6	2 096.6

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	7.20	11.48	10.80	12.75
Agua	6.22	8.70	6.69	7.70
Arena	27.19	22.15	24.88	22.69
Piedra 3/4" Huso 67	23.69	19.29	21.67	19.76
SIKAMENT 306	0.094	0.000	0.151	0.000
TOTAL VOL.	64	62	64	63

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	2.46
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.30
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
RELACIÓN a/c	0.70	0.80	0.75
Factor Cemento	240	240	240
a/c	0.700	0.800	0.750
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500
Cemento Tipo IP	240	240	240
Agua	168	192	180
Arena	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	1.20%	1.40%	1.30%
Modulo Combinación	4.89	4.89	4.89

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.70	0.80	0.75
Cemento Tipo IP	240	240	240
Agua	168	192	180
Arena	921	891	906
Piedra 3/4" Huso 67	831	804	818
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12
Peso Total	2 163.0	2 130.0	2 146.5

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.70	0.80	0.75
Cemento Tipo IP	0.0854	0.0854	0.0854
Agua	0.1680	0.1920	0.1800
Arena	0.3721	0.3599	0.3660
Piedra 3/4" Huso 67	0.3721	0.3599	0.3660
SIKAMENT 306	0.0024	0.0028	0.0026
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75
Cemento Tipo IP	240	240	240
Agua	182.6	206.1	194.4
Arena	934	903	918
Piedra 3/4" Huso 67	804	777	791
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12
Peso Total	2 163.0	2 130.0	2 146.5

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación por Tanda 0.03 m^3

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75
Cemento Tipo IP	7.20	7.20	7.20
Agua	5.48	6.18	5.83
Arena	28.01	27.09	27.55
Piedra 3/4" Huso 67	24.11	23.32	23.72
SIKAMENT 306	0.086	0.101	0.094
TOTAL	65	64	64

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 475	1.06	2.75	1 504	1 723	1.96
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 234	3.61	7.03	1 451	1 569	0.48
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
RELACIÓN a/c	0.70	0.80	0.75	0.74
Factor Cemento	240	240	240	240
a/c	0.700	0.800	0.750	0.740
Ratio de Finos	0.500	0.500	0.500	0.500
Cemento Tipo IP	240	240	240	240
Agua	168	192	180	178
Arena	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	1.20%	1.40%	1.30%	1.40%
Modulo Combinación	4.89	4.89	4.89	4.89

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.74
Cemento Tipo IP	240	240	240	240
Agua	168	192	180	178
Arena	921	891	906	909
Piedra 3/4" Huso 67	831	804	818	820
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12	3.36
Peso Total	2 163.0	2 130.0	2 146.5	2 149.5

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.74
Cemento Tipo IP	0.0854	0.0854	0.0854	0.0854
Agua	0.1680	0.1920	0.1800	0.1776
Arena	0.3721	0.3599	0.3660	0.3671
Piedra 3/4" Huso 67	0.3721	0.3599	0.3660	0.3671
SIKAMENT 306	0.0024	0.0028	0.0026	0.0028
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.70	0.80	0.75	0.74
Cemento Tipo IP	240	240	240	240
Agua	185.7	209.1	197.4	195.1
Arena	929	899	914	917
Piedra 3/4" Huso 67	805	779	792	794
SIKAMENT 306	2.88	3.36	3.12	3.36
Peso Total	2 163.0	2 130.0	2 146.5	2 149.5

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

**Dosificación Por
Tanda**

0.03

m3

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.8	0.75	0.74
Cemento Tipo IP	7.20	7.20	7.20	7.20
Agua	5.57	6.27	5.92	5.85
Arena	27.88	26.96	27.42	27.50
Piedra 3/4" Huso 67	24.16	23.36	23.76	23.83
SIKAMENT 306	0.086	0.101	0.094	0.101
TOTAL VOLUMEN	65	64	64	64

4.2.2. DISEÑO CON AGREGADO TRITURADO

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	1.42
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.28
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.70	0.70	0.60	0.55
Factor Cemento	260	300	382.5	340	280
a/c	0.750	0.700	0.700	0.600	0.550
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	280
Agua	195	210	268	204	154
Arena	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	1.40%	1.40%	0.00%	1.40%	1.20%
Modulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.70	0.70	0.60	0.55
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	280
Agua	195	210	268	204	154
Arena	683	654	574	646	716
Piedra 3/4" Huso 67	1002	961	842	948	1051
SIKAMENT 306	3.64	4.20	0.00	4.76	3.36
Peso Total	2 144.1	2 129.1	2 066.6	2 143.0	2 203.9

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55
Cemento Tipo IP	0.0925	0.1068	0.1361	0.1210	0.0996
Agua	0.1950	0.2100	0.2678	0.2040	0.1540
Arena	0.2838	0.2719	0.2385	0.2684	0.2974
Piedra 3/4" Huso 67	0.4256	0.4078	0.3577	0.4026	0.4461
SIKAMENT 306	0.0031	0.0036	0.0000	0.0040	0.0028
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	280
Agua	211.2	225.5	281.4	219.3	171.0
Arena	689	660	579	652	723
Piedra 3/4" Huso 67	980	939	823	927	1027
SIKAMENT 306	3.64	4.20	0.00	4.76	3.36
Peso Total	2 144.1	2 129.1	2 066.6	2 143.0	2 203.9

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55
Cemento Tipo IP	7.80	9.00	11.48	10.20	8.40
Agua	6.34	6.77	8.44	6.58	5.13
Arena	20.68	19.81	17.38	19.56	21.68
Piedra 3/4" Huso 67	29.40	28.17	24.70	27.81	30.81
SIKAMENT 306	0.109	0.126	0.000	0.143	0.101
TOTAL VOLUMEN	64	64	62	64	66

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	0.27
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.28
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.80	0.75	0.40	0.40	0.55
Factor Cemento	240	260	280	280	280	280
a/c	0.750	0.800	0.750	0.700	0.550	0.550
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	240	260	280	280	280	280
Agua	180	208	210	196	154	154
Arena	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	0.00%	1.20%	1.20%	0.00%	1.20%	1.20%
Modulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.80	0.75	0.40	0.40	0.55
Cemento Tipo IP	240	260	280	280	280	280
Agua	180	208	210	196	154	154
Arena	707	671	662	678	716	716
Piedra 3/4" Huso 67	1038	985	972	995	1051	1051
SIKAMENT 306	0.00	3.12	3.36	0.00	3.36	3.36
Peso Total	2165.4	2129.4	2129.7	2149.5	2203.9	2203.9

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.80	0.75	0.40	0.40	0.55
Cemento Tipo IP	0.0854	0.0925	0.0996	0.0996	0.0996	0.0996
Agua	0.1800	0.2080	0.2100	0.1960	0.1540	0.1540
Arena	0.2938	0.2787	0.2750	0.2817	0.2974	0.2974
Piedra 3/4" Huso 67	0.4408	0.4181	0.4125	0.4226	0.4461	0.4461
SIKAMENT 306	0.0000	0.0026	0.0028	0.0000	0.0028	0.0028
TOTAL VOLUMEN	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.8	0.75	0.4	0.4	0.55
Cemento Tipo IP	240	260	280	280	280	280
Agua	204.9	231.6	233.3	219.9	179.2	179.2
Arena	706	669	660	677	714	714
Piedra 3/4" Huso 67	1015	963	950	973	1027	1027
SIKAMENT 306	0.00	3.12	3.36	0.00	3.36	3.36
Peso Total	2 165.4	2 129.4	2 129.7	2 149.5	2 203.9	2 203.9

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

**Dosificación Por
Tanda**

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.8	0.75	0.4	0.4	0.55
Cemento Tipo IP	7.20	7.80	8.40	8.40	8.40	8.40
Agua	6.15	6.95	7.00	6.60	5.38	5.38
Arena	21.17	20.08	19.81	20.30	21.43	21.43
Piedra 3/4" Huso 67	30.44	28.88	28.49	29.19	30.81	30.81
SIKAMENT 306	0.000	0.000	0.000	0.000	0.101	0.101
TOTAL VOLUMEN	65	64	64	64	66	66

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	1.26
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.18
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55
Factor Cemento	298	257	382.5	340	425	403.75
a/c	0.700	0.700	0.700	0.700	0.550	0.550
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	298	257	383	340	425	404
Agua	209	180	268	238	234	222
Arena	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	1.30%	1.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Módulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	298	257	383	340	425	404
Agua	209	180	268	238	234	222
Arena	657	699	574	617	592	611
Piedra 3/4" Huso 67	964	1026	842	906	869	896
SIKAMENT 306	3.87	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso Total	2 131.0	2 164.7	2 066.6	2 101.0	2 120.0	2 132.8

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	0.1060	0.0915	0.1361	0.1210	0.1512	0.1437
Agua	0.2086	0.1799	0.2678	0.2380	0.2338	0.2221
Arena	0.2728	0.2903	0.2385	0.2564	0.2460	0.2537
Piedra 3/4" Huso 67	0.4092	0.4355	0.3577	0.3846	0.3690	0.3806
SIKAMENT 306	0.0033	0.0028	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
VOLUMEN TOTAL	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	298	257	383	340	425	404
Agua	226.2	198.6	283.1	254.5	249.6	238.4
Arena	662	704	578	622	597	615
Piedra 3/4" Huso 67	941	1002	823	885	849	875
SIKAMENT 306N	3.87	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso Total	2 131.0	2 164.7	2 066.6	2 101.0	2 120.0	2 132.8

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

**Dosificación Por
Tanda**

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.7	0.7	0.7	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	7.45	6.43	9.56	8.50	10.63	10.09
Agua	5.65	4.97	7.08	6.36	6.24	5.96
Arena	16.54	17.60	14.46	15.55	14.92	15.38
Piedra 3/4" Huso 67	23.53	25.04	20.57	22.11	21.22	21.88
SIKAMENT 306N	0.097	0.084	0.000	0.000	0.000	0.000
VOLUMEN TOTAL	53	54	52	53	53	53

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	0.44
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.40
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.7	0.7	0.7	0.7	0.55	0.55
Factor Cemento	298	257	382.5	340	382.5	340
a/c	0.700	0.700	0.700	0.700	0.550	0.550
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	298	257	383	340	383	340
Agua	209	180	268	238	210	187
Arena	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306N	1.30%	1.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Módulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	298	257	383	340	383	340
Agua	209	180	268	238	210	187
Arena	657	699	574	617	629	666
Piedra 3/4" Huso 67	964	1026	842	906	924	978
SIKAMENT 306	3.87	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso Total	2 131.0	2 164.7	2 066.6	2 101.0	2 145.6	2 171.2

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	0.1060	0.0915	0.1361	0.1210	0.1361	0.1210
Agua	0.2086	0.1799	0.2678	0.2380	0.2104	0.1870
Arena	0.2728	0.2903	0.2385	0.2564	0.2614	0.2768
Piedra 3/4" Huso 67	0.4092	0.4355	0.3577	0.3846	0.3921	0.4152
SIKAMENT 306	0.0033	0.0028	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
VOLUMEN TOTAL	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.7	0.7	0.7	0.7	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	298	257	383	340	383	340
Agua	229.5	202.1	286.0	257.6	230.4	208.2
Arena	656	698	574	617	629	666
Piedra 3/4" Huso 67	943	1004	824	887	904	957
SIKAMENT 306	3.87	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso Total	2 131.0	2 164.7	2 066.6	2 101.0	2 145.6	2 171.2

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

**Dosificación Por
Tanda**

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	8.94	7.71	11.48	10.20	11.48	10.20
Agua	6.88	6.06	8.58	7.73	6.91	6.24
Arena	19.69	20.95	17.21	18.51	18.87	19.98
Piedra 3/4" Huso 67	28.30	30.12	24.73	26.60	27.12	28.71
SIKAMENT 306	0.116	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000
VOLUMEN TOTAL	64	65	62	63	64	65

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	0.44
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.20
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.57	0.57	0.57	0.57
Factor Cemento	320	300	400	382
a/c	0.570	0.570	0.570	0.570
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	320	300	400	382
Agua	182	171	228	218
Arena	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306	1.30%	1.30%	0.00%	0.00%
Módulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.57	0.57	0.57	0.57
Cemento Tipo IP	320	300	400	382
Agua	182	171	228	218
Arena	674	692	606	622
Piedra 3/4" Huso 67	989	1016	890	913
SIKAMENT 306N	4.16	3.90	0.00	0.00
Peso Total	2 170.2	2 183.1	2 124.0	2 135.4

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.57	0.57	0.57	0.57
Cemento Tipo IP	0.1139	0.1068	0.1423	0.1359
Agua	0.1824	0.1710	0.2280	0.2177
Arena	0.2801	0.2876	0.2519	0.2585
Piedra 3/4" Huso 67	0.4201	0.4314	0.3778	0.3878
SIKAMENT 306N	0.0035	0.0033	0.0000	0.0000
VOLUMEN TOTAL	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.57	0.57	0.57	0.57
Cemento Tipo IP	320	300	400	382
Agua	205.8	195.0	249.0	239.3
Arena	674	692	606	622
Piedra 3/4" Huso 67	966	992	869	892
SIKAMENT 306	4.16	3.90	0.00	0.00
Peso Total	2 170.2	2 183.1	2 124.0	2 135.4

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

**Dosificación Por
Tanda**

0.03

m³

RESISTENCIA	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.57	0.57	0.57	0.57
Cemento Tipo IP	9.60	9.00	12.00	11.46
Agua	6.17	5.85	7.47	7.18
Arena	20.21	20.76	18.18	18.66
Piedra 3/4" Huso 67	28.99	29.77	26.07	26.76
SIKAMENT 306	0.125	0.117	0.000	0.000
VOLUMEN TOTAL	65	66	64	64

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	0.32
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.30
SIKAMENT 306N	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55	0.6	0.6
Factor Cemento	260	300	382.5	340	360	425	340	404
a/c	0.750	0.700	0.700	0.600	0.550	0.550	0.600	0.600
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	360	425	340	404
Agua	195	210	268	204	198	234	204	242
Arena	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306N	1.40%	1.40%	0.00%	1.40%	1.40%	0.00%	1.30%	0.00%
Módulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	0.75	0.75

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55	0.6	0.6
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	360	425	340	404
Agua	195	210	268	204	198	234	204	242
Arena	683	654	574	646	645	592	646	591
Piedra 3/4" Huso 67	1002	961	842	948	946	869	949	867
SIKAMENT 306N	3.64	4.20	0.00	4.76	5.04	0.00	4.42	0.00
Peso Total	2 144.1	2 129.1	2 066.6	2 143.0	2 154.0	2 120.0	1 194.7	1 237.4

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55	0.6	0.6
Cemento Tipo IP	0.0925	0.1068	0.1361	0.1210	0.1281	0.1512	0.1210	0.1438
Agua	0.1950	0.2100	0.2678	0.2040	0.1980	0.2338	0.2040	0.2424
Arena	0.2838	0.2719	0.2385	0.2684	0.2678	0.2460	0.2685	0.2455
Piedra 3/4" Huso 67	0.4256	0.4078	0.3577	0.4026	0.4018	0.3690	0.4028	0.3683
SIKAMENT 306N	0.0031	0.0036	0.0000	0.0040	0.0043	0.0000	0.0037	0.0000
TOTAL VOL.	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55	0.6	0.6
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	360	425	340	404
Agua	218.5	232.5	287.5	226.2	220.2	254.1	205.1	243.4
Arena	682	653	573	645	644	591	645	590
Piedra 3/4" Huso 67	980	939	824	927	925	850	927	848
SIKAMENT 306	3.64	4.20	0.00	4.76	5.04	0.00	4.42	0.00
Peso Total	2 144.1	2 129.1	2 066.6	2 143.0	2 154.0	2 120.0	2 143.3	2 104.8

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55	0.6	0.6
Cemento Tipo IP	7.80	9.00	11.48	10.20	10.80	12.75	10.20	12.12
Agua	6.56	6.98	8.63	6.79	6.61	7.62	6.79	7.88
Arena	20.46	19.60	17.19	19.35	19.31	17.73	19.36	17.70
Piedra 3/4" Huso 67	29.40	28.17	24.71	27.81	27.76	25.49	27.82	25.44
SIKAMENT 306	0.109	0.126	0.000	0.143	0.151	0.000	0.133	0.000
VOLUMEN TOTAL	64	64	62	64	65	64	64	63

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	0.44
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.20
SIKAMENT 306	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
RELACIÓN a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55
Factor Cemento	260	300	382.5	340	360	425
a/c	0.750	0.700	0.700	0.600	0.550	0.550
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	360	425
Agua	195	210	268	204	198	234
Arena	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306N	1.40%	1.40%	0.00%	1.40%	1.40%	0.00%
Módulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	360	425
Agua	195	210	268	204	198	234
Arena	683	654	574	646	645	592
Piedra 3/4" Huso 67	1002	961	842	948	946	869
SIKAMENT 306N	3.64	4.20	0.00	4.76	5.04	0.00
Peso Total	2 144.1	2 129.1	2 066.6	2 143.0	2 154.0	2 120.0

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	0.0925	0.1068	0.1361	0.1210	0.1281	0.1512
Agua	0.1950	0.2100	0.2678	0.2040	0.1980	0.2338
Arena	0.2838	0.2719	0.2385	0.2684	0.2678	0.2460
Piedra 3/4" Huso 67	0.4256	0.4078	0.3577	0.4026	0.4018	0.3690
SIKAMENT 306N	0.0031	0.0036	0.0000	0.0040	0.0043	0.0000
VOLUMEN TOTAL	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	360	425
Agua	218.7	232.7	287.7	226.4	220.4	254.3
Arena	683	654	574	646	644	592
Piedra 3/4" Huso 67	979	938	823	926	924	849
SIKAMENT 306N	3.64	4.20	0.00	4.76	5.04	0.00
Peso Total	2 144.1	2 129.1	2 066.6	2 143.0	2 154.0	2 120.0

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² S/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	8	9	11	10	11	13
Agua	6.56	6.98	8.63	6.79	6.61	7.63
Arena	20.48	19.62	17.21	19.37	19.33	17.75
Piedra 3/4" Huso 67	29.37	28.14	24.68	27.78	27.73	25.47
SIKAMENT 306N	0.109	0.126	0.000	0.143	0.151	0.000
VOLUMEN TOTAL	64	64	62	64	65	64

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	1.42
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.28
SIKAMENT 306N	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
RELACIÓN a/c	0.75	0.70	0.70	0.60	0.55
Factor Cemento	260	300	382.5	340	280
a/c	0.750	0.700	0.700	0.600	0.550
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	280
Agua	195	210	268	204	154
Arena	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%
SIKAMENT 306N	1.40%	1.40%	0.00%	1.40%	1.20%
Modulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.70	0.70	0.60	0.55
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	280
Agua	195	210	268	204	154
Arena	683	654	574	646	716
Piedra 3/4" Huso 67	1002	961	842	948	1051
SIKAMENT 306N	3.64	4.20	0.00	4.76	3.36
Peso Total	2 144.1	2 129.1	2 066.6	2 143.0	2 203.9

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.70	0.70	0.60	0.55
Cemento Tipo IP	0.0925	0.1068	0.1361	0.1210	0.0996
Agua	0.1950	0.2100	0.2678	0.2040	0.1540
Arena	0.2838	0.2719	0.2385	0.2684	0.2974
Piedra 3/4" Huso 67	0.4256	0.4078	0.3577	0.4026	0.4461
SIKAMENT 306	0.0031	0.0036	0.0000	0.0040	0.0028
VOLUMEN TOTAL	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55
Cemento Tipo IP	260	300	383	340	280
Agua	211.2	225.5	281.4	219.3	171.0
Arena	689	660	579	652	723
Piedra 3/4" Huso 67	980	939	823	927	1027
SIKAMENT 306N	3.64	4.20	0.00	4.76	3.36
Peso Total	2 144.1	2 129.1	2 066.6	2 143.0	2 203.9

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A
a/c	0.75	0.7	0.7	0.6	0.55
Cemento Tipo IP	7.80	9.00	11.48	10.20	8.40
Agua	6.34	6.77	8.44	6.58	5.13
Arena	20.68	19.81	17.38	19.56	21.68
Piedra 3/4" Huso 67	29.40	28.17	24.70	27.81	30.81
SIKAMENT 306	0.109	0.126	0.000	0.143	0.101
VOLUMEN TOTAL	64	64	62	64	66

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADO - CEMENTO - ADITIVO

MATERIALES	Cantera Procedencia	Peso Especifico (kg/m ³)	Absorción (%)	Modulo de Fineza	P.U.S. (g/cm ³)	P.U.C. (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)
Cemento Tipo IP	Yura S. A.	2 810					
Agua	SEDAPAR	1 000					
Arena	Poderosa	2 407	0.49	1.87	1 307	1 522	0.20
Piedra 3/4" Huso 67	Poderosa	2 355	2.53	6.27	1 362	1 494	0.03
SIKAMENT 306N	Sika	1 180					

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FLUIDO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
RELACIÓN a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55	0.55	0.55
Factor Cemento	300	257	382.5	340	425	403.75	360	338.75
a/c	0.700	0.700	0.700	0.700	0.550	0.550	0.550	0.550
Ratio de Finos	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Cemento Tipo IP	300	257	383	340	425	404	360	339
Agua	210	180	268	238	234	222	198	186
Arena	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Piedra 3/4" Huso 67	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
SIKAMENT 306N	1.30%	1.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.40%	1.40%
Módulo Combinación	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	0.75	0.75

3.- DISEÑO EN SSS

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	300	257	383	340	425	404	360	339
Agua	210	180	268	238	234	222	198	186
Arena	655	699	574	617	592	611	645	663
Piedra 3/4" Huso 67	961	1026	842	906	869	896	0	0
SIKAMENT 306N	3.90	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00	5.04	4.74
Peso Total	2 129.4	2 164.7	2 066.6	2 101.0	2 120.0	2 132.8	1 207.7	1 193.3

4.- VALOR ABSOLUTO

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.7	0.7	0.7	0.55	0.55	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	0.1068	0.0915	0.1361	0.1210	0.1512	0.1437	0.1281	0.1206
Agua	0.2100	0.1799	0.2678	0.2380	0.2338	0.2221	0.1980	0.1863
Arena	0.2720	0.2903	0.2385	0.2564	0.2460	0.2537	0.2678	0.2756
Piedra 3/4" Huso 67	0.4080	0.4355	0.3577	0.3846	0.3690	0.3806	0.0000	0.0000
SIKAMENT 306	0.0033	0.0028	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.0040
VOLUMEN TOTAL	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.7	0.7	0.7	0.7	0.55	0.55	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	300	257	383	340	425	404	360	339
Agua	235.9	207.6	290.5	262.4	257.2	246.2	199.9	188.2
Arena	653	697	572	615	590	609	643	662
Piedra 3/4" Huso 67	937	1000	821	883	847	874	0	0
SIKAMENT 306N	3.90	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00	5.04	4.74
Peso Total	2 129.4	2 164.7	2 066.6	2 101.0	2 120.0	2 132.8	1 207.7	1 193.3

PESOS DE MATERIALES PARA DISEÑO EN LABORATORIO

Dosificación Por
Tanda

0.03

m³

RESISTENCIA	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² C/A	175 kg/cm ² S/A	175 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² S/A	210 kg/cm ² C/A	210 kg/cm ² C/A
a/c	0.70	0.70	0.70	0.70	0.55	0.55	0.55	0.55
Cemento Tipo IP	7.50	6.43	9.56	8.50	10.63	10.09	9.00	8.47
Agua	5.90	5.19	7.26	6.56	6.43	6.16	5.00	4.71
Arena	16.32	17.42	14.31	15.38	14.76	15.22	16.07	16.54
Piedra 3/4" Huso 67	23.42	25.00	20.53	22.08	21.18	21.85	0.00	0.00
SIKAMENT 306	0.098	0.084	0.000	0.000	0.000	0.000	0.126	0.119
VOLUMEN TOTAL	53	54	52	53	53	53	30	30

4.3. ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

4.3.1. TRABAJABILIDAD

AGREGADO TRITURADO				
CÓDIGO DE DISEÑO	ADITIVO SIKAMENT 306N	RESISTENCIA kg/cm ²	RESISTENCIA MPa	TRABAJABILIDAD Pulg.
M1	C/A	210	21.0	8.0
M2				10.0
M3				9.0
M4		175	17.5	10.0
M5				9.0
M6				10.0
M7	S/A	210	21.0	8.0
M8				8.0
M9				9.0
M10		175	17.5	11.0
M11				10.0
M12				10.0

AGREGADO NO TRITURADO				
CODIGO DE DISEÑO	ADITIVO SIKAMENT 306N	RESISTENCIA kg/cm ²	RESISTENCIA MPa	TRABAJA BILIDAD Pulg.
M1	C/A	210	21.0	10.5
M2				10.5
M3				10.0
M4		175	17.5	10.0
M5				11.0
M6				11.0
M7	S/A	210	21.0	10.5
M8				10.5
M9				10.0
M10		175	17.5	12.0
M11				12.0
M12				11

4.3.2. TEMPERATURA AMBIENTE Y DEL CONCRETO

AGREGADO TRITURADO					
CÓDIGO DE DISEÑO	ADITIVO SIKAMENT 306N	RESISTENCIA kg/cm ²	RESISTENCIA MPa	TEMPERATURA °C	
				AMBIENTE	CONCRETO
M1	C/A	210	21.0	21.7	21.9
M2				19.7	21.8
M3				16.7	24
M4		175	17.5	27.3	21.4
M5				26.6	17.9
M6				24.7	20.3
M7	S/A	210	21.0	31	21.8
M8				21.7	21.9
M9				16.7	22.4
M10		175	17.5	27.5	20.2
M11				28.6	19.85
M12				29.7	21.9

AGREGADO NO TRITURADO

CODIGO DE DISEÑO	ADITIVO SIKAMENT 306N	RESISTENCIA kg/cm ²	RESISTENCIA MPa	TEMPERATURA °C	
				AMBIENTE	CONCRETO
M1	C/A	210	21.0	28.7	21.2
M2				28.7	21.2
M3				16.7	24.1
M4		175	17.5	28.7	19.9
M5				28.7	19.9
M6				16.5	19.9
M7	S/A	210	21.0	28.7	21.9
M8				28.7	21.9
M9				16.7	21.9
M10		175	17.5	28.7	20.2
M11				28.7	20.2
M12				16.5	20.2

4.4. ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

4.4.1. ENSAYO DE ROTURA – COMPRESIÓN

AGREGADO NO TRITURADO

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.2°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	12.12	TEMPERATURA AMBIENTE	28.7°C
RELACIÓN	0.60	AGUA	8.11	HORA	4:00 p. m.
FACTOR CEMENTO	404	ARENA	18.21	HUMEDAD	67%
RATIO	0.40	PIEDRA	23.87	P.U.C. (g/cm ³)	15 456
VACIADO	7/02/19	ADITIVO	0.00	ASENTAMIENTO	11"
ROTURA 1	14/02/19	DÍAS	7	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA 2	-	DÍAS	-	SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm ²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.20	10.13	10.17	81.15	14 105.00	173.81	99.32	70	OK	7
M2	10.34	10.34	10.34	83.97	10 723.00	127.70	72.97	70	OK	
M3	10.19	10.22	10.21	81.79	13 582.00	166.05	94.89	70	OK	
M4	10.20	10.15	10.18	81.31	13 990.00	172.05	98.32	70	OK	
M5	10.20	10.30	10.25	82.52	13 318.00	161.40	92.23	70	OK	
M6	10.43	10.43	10.43	85.44	15 205.00	177.96	101.69	70	OK	
M7	10.50	10.10	10.30	83.32	12 951.00	155.43	88.82	70	OK	
M8	10.30	10.28	10.29	83.16	13 630.00	163.90	93.66	70	OK	
M9	10.20	10.30	10.25	82.52	12 225.00	148.15	84.66	70	OK	
M10	10.30	10.31	10.31	83.40	12 842.00	153.97	87.99	70	OK	
M11	10.40	10.30	10.35	84.13	13 930.00	165.57	94.61	70	OK	
M12	10.20	10.20	10.20	81.71	13 276.00	162.47	92.84	70	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	19.9°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	10.2	TEMPERATURA AMBIENTE	16.5°C
RELACIÓN	0.6	AGUA	7.03	HORA	2:00 p. m.
FACTOR CEMENTO	340	ARENA	19.91	HUMEDAD	70%
RATIO	0.4	PIEDRA	26.11	P.U.C. (g/cm³)	15 606
VACIADO	7/02/19	ADITIVO	0.133	ASENTAMIENTO	11"
ROTURA 1	14/02/19	DÍAS	7	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA 2	0/01/00	DÍAS	0	SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.21	10.28	10.25	82.44	12 240.00	148.48	84.85	35	OK	3
M2	10.38	10.41	10.40	84.87	12 173.00	143.44	81.96	35	OK	
M3	10.24	10.29	10.27	82.76	9 967.00	120.44	68.82	35	OK	
M4	10.23	10.33	10.28	83.00	11 442.00	137.86	78.77	70	OK	
M5	10.41	10.19	10.30	83.32	12 077.00	144.94	82.82	70	OK	
M6	10.30	10.26	10.28	83.00	11 475.00	138.25	79.00	70	OK	
M7	10.20	10.30	10.25	82.52	9 992.00	121.09	69.20	70	NO	
M8	10.38	10.37	10.38	84.54	11 765.00	139.16	79.52	70	OK	
M9	10.43	10.29	10.36	84.30	12 270.00	145.56	83.18	70	OK	
M10	10.17	10.16	10.17	81.15	12 430.00	153.17	87.52	70	OK	
M11	10.65	10.07	10.36	84.30	12 355.00	146.57	83.75	70	OK	
M12	10.20	10.40	10.30	83.32	12 122.00	145.48	83.13	70	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	24.1 °C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	10.8	TEMPERATURA AMBIENTE	16.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	6.71	HORA	10:00 a. m.
FACTOR CEMENTO	360	ARENA	24.88	HUMEDAD	72%
RATIO	0.5	PIEDRA	21.65	P.U.C. (g/cm³)	15 750
VACIADO	7/02/19	ADITIVO	0.151	ASENTAMIENTO	10 "
ROTURA 1	14/02/19	DÍAS	7	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA 2	0/01/00	DÍAS	0	SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.20	10.20	10.20	81.71	15 537.00	190.14	90.54	70	OK	7
M2	10.44	9.90	10.17	81.23	15 737.00	193.73	92.25	70	OK	
M3	10.27	10.07	10.17	81.23	15 316.00	188.54	89.78	70	OK	
M4	10.21	10.16	10.19	81.47	16 284.00	199.87	95.18	70	OK	
M5	10.17	10.22	10.20	81.63	15 927.00	195.11	92.91	70	OK	
M6	10.10	10.31	10.21	81.79	15 952.00	195.03	92.87	70	OK	
M7	10.12	10.20	10.16	81.07	16 797.00	207.18	98.66	70	OK	
M8	10.18	10.20	10.19	81.55	15 670.00	192.15	91.50	70	OK	
M9	10.41	10.31	10.36	84.30	15 614.00	185.23	88.20	70	OK	
M10	10.28	10.16	10.22	82.03	16 011.00	195.18	92.94	70	OK	
M11	10.46	10.50	10.48	86.26	16 741.00	194.07	92.42	70	OK	
M12	10.31	10.15	10.23	82.19	16 277.00	198.03	94.30	70	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.9 °C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	12.75	TEMPERATURA AMBIENTE	16.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	7.72	HORA	9:50 a. m.
FACTOR CEMENTO	425	ARENA	22.85	HUMEDAD	76%
RATIO	0.5	PIEDRA	19.89	P.U.C. (g/cm ³)	15 611
VACIADO	7/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	9.5 "
ROTURA 1	14/02/19	DÍAS	7	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA 2	0/01/00	DÍAS	0	SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm ²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.19	10.17	10.18	81.39	16 584.00	203.75	97.03	70	OK	7
M2	10.20	10.12	10.16	81.07	15 485.00	191.00	90.95	70	OK	
M3	10.31	10.11	10.21	81.87	15 485.00	189.13	90.06	70	OK	
M4	9.90	10.22	10.06	79.49	16 703.00	210.14	100.07	70	OK	
M5	10.11	10.12	10.12	80.36	15 431.00	192.03	91.44	70	OK	
M6	10.10	10.22	10.16	81.07	17 045.00	210.24	100.12	70	OK	
M7	10.12	10.20	10.16	81.07	15 272.00	188.37	89.70	70	OK	
M8	10.19	10.20	10.20	81.63	15 490.00	189.75	90.36	70	OK	
M9	10.22	10.10	10.16	81.07	16 616.00	204.95	97.60	70	OK	
M10	10.12	10.25	10.19	81.47	15 491.00	190.14	90.54	70	OK	
M11	10.10	10.20	10.15	80.91	15 608.00	192.90	91.86	70	OK	
M12	10.15	10.17	10.16	81.07	15 994.00	197.28	93.94	70	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	19.9°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	9	TEMPERATURA AMBIENTE	28.70 °C
RELACIÓN	0.7	AGUA	7.06	HORA	10:16 a. m.
FACTOR CEMENTO	300	ARENA	25.27	HUMEDAD	49%
RATIO	0.5	PIEDRA	22.01	P.U.C. (g/cm³)	15 515
VACIADO	27/02/19	ADITIVO	0.108	ASENTAMIENTO	11"
ROTURA 1	2/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA 2	6/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA 3	27/03/19	DÍAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	% de resistencia	% de resistencia Requerida según	Observación	Días
M1	10.20	10.20	10.20	81.71	7 816.00	95.65	54.66	30	OK	3
M2	10.20	10.40	10.30	83.32	8 722.00	104.68	59.82	30	OK	
M3	10.40	10.25	10.33	83.73	8 226.00	98.25	56.14	30	OK	
M4	10.41	10.15	10.28	83.00	9 515.00	114.64	65.51	70	NO	7
M5	10.25	10.13	10.19	81.55	9 695.00	118.88	67.93	70	NO	
M6	10.30	10.34	10.32	83.65	10 804.00	129.16	73.81	70	OK	
M7	10.11	10.26	10.19	81.47	14 192.00	174.19	99.54	100	NO	28
M8	10.06	10.25	10.16	80.99	15 343.00	189.44	108.25	100	OK	
M9	10.20	10.20	10.20	81.71	15 435.00	188.89	107.94	100	OK	
M10	10.35	10.33	10.34	83.97	14 954.00	178.08	101.76	100	OK	
M11	10.22	10.12	10.17	81.23	13 456.00	165.65	94.66	100	NO	
M12	10.08	10.35	10.22	81.95	16 017.00	195.44	111.68	100	OK	
M13	10.30	10.34	10.32	83.65	16 154.00	193.12	110.36	100	OK	
M14	10.14	10.20	10.17	81.23	16995.00	209.21	119.55	100	OK	
M15	10.14	10.22	10.18	81.39	15 773.00	193.79	110.74	100	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	KG	TEMPERATURA CONCRETO	21.2°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	10.8	TEMPERATURA AMBIENTE	28.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	6.69	HORA	11:40 a. m.
FACTOR CEMENTO	360	ARENA	24.88	HUMEDAD	46%
RATIO	0.5	PIEDRA	21.67	P.U.C. (kg/cm³)	15 755
VACIADO	27/02/19	ADITIVO	0.151	ASENTAMIENTO	10.5 "
ROTURA 1	2/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA 2	6/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA 3	27/03/19	DIAS	28		
RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.2°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	11.48	TEMPERATURA AMBIENTE	28.7 °C
RELACIÓN	0.7	AGUA	8.7	HORA	11:01 p. m.
FACTOR CEMENTO	382.5	ARENA	22.15	HUMEDAD	46%
RATIO	0.5	PIEDRA	19.29	P.U.C. (g/cm³)	14 956
VACIADO	27/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	12"
ROTURA 1	2/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA 2	6/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA 3	27/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	% de resistencia	% de resistencia Requerida según	Observación	Días
M1	10.25	10.45	10.35	84.13	5 175.00	61.51	35.15	30	OK	3
M2	10.20	10.20	10.20	81.71	4 142.00	50.69	28.97	30	NO	
M3	10.30	10.20	10.25	82.52	4 447.00	53.89	30.80	30	OK	
M4	10.28	10.09	10.19	81.47	8 315.00	102.06	58.32	70	NO	7

M5	10.25	10.13	10.19	81.55	9 527.00	116.82	66.75	70	NO	28
M6	10.19	10.21	10.20	81.71	6 989.00	85.53	48.87	70	NO	
M7	10.20	10.40	10.30	83.32	12 655.00	151.88	86.79	100	NO	
M8	10.12	10.25	10.19	81.47	13 971.00	171.48	97.99	100	NO	
M9	10.21	10.16	10.19	81.47	14 947.00	183.46	104.83	100	OK	
M10	10.50	10.36	10.43	85.44	13 740.00	160.82	91.89	100	NO	
M11	10.17	10.35	10.26	82.68	11 256.00	136.14	77.80	100	NO	
M12	10.11	10.20	10.16	80.99	13 088.00	161.59	92.34	100	NO	
M13	10.40	10.35	10.38	84.54	14 179.00	167.72	95.84	100	NO	
M14	10.37	10.24	10.31	83.40	12 252.00	146.90	83.94	100	NO	
M15	10.24	10.45	10.35	84.05	13 362.00	158.97	90.84	100	NO	

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm ²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.45	10.30	10.38	84.54	9 358.00	110.69	52.71	30	OK	3
M2	10.30	10.15	10.23	82.11	9 491.00	115.58	55.04	30	OK	
M3	10.20	10.00	10.10	80.12	10 135.00	126.50	60.24	30	OK	
M4	10.23	10.18	10.21	81.79	16 723.00	204.46	97.36	70	OK	7
M5	10.21	10.11	10.16	81.07	17 076.00	210.62	100.30	70	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.9°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	12.75	TEMPERATURA AMBIENTE	28.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	7.7	HORA	12:45 p. m.
FACTOR CEMENTO	425	ARENA	22.69	HUMEDAD	46%
RATIO	0.5	PIEDRA	19.76	P.U.C. (kg/cm³)	15 613
VACIADO	27/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	10.5 "
ROTURA 1	2/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA 2	6/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA 3	27/03/19	DÍAS	28		

M6	10.17	10.39	10.28	83.00	16 092.00	193.88	92.32	70	OK	28
M7	10.23	10.13	10.18	81.39	23 203.00	285.07	135.75	100	OK	
M8	10.44	10.30	10.37	84.46	23 097.00	273.47	130.22	100	OK	
M9	10.20	10.10	10.15	80.91	23 050.00	284.87	135.65	100	OK	
M10	10.26	10.16	10.21	81.87	22 541.00	275.32	131.10	100	OK	
M11	10.10	10.20	10.15	80.91	22 253.00	275.02	130.96	100	OK	
M12	10.15	10.20	10.18	81.31	22 574.00	277.62	132.20	100	OK	
M13	10.20	10.35	10.28	82.92	22 525.00	271.65	129.36	100	OK	
M14	10.17	10.16	10.17	81.15	22 849.00	281.55	134.07	100	OK	
M15	10.50	10.24	10.37	84.46	24 382.00	288.68	137.47	100	OK	

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.10	10.30	10.20	81.71	10 259.00	125.55	59.79	30	OK	3
M2	10.30	10.50	10.40	84.95	10 344.00	121.77	57.98	30	OK	
M3	10.30	10.10	10.20	81.71	9 807.00	120.02	57.15	30	OK	
M4	10.27	10.16	10.22	81.95	14 959.00	182.53	86.92	70	OK	7
M5	10.20	10.21	10.21	81.79	15 221.00	186.09	88.62	70	OK	
M6	10.29	10.12	10.21	81.79	14 120.00	172.63	82.21	70	OK	
M7	10.20	10.23	10.22	81.95	20 608.00	251.46	119.74	100	OK	28
M8	10.20	10.20	10.20	81.71	18 976.00	232.23	110.58	100	OK	
M9	10.38	10.20	10.29	83.16	19 822.00	238.36	113.50	100	OK	
M10	10.13	10.13	10.13	80.60	21 944.00	272.27	129.65	100	OK	
M11	10.30	10.24	10.27	82.84	21 453.00	258.97	123.32	100	OK	
M12	10.27	10.30	10.29	83.08	21 455.00	258.24	122.97	100	OK	
M13	10.24	10.10	10.17	81.23	21 479.00	264.41	125.91	100	OK	
M14	10.22	10.37	10.30	83.24	22 282.00	267.68	127.47	100	OK	
M15	10.41	10.20	10.31	83.40	21 454.00	257.23	122.49	100	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	19.9°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	9	TEMPERATURA AMBIENTE	28.7 °C
RELACIÓN	0.7	AGUA	7.08	HORA	10:16 a. m.
FACTOR CEMENTO	300	ARENA	25.24	HUMEDAD	49%
RATIO	0.5	PIEDRA	22.03	P.U.C. (g/cm³)	15 515
VACIADO	1/03/19	ADITIVO	0.108	ASENTAMIENTO	11 "
ROTURA1	4/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA

ROTURA2	8/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	29/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.15	10.22	10.19	81.47	5 248.00	64.41	36.81	30	OK	3
M2	10.22	10.19	10.21	81.79	5 960.00	72.87	41.64	30	OK	
M3	10.21	10.45	10.33	83.81	5 285.00	63.06	36.03	30	OK	
M4	10.20	10.12	10.16	81.07	7 877.00	97.16	55.52	70	NO	7
M5	10.18	10.10	10.14	80.75	6 372.00	78.91	45.09	70	NO	
M6	10.18	10.05	10.12	80.36	5 751.00	71.57	40.90	70	NO	
M7	10.20	10.12	10.16	81.07	14 467.00	178.44	101.97	100	OK	28
M8	10.44	10.50	10.47	86.10	13 842.00	160.77	91.87	100	NO	
M9	10.38	10.20	10.29	83.16	14 007.00	168.43	96.25	100	NO	
M10	10.21	10.19	10.20	81.71	15 961.00	195.33	111.62	100	OK	
M11	10.34	10.24	10.29	83.16	15 324.00	184.27	105.30	100	OK	
M12	10.20	10.30	10.25	82.52	16 050.00	194.51	111.15	100	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.2°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	11.48	TEMPERATURA AMBIENTE	28.7 °C
RELACIÓN	0.7	AGUA	8.71	HORA	11:01 p. m.
FACTOR CEMENTO	382.5	ARENA	22.12	HUMEDAD	46%
RATIO	0.5	PIEDRA	19.31	P.U.C. (g/cm³)	14 956
VACIADO	1/03/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	12"
ROTURA1	4/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA

ROTURA2	8/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	29/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.25	10.45	10.35	84.13	5 175.00	61.51	35.15	30	OK	3
M2	10.20	10.20	10.20	81.71	4 142.00	50.69	28.97	30	NO	
M3	10.30	10.20	10.25	82.52	4 447.00	53.89	30.80	30	OK	
M4	10.38	10.15	10.27	82.76	9 580.00	115.76	66.15	70	NO	7
M5	10.20	10.20	10.20	81.71	9 273.00	113.48	64.85	70	NO	
M6	10.38	10.15	10.27	82.76	10 239.00	123.72	70.70	70	OK	
M7	10.12	10.18	10.15	80.91	11 223.00	138.70	79.26	100	NO	28
M8	9.91	10.40	10.16	80.99	11 987.00	148.00	84.57	100	NO	
M9	10.44	10.37	10.41	85.03	10 033.00	117.99	67.42	100	NO	
M10	10.24	10.33	10.29	83.08	10 956.00	131.87	75.36	100	NO	
M11	10.40	10.30	10.35	84.13	13 547.00	161.02	92.01	100	NO	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.2°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	10.8	TEMPERATURA AMBIENTE	28.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	6.71	HORA	11:40 a. m.
FACTOR CEMENTO	360	ARENA	24.85	HUMEDAD	46%
RATIO	0.5	PIEDRA	21.68	P.U.C. (g/cm³)	15 755
VACIADO	1/03/19	ADITIVO	0.151	ASENTAMIENTO	10.5 "
ROTURA1	4/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA

ROTURA2	8/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	29/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.10	10.30	10.20	81.71	10 259.00	125.55	59.79	30	OK	3
M2	10.30	10.50	10.40	84.95	10 344.00	121.77	57.98	30	OK	
M3	10.30	10.10	10.20	81.71	9 807.00	120.02	57.15	30	OK	
M4	10.20	10.24	10.22	82.03	15 155.00	184.74	87.97	70	OK	7
M5	10.45	10.25	10.35	84.13	16 118.00	191.58	91.23	70	OK	
M6	10.18	10.28	10.23	82.19	16 083.00	195.67	93.18	70	OK	
M7	10.16	10.20	10.18	81.39	21 581.00	265.15	126.26	100	OK	28
M8	10.20	10.20	10.20	81.71	20 688.00	253.18	120.56	100	OK	
M9	10.13	10.24	10.19	81.47	22 279.00	273.45	130.22	100	OK	
M10	10.27	10.37	10.32	83.65	24 111.00	288.25	137.26	100	OK	
M11	10.10	10.23	10.17	81.15	22 669.00	279.34	133.02	100	OK	
M12	10.32	10.13	10.23	82.11	21 271.00	259.04	123.35	100	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.9°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	12	TEMPERATURA AMBIENTE	16.7 °C
RELACIÓN	0.57	AGUA	7.47	HORA	10:42 a. m.
FACTOR CEMENTO	400	ARENA	23.44	HUMEDAD	57%
RATIO	0.5	PIEDRA	20.4	P.U.C. (g/cm³)	15 695
VACIADO	15/03/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	9.5 "
ROTURA1	18/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA

ROTURA2	22/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	12/04/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.70	10.25	10.48	86.18	10 006.00	116.11	55.29	30	OK	3
M2	10.15	10.20	10.18	81.31	10 053.00	123.63	58.87	30	OK	
M3	10.30	10.30	10.30	83.32	11 603.00	139.25	66.31	30	OK	
M4	10.16	10.26	10.21	81.87	15 563.00	190.09	90.52	70	OK	7
M5	10.25	10.20	10.23	82.11	14 838.00	180.70	86.05	70	OK	
M6	10.70	10.20	10.45	85.77	14 680.00	171.16	81.51	70	OK	
M7	10.17	10.21	10.19	81.55	18 807.00	230.61	109.82	100	OK	28
M8	10.15	10.20	10.18	81.31	20 243.00	248.95	118.55	100	OK	
M9	10.20	10.29	10.25	82.44	20 082.00	243.61	116.00	100	OK	
M10	10.65	10.40	10.53	87.00	19 186.00	220.52	105.01	100	OK	
M11	10.30	10.44	10.37	84.46	18 725.00	221.70	105.57	100	OK	
M12	10.24	10.26	10.25	82.52	21 014.00	254.67	121.27	100	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	24.1°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	9.6	TEMPERATURA AMBIENTE	16.7 °C
RELACIÓN	0.57	AGUA	6.18	HORA	1:00 p. m.
FACTOR CEMENTO	320	ARENA	26.07	HUMEDAD	57%
RATIO	0.5	PIEDRA	22.69	P.U.C. (g/cm³)	15 863
VACIADO	15/03/19	ADITIVO	0.125	ASENTAMIENTO	10 "
ROTURA1	18/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	22/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA

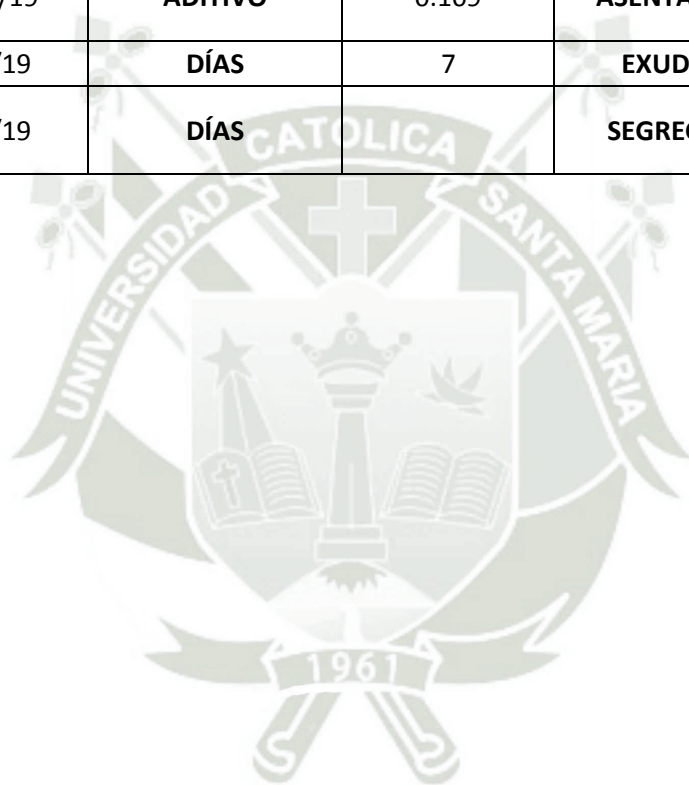
ROTURA3	12/04/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg.f)	f'c (kg.f / cm²)	% de resistencia	% de resistencia Requerida según ACI	Observación	Días
M1	10.45	10.45	10.45	85.77	9,431.00	109.96	52.36	30	OK	3
M2	10.20	10.30	10.25	82.52	9,345.00	113.25	53.93	30	OK	
M3	10.22	10.25	10.24	82.27	9,639.00	117.16	55.79	30	OK	
M4	10.28	10.39	10.34	83.89	15,634.00	186.36	88.74	70	OK	7
M5	10.26	10.48	10.37	84.46	15,871.00	187.91	89.48	70	OK	
M6	10.45	10.46	10.46	85.85	15,014.00	174.89	83.28	70	OK	
M7	10.26	10.52	10.39	84.79	21,683.00	255.74	121.78	100	OK	28
M8	10.50	10.59	10.55	87.33	21,630.00	247.67	117.94	100	OK	
M9	10.19	10.23	10.21	81.87	20,800.00	254.05	120.98	100	OK	
M10	10.12	10.29	10.21	81.79	20,024.00	244.81	116.58	100	OK	
M11	10.28	10.33	10.31	83.40	21,603.00	259.02	123.34	100	OK	
M12	10.11	10.19	10.15	80.91	20,809.00	257.18	122.46	100	OK	

AGREGADO TRITURADO

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.3 °C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	7.8	TEMPERATURA AMBIENTE	22.1 °C
RELACIÓN	0.75	AGUA	6.34	HORA	10.31 AM

FACTOR CEMENTO	260	ARENA	20.68	HUMEDAD	67%
RATIO	0.40	PIEDRA	29.40	P.U.C. (g/cm³)	15 163
VACIADO	31/01/19	ADITIVO	0.109	ASENTAMIENTO	9 "
ROTURA1	6/02/19	DÍAS	7	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA2	8/02/19	DÍAS		SEGREGACIÓN	NULA



Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI	Observación	Días

								(%)		
M1	10.21	10.18	10.20	81.63	8 438.00	103.37	59.07	60.00	NO	
M2	10.24	10.18	10.21	81.87	9 238.00	112.83	64.48	60.00	OK	
M3	10.22	10.22	10.22	82.03	9 848.00	120.05	68.60	60.00	OK	
M4	10.17	10.11	10.14	80.75	9 797.00	121.32	69.32	60.00	OK	
M5	10.25	10.10	10.18	81.31	9 978.00	122.71	70.12	70.00	OK	7
M6	10.21	10.20	10.21	81.79	11 219.00	137.16	78.38	70.00	OK	
M7	10.20	10.29	10.25	82.44	10 998.00	133.41	76.24	70.00	OK	
M8	10.20	10.29	10.25	82.44	9 928.00	120.43	68.82	70.00	NO	
M9	10.30	10.14	10.22	82.03	10 478.00	127.73	72.99	70.00	OK	
M10	10.12	10.30	10.21	81.87	10 081.00	123.13	70.36	70.00	OK	
M11	10.14	10.24	10.19	81.55	9 793.00	120.08	68.62	70.00	NO	
M12	10.15	10.30	10.23	82.11	9 403.00	114.51	65.44	70.00	NO	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.3 °C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	11.48	TEMPERATURA AMBIENTE	23 °C
RELACIÓN	0.70	AGUA	8.44	HORA	11:10 a. m.
FACTOR CEMENTO	382.5	ARENA	17.38	HUMEDAD	70%
RATIO	0.40	PIEDRA	24.70	P.U.C. (g/cm³)	15 437

VACIADO	31/01/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	9 "
ROTURA1	4/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA2	6/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	8/02/19	DÍAS	7		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.30	10.40	10.35	84.13	5 884.00	69.94	39.96	30.00	OK	3
M2	10.25	10.20	10.23	82.11	5 680.00	69.17	39.53	30.00	OK	
M3	10.37	10.10	10.24	82.27	6 148.00	74.73	42.70	30.00	OK	
M4	10.15	10.15	10.15	80.91	9 623.00	118.93	67.96	60.00	OK	7
M5	10.12	10.15	10.14	80.67	9 728.00	120.58	68.90	60.00	OK	
M6	10.14	10.18	10.16	81.07	10 454.00	128.95	73.68	60.00	OK	
M7	10.19	10.16	10.18	81.31	8 797.00	108.19	61.82	60.00	OK	
M8	10.20	10.26	10.23	82.19	10 320.00	125.56	71.75	70.00	OK	7
M9	10.13	10.12	10.13	80.52	6 175.00	76.69	43.82	70.00	NO	
M10	10.15	10.25	10.20	81.71	8 261.00	101.10	57.77	70.00	NO	
M11	10.20	10.13	10.17	81.15	11 653.00	143.59	82.05	70.00	OK	
M12	10.13	10.12	10.13	80.52	10 010.00	124.32	71.04	70.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.3°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	9	TEMPERATURA AMBIENTE	24.7 °C
RELACIÓN	0.70	AGUA	6.77	HORA	11:50 a. m.
FACTOR CEMENTO	300	ARENA	19.81	HUMEDAD	70%

RATIO	0.40	PIEDRA	28.17	P.U.C. (g/cm³)	16 052
VACIADO	31/01/19	ADITIVO	0.126	ASENTAMIENTO	10"
ROTURA1	4/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA2	6/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.12	10.12	10.12	80.44	10 320.00	128.30	73.31	35.00	OK	3
M2	10.30	10.30	10.30	83.32	10 214.00	122.58	70.05	35.00	OK	
M3	10.20	10.20	10.20	81.71	9 040.00	110.63	63.22	35.00	OK	
M4	10.21	10.17	10.19	81.55	11 272.00	138.22	78.98	70.00	OK	7
M5	10.17	10.23	10.20	81.71	11 570.00	141.59	80.91	70.00	OK	
M6	10.24	10.31	10.28	82.92	10 559.00	127.34	72.77	70.00	OK	
M7	10.28	10.31	10.30	83.24	11 738.00	141.01	80.58	70.00	OK	
M8	10.25	10.15	10.20	81.71	10 758.00	131.66	75.23	70.00	OK	
M9	10.21	10.34	10.28	82.92	10 841.00	130.74	74.71	70.00	OK	
M10	10.34	10.54	10.44	85.60	11 657.00	136.17	77.81	70.00	OK	
M11	10.31	10.27	10.29	83.16	11 772.00	141.56	80.89	70.00	OK	
M12	10.47	10.05	10.26	82.68	11 133.00	134.66	76.95	70.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.6°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	10.20	TEMPERATURA AMBIENTE	25°C
RELACIÓN	0.60	AGUA	6.58	HORA	2:30 p. m.
FACTOR CEMENTO	340	ARENA	19.56	HUMEDAD	70%

RATIO	0.40	PIEDRA	27.81	P.U.C. (g/cm³)	16 222
VACIADO	31/01/19	ADITIVO	0.143	ASENTAMIENTO	9"
ROTURA1	4/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	6/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.20	10.24	10.22	82.03	11 566.00	140.99	80.57	35.00	OK	3
M2	10.29	10.22	10.26	82.60	11 665.00	141.23	80.70	35.00	OK	
M3	10.38	10.17	10.28	82.92	13 018.00	157.00	89.71	35.00	OK	
M4	10.20	10.47	10.34	83.89	14 689.00	175.10	100.06	70.00	OK	7
M5	10.17	10.22	10.20	81.63	14 758.00	180.79	103.31	70.00	OK	
M6	10.17	10.21	10.19	81.55	14 941.00	183.21	104.69	70.00	OK	
M7	10.31	10.41	10.36	84.30	15 076.00	178.84	102.20	70.00	OK	
M8	10.34	10.33	10.34	83.89	14 618.00	174.25	99.57	70.00	OK	
M9	10.40	10.49	10.45	85.69	15 288.00	178.42	101.95	70.00	OK	
M10	10.26	10.53	10.40	84.87	15 550.00	183.23	104.70	70.00	OK	
M11	10.28	10.23	10.26	82.60	15 225.00	184.33	105.33	70.00	OK	
M12	10.26	10.21	10.24	82.27	14 792.00	179.79	102.74	70.00	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.8 °C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	10.8	TEMPERATURA AMBIENTE	19.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	6.61	HORA	11:12 a. m.
FACTOR CEMENTO	360	ARENA	19.33	HUMEDAD	62%
RATIO	0.40	PIEDRA	27.73	P.U.C. (g/cm³)	15 961

VACIADO	5/02/19	ADITIVO	0.151	ASENTAMIENTO	10 "
ROTURA1	8/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	12/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.40	10.10	10.25	82.52	11 850.00	143.61	68.39	30.00	OK	3
M2	10.30	10.20	10.25	82.52	12 484.00	151.29	72.04	30.00	OK	
M3	10.10	10.30	10.20	81.71	11 789.00	144.27	68.70	30.00	OK	
M4	10.20	10.30	10.25	82.52	16 834.00	204.01	97.15	70.00	OK	7
M5	10.30	10.20	10.25	82.52	17 633.00	213.69	101.76	70.00	OK	
M6	10.30	10.21	10.26	82.60	17 766.00	215.09	102.43	70.00	OK	
M7	10.10	10.22	10.16	81.07	17 730.00	218.69	104.14	70.00	OK	
M8	10.30	10.11	10.21	81.79	17 439.00	213.21	101.53	70.00	OK	
M9	10.11	10.22	10.17	81.15	17 250.00	212.56	101.22	70.00	OK	
M10	10.20	10.30	10.25	82.52	17 235.00	208.87	99.46	70.00	OK	
M11	10.25	10.11	10.18	81.39	17 291.00	212.44	101.16	70.00	OK	
M12	10.23	10.20	10.22	81.95	18 321.00	223.55	106.45	70.00	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	22.6 °C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	12.75	TEMPERATURA AMBIENTE	19.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	7.63	HORA	12:06 p. m.
FACTOR CEMENTO	425	ARENA	17.75	HUMEDAD	58%
RATIO	0.40	PIEDRA	25.47	P.U.C. (g/cm³)	15 759

VACIADO	5/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	8.7 "
ROTURA1	8/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	12/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.20	10.22	10.21	81.87	10 975.00	134.05	63.83	30.00	OK	3
M2	10.12	10.20	10.16	81.07	10 378.00	128.01	60.96	30.00	OK	
M3	10.20	10.32	10.26	82.68	11 496.00	139.05	66.21	30.00	OK	
M4	10.20	10.20	10.20	81.71	16 299.00	199.47	94.98	70.00	OK	7
M5	10.10	10.30	10.20	81.71	16 037.00	196.26	93.46	70.00	OK	
M6	10.10	10.45	10.28	82.92	15 872.00	191.42	91.15	70.00	OK	
M7	10.12	10.20	10.16	81.07	15 898.00	196.09	93.38	70.00	OK	
M8	10.20	10.30	10.25	82.52	15 362.00	186.17	88.65	70.00	OK	
M9	10.13	10.40	10.27	82.76	15 580.00	188.26	89.65	70.00	OK	
M10	10.50	10.10	10.30	83.32	15 838.00	190.08	90.51	70.00	OK	
M11	10.30	10.22	10.26	82.68	16 071.00	194.38	92.56	70.00	OK	
M12	10.30	10.15	10.23	82.11	16 021.00	195.11	92.91	70.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21 °C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	12.12	TEMPERATURA AMBIENTE	23.2 °C
RELACIÓN	0.60	AGUA	7.88	HORA	1:30 p. m.
FACTOR CEMENTO	404	ARENA	17.7	HUMEDAD	54%
RATIO	0.40	PIEDRA	25.44	P.U.C. (g/cm³)	15 583

VACIADO	7/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	10 "
ROTURA1	14/02/19	DÍAS	7	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA2		DÍAS		SEGREGACIÓN	NULA

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.34	10.35	10.35	84.05	13 609.00	161.91	92.52	70.00	OK	7
M2	10.18	10.16	10.17	81.23	14 251.00	175.43	100.25	70.00	OK	
M3	10.25	10.31	10.28	83.00	13 351.00	160.86	91.92	70.00	OK	
M4	10.22	10.12	10.17	81.23	13 438.00	165.43	94.53	70.00	OK	
M5	10.15	10.23	10.19	81.55	14 276.00	175.05	100.03	70.00	OK	
M6	10.14	10.30	10.22	82.03	13 384.00	163.15	93.23	70.00	OK	
M7	10.50	10.25	10.38	84.54	13 692.00	161.96	92.55	70.00	OK	
M8	10.39	10.37	10.38	84.62	14 516.00	171.54	98.02	70.00	OK	
M9	10.20	10.30	10.25	82.52	14 400.00	174.51	99.72	70.00	OK	
M10	10.26	10.15	10.21	81.79	14 973.00	183.06	104.61	70.00	OK	
M11	10.20	10.30	10.25	82.52	14 702.00	178.17	101.81	70.00	OK	
M12	10.27	10.32	10.30	83.24	13 704.00	164.63	94.07	70.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.7 °C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	8.94	TEMPERATURA AMBIENTE	26.40 °C
RELACIÓN	0.70	AGUA	6.88	HORA	11:40 a. m.
FACTOR CEMENTO	298	ARENA	19.69	HUMEDAD	79%
RATIO	0.40	PIEDRA	28.30	P.U.C. (g/cm³)	15 923

VACIADO	18/02/19	ADITIVO	0.116	ASENTAMIENTO	10 "
ROTURA1	21/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	25/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	LIGERA
ROTURA3	18/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.12	10.26	10.19	81.55	9 219.00	113.04	64.60	30.00	OK	3
M2	10.35	10.35	10.35	84.13	8 880.00	105.55	60.31	30.00	OK	
M3	10.15	10.23	10.19	81.55	9 642.00	118.23	67.56	30.00	OK	
M4	10.21	10.17	10.19	81.55	12 270.00	150.45	85.97	70.00	OK	7
M5	10.23	10.15	10.19	81.55	12 712.00	155.87	89.07	70.00	OK	
M6	10.30	10.14	10.22	82.03	12 804.00	156.08	89.19	70.00	OK	
M7	10.21	10.20	10.21	81.79	17 627.00	215.51	123.15	100.00	OK	28
M8	10.45	10.10	10.28	82.92	18 041.00	217.57	124.33	100.00	OK	
M9	10.30	10.48	10.39	84.79	16 012.00	188.85	107.92	100.00	OK	
M10	10.20	10.35	10.28	82.92	17 882.00	215.66	123.23	100.00	OK	
M11	10.35	10.20	10.28	82.92	18 197.00	219.46	125.40	100.00	OK	
M12	10.25	10.15	10.20	81.71	17 946.00	219.62	125.50	100.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.4 °C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	8.94	TEMPERATURA AMBIENTE	27.30 °C
RELACIÓN	0.70	AGUA	6.88	HORA	12:20 a. m.
FACTOR CEMENTO	298	ARENA	19.69	HUMEDAD	80%
RATIO	0.40	PIEDRA	28.30	P.U.C. (g/cm³)	15 868

VACIADO	18/02/19	ADITIVO	0.116	ASENTAMIENTO	10 "
ROTURA1	21/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	25/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	LIGERA
ROTURA3	18/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.21	10.20	10.21	81.79	8 921.00	109.07	62.32	30.00	OK	3
M2	10.22	10.13	10.18	81.31	8 874.00	109.13	62.36	30.00	OK	
M3	10.04	10.35	10.20	81.63	9 020.00	110.49	63.14	30.00	OK	
M4	10.23	10.17	10.20	81.71	11 897.00	145.60	83.20	70.00	OK	7
M5	10.31	10.35	10.33	83.81	11 840.00	141.27	80.73	70.00	OK	
M6	10.38	10.33	10.36	84.22	12 556.00	149.09	85.20	70.00	OK	
M7	10.25	10.15	10.20	81.71	17 186.00	210.32	120.18	100.00	OK	28
M8	10.50	10.50	10.50	86.59	17 277.00	199.53	114.01	100.00	OK	
M9	10.35	10.45	10.40	84.95	17 590.00	207.07	118.32	100.00	OK	
M10	10.38	10.10	10.24	82.35	17 181.00	208.62	119.21	100.00	OK	
M11	10.45	10.40	10.43	85.36	16 335.00	191.37	109.36	100.00	OK	
M12	10.25	10.20	10.23	82.11	18 307.00	222.95	127.40	100.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	17.9°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	6.43	TEMPERATURA AMBIENTE	26.60 °C
RELACIÓN	0.70	AGUA	4.97	HORA	10:06 a. m.
FACTOR CEMENTO	257	ARENA	17.6	HUMEDAD	76%
RATIO	0.40	PIEDRA	25.04	P.U.C. (g/cm³)	15 658

VACIADO	19/02/19	ADITIVO	0.084	ASENTAMIENTO	8"
ROTURA1	22/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	26/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	19/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.40	10.37	10.39	84.70	9 372.00	110.64	63.23	30.00	OK	3
M2	10.15	10.30	10.23	82.11	8 705.00	106.01	60.58	30.00	OK	
M3	10.20	10.32	10.26	82.68	8 875.00	107.35	61.34	30.00	OK	
M4	10.10	10.30	10.20	81.71	11 276.00	138.00	78.85	70.00	OK	7
M5	10.20	10.50	10.35	84.13	11 108.00	132.03	75.44	70.00	OK	
M6	10.30	10.40	10.35	84.13	10 374.00	123.30	70.46	70.00	OK	
M7	10.22	10.42	10.32	83.65	16 987.00	203.08	116.05	100.00	OK	28
M8	10.17	10.23	10.20	81.71	16 600.00	203.15	116.09	100.00	OK	
M9	10.14	10.64	10.39	84.79	17 107.00	201.77	115.30	100.00	OK	
M10	10.17	10.45	10.31	83.48	16 978.00	203.37	116.21	100.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.2°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	9.56	TEMPERATURA AMBIENTE	27.50 °C
RELACIÓN	0.70	AGUA	7.08	HORA	10:51 a. m.
FACTOR CEMENTO	382.5	ARENA	14.46	HUMEDAD	76%
RATIO	0.40	PIEDRA	20.57	P.U.C. (g/cm³)	15 448

VACIADO	19/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	11"
ROTURA1	22/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA2	26/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	19/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.22	10.20	10.21	81.87	5 625.00	68.70	39.26	30.00	OK	3
M2	10.20	10.25	10.23	82.11	7 380.00	89.88	51.36	30.00	OK	
M3	10.18	10.23	10.21	81.79	6 685.00	81.73	46.70	30.00	OK	
M4	10.10	10.20	10.15	80.91	9 213.00	113.86	65.06	70.00	NO	7
M5	10.40	10.50	10.45	85.77	10 281.00	119.87	68.50	70.00	NO	
M6	10.30	10.22	10.26	82.68	9 903.00	119.78	68.45	70.00	NO	
M7	10.21	10.14	10.18	81.31	15 259.00	187.66	107.23	100.00	OK	28
M8	10.22	10.20	10.21	81.87	15 312.00	187.02	106.87	100.00	OK	
M9	10.24	10.16	10.20	81.71	14 616.00	178.87	102.21	100.00	OK	
M10	10.24	10.15	10.20	81.63	14 925.00	182.83	104.47	100.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.9°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	8.5	TEMPERATURA AMBIENTE	29.70 °C
RELACIÓN	0.70	AGUA	6.36	HORA	12:51 a. m.
FACTOR CEMENTO	340	ARENA	15.55	HUMEDAD	76%
RATIO	0.40	PIEDRA	22.11	P.U.C. (g/cm³)	15 782

VACIADO	19/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	10"
ROTURA1	22/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA2	26/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	19/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm ²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.10	10.20	10.15	80.91	7 079.00	87.49	49.99	30.00	OK	3
M2	10.20	10.20	10.20	81.71	6 863.00	83.99	47.99	30.00	OK	
M3	10.21	10.15	10.18	81.39	7 046.00	86.57	49.47	30.00	OK	
M4	10.40	10.24	10.32	83.65	8 859.00	105.91	60.52	70.00	NO	7
M5	10.35	10.15	10.25	82.52	10 175.00	123.31	70.46	70.00	OK	
M6	10.25	10.45	10.35	84.13	7 924.00	94.18	53.82	70.00	NO	
M7	10.10	10.20	10.15	80.91	15 270.00	188.72	107.84	100.00	OK	28
M8	10.15	10.26	10.21	81.79	13 982.00	170.94	97.68	100.00	NO	
M9	10.20	10.20	10.20	81.71	15 163.00	185.56	106.04	100.00	OK	
M10	10.12	10.20	10.16	81.07	14 908.00	183.88	105.08	100.00	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.8°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	9.56	TEMPERATURA AMBIENTE	31 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	5.68	HORA	1:40 p. m.
FACTOR CEMENTO	382.5	ARENA	15.85	HUMEDAD	76%
RATIO	0.40	PIEDRA	22.55	P.U.C. (g/cm³)	15 790

VACIADO	19/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	18"
ROTURA1	22/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	26/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA2	19/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.52	10.58	10.55	87.42	11 817.00	135.18	64.37	30.00	OK	3
M2	10.60	10.20	10.40	84.95	12 132.00	142.82	68.01	30.00	OK	
M3	10.30	10.20	10.25	82.52	10 357.00	125.52	59.77	30.00	OK	
M4	10.15	10.40	10.28	82.92	13 261.00	159.93	76.16	70.00	OK	7
M5	10.50	10.20	10.35	84.13	14 961.00	177.82	84.68	70.00	OK	
M6	10.30	10.20	10.25	82.52	13 766.00	166.83	79.44	70.00	OK	
M7	10.19	10.22	10.21	81.79	21 112.00	258.12	122.91	100.00	OK	28
M8	10.24	10.47	10.36	84.22	22 006.00	261.31	124.43	100.00	OK	
M9	10.48	10.50	10.49	86.43	22 863.00	264.54	125.97	100.00	OK	
M10	10.50	10.65	10.58	87.83	22 611.00	257.44	122.59	100.00	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.9°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	8.5	TEMPERATURA AMBIENTE	21.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	5.12	HORA	3:16 p. m.
FACTOR CEMENTO	340	ARENA	16.69	HUMEDAD	76%
RATIO	0.40	PIEDRA	23.73	P.U.C. (g/cm³)	15 926

VACIADO	19/02/19	ADITIVO	0.119	ASENTAMIENTO	8"
ROTURA1	22/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	26/02/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	19/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.20	10.22	10.21	81.87	13 561.00	165.63	78.87	30.00	OK	3
M2	10.50	10.35	10.43	85.36	13 244.00	155.16	73.89	30.00	OK	
M3	10.20	10.22	10.21	81.87	13 723.00	167.61	79.82	30.00	OK	
M4	10.25	10.40	10.33	83.73	18 323.00	218.84	104.21	70.00	OK	7
M5	10.18	10.20	10.19	81.55	17 997.00	220.68	105.09	70.00	OK	
M6	10.30	10.10	10.20	81.71	17 790.00	217.71	103.67	70.00	OK	
M7	10.17	10.26	10.22	81.95	25 452.00	310.57	147.89	100.00	OK	28
M8	10.14	10.26	10.20	81.71	26 353.00	322.51	153.58	100.00	OK	
M9	10.15	10.24	10.20	81.63	26 111.00	319.86	152.31	100.00	OK	
M10	10.60	10.30	10.45	85.77	26 025.00	303.44	144.49	100.00	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.9°C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	12.75	TEMPERATURA AMBIENTE	21.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	7.61	HORA	3:16 p. m.
FACTOR CEMENTO	425	ARENA	17.79	HUMEDAD	76%
RATIO	0.40	PIEDRA	25.45	P.U.C. (g/cm³)	15 926

VACIADO	22/02/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	8"
ROTURA1	25/02/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	1/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	22/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.18	10.22	10.20	81.71	13 691.00	167.55	79.79	30.00	OK	3
M2	10.13	10.35	10.24	82.35	14 535.00	176.49	84.04	30.00	OK	
M3	10.40	10.15	10.28	82.92	14 217.00	171.46	81.65	30.00	OK	
M4	10.70	10.35	10.53	87.00	15 310.00	175.97	83.80	70.00	OK	7
M5	10.60	10.40	10.50	86.59	16 595.00	191.65	91.26	70.00	OK	
M6	10.15	10.35	10.25	82.52	16 022.00	194.17	92.46	70.00	OK	
M7	10.09	10.28	10.19	81.47	22 646.00	277.96	132.36	100.00	OK	28
M8	10.20	10.30	10.25	82.52	22 729.00	275.45	131.17	100.00	OK	
M9	10.44	10.30	10.37	84.46	23 356.00	276.54	131.68	100.00	OK	
M10	10.30	10.20	10.25	82.52	20 040.00	242.86	115.65	100.00	OK	
M11	10.30	10.12	10.21	81.87	22 558.00	275.52	131.20	100.00	OK	
M12	10.30	10.13	10.22	81.95	20 922.00	255.29	121.57	100.00	OK	

RESISTENCIA	175	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	20.3°C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	7.5	TEMPERATURA AMBIENTE	24.7 °C
RELACIÓN	0.70	AGUA	5.9	HORA	11:50 a. m.
FACTOR CEMENTO	300	ARENA	16.32	HUMEDAD	70%
RATIO	0.40	PIEDRA	23.42	P.U.C. (g/cm³)	16 052

VACIADO	1/03/19	ADITIVO	0.098	ASENTAMIENTO	10"
ROTURA1	4/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	LIGERA
ROTURA2	8/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	29/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.15	10.22	10.19	81.47	7 816.00	95.93	54.82	30.00	OK	3
M2	10.22	10.19	10.21	81.79	8 722.00	106.64	60.93	30.00	OK	
M3	10.21	10.45	10.33	83.81	8 226.00	98.15	56.09	30.00	OK	
M4	10.42	10.30	10.36	84.30	12 369.00	146.73	83.85	70.00	OK	7
M5	10.20	10.20	10.20	81.71	11 024.00	134.91	77.09	70.00	OK	
M6	10.25	10.52	10.39	84.70	12 041.00	142.15	81.23	70.00	OK	
M7	10.20	10.25	10.23	82.11	15 195.00	185.05	105.74	100.00	OK	28
M8	10.20	10.20	10.20	81.71	15 312.00	187.39	107.08	100.00	OK	
M9	10.20	10.10	10.15	80.91	16 777.00	207.34	118.48	100.00	OK	
M10	10.26	10.26	10.26	82.68	19 126.00	231.33	132.19	100.00	OK	
M11	10.10	10.30	10.20	81.71	16 901.00	206.83	118.19	100.00	OK	
M12	10.37	10.56	10.47	86.01	17 735.00	206.19	117.82	100.00	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	21.8 °C
ADITIVO	C/A	CEMENTO	9	TEMPERATURA AMBIENTE	19.7 °C
RELACIÓN	0.55	AGUA	5.59	HORA	11:12 a. m.
FACTOR CEMENTO	360	ARENA	16.07	HUMEDAD	62%
RATIO	0.40	PIEDRA	23.06	P.U.C. (g/cm³)	15 961

VACIADO	1/03/19	ADITIVO	0.126	ASENTAMIENTO	10 "
ROTURA1	4/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	8/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	29/03/19	DIAS	28		

Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm ²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.40	10.45	10.43	85.36	14 242.00	166.85	79.45	30.00	OK	3
M2	10.30	10.10	10.20	81.71	14 146.00	173.12	82.44	30.00	OK	
M3	10.20	10.30	10.25	82.52	13 948.00	169.03	80.49	30.00	OK	
M4	10.30	10.47	10.39	84.70	19 630.00	231.75	110.36	70.00	OK	7
M5	10.15	10.31	10.23	82.19	18 719.00	227.74	108.45	70.00	OK	
M6	10.21	10.20	10.21	81.79	19 935.00	243.73	116.06	70.00	OK	
M7	10.43	10.50	10.47	86.01	25 325.00	294.43	140.20	100.00	OK	28
M8	10.52	10.40	10.46	85.93	25 429.00	295.92	140.91	100.00	OK	
M9	10.24	10.20	10.22	82.03	25 436.00	310.07	147.65	100.00	OK	
M10	10.50	10.48	10.49	86.43	26 712.00	309.08	147.18	100.00	OK	
M11	10.52	10.42	10.47	86.10	25 880.00	300.59	143.14	100.00	OK	
M12	10.30	10.37	10.34	83.89	26 803.00	319.50	152.14	100.00	OK	

RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	22.4 °C
ADITIVO	S/A	CEMENTO	12	TEMPERATURA AMBIENTE	16.7 °C
RELACIÓN	0.57	AGUA	7.47	HORA	10:50 a. m.
FACTOR CEMENTO	400	ARENA	18.18	HUMEDAD	60%
RATIO	0.40	PIEDRA	26.07	P.U.C. (g/cm ³)	15 774

VACIADO	12/03/19	ADITIVO	0	ASENTAMIENTO	9 "
ROTURA1	15/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	19/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	9/04/19	DIAS	28		

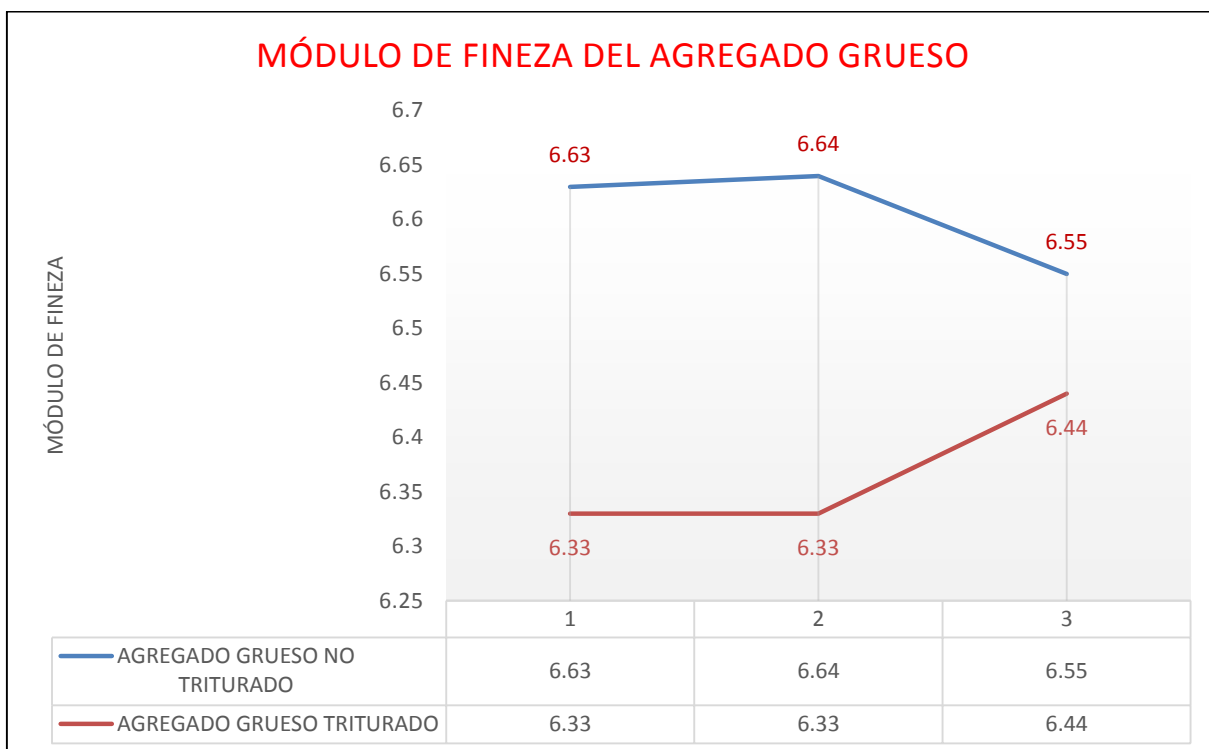
Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.15	10.20	10.18	81.31	9 063.00	111.46	53.08	30.00	OK	3
M2	10.30	10.30	10.30	83.32	11 013.00	132.17	62.94	30.00	OK	
M3	10.40	10.30	10.35	84.13	10 649.00	126.57	60.27	30.00	OK	
M4	10.40	10.35	10.38	84.54	15 935.00	188.49	89.76	70.00	OK	7
M5	10.20	10.25	10.23	82.11	14 923.00	181.74	86.54	70.00	OK	
M6	10.27	10.38	10.33	83.73	16 704.00	199.50	95.00	70.00	OK	
M7	10.31	10.30	10.31	83.40	21 697.00	260.14	123.88	100.00	OK	28
M8	10.20	10.20	10.20	81.71	21 973.00	268.91	128.05	100.00	OK	
M9	10.20	10.26	10.23	82.19	23 563.00	286.67	136.51	100.00	OK	
M10	10.18	10.20	10.19	81.55	22 183.00	272.01	129.53	100.00	OK	
M11	10.35	10.37	10.36	84.30	21 325.00	252.98	120.46	100.00	OK	
M12	10.56	10.43	10.50	86.51	20 935.00	242.00	115.24	100.00	OK	
			RESISTENCIA	210	DOSIFICACIÓN	kg	TEMPERATURA CONCRETO	24 °C		
			ADITIVO	C/A	CEMENTO	9.6	TEMPERATURA AMBIENTE	16.7 °C		
			RELACIÓN	0.57	AGUA	6.17	HORA	12:40 p. m.		
			FACTOR CEMENTO	320	ARENA	20.21	HUMEDAD	60%		
			RATIO	0.40	PIEDRA	28.99	P.U.C. (g/cm³)	16 127		

VACIADO	12/03/19	ADITIVO	0.125	ASENTAMIENTO	9 "
ROTURA1	15/03/19	DÍAS	3	EXUDACIÓN	NULA
ROTURA2	19/03/19	DÍAS	7	SEGREGACIÓN	NULA
ROTURA3	9/04/19	DIAS	28		

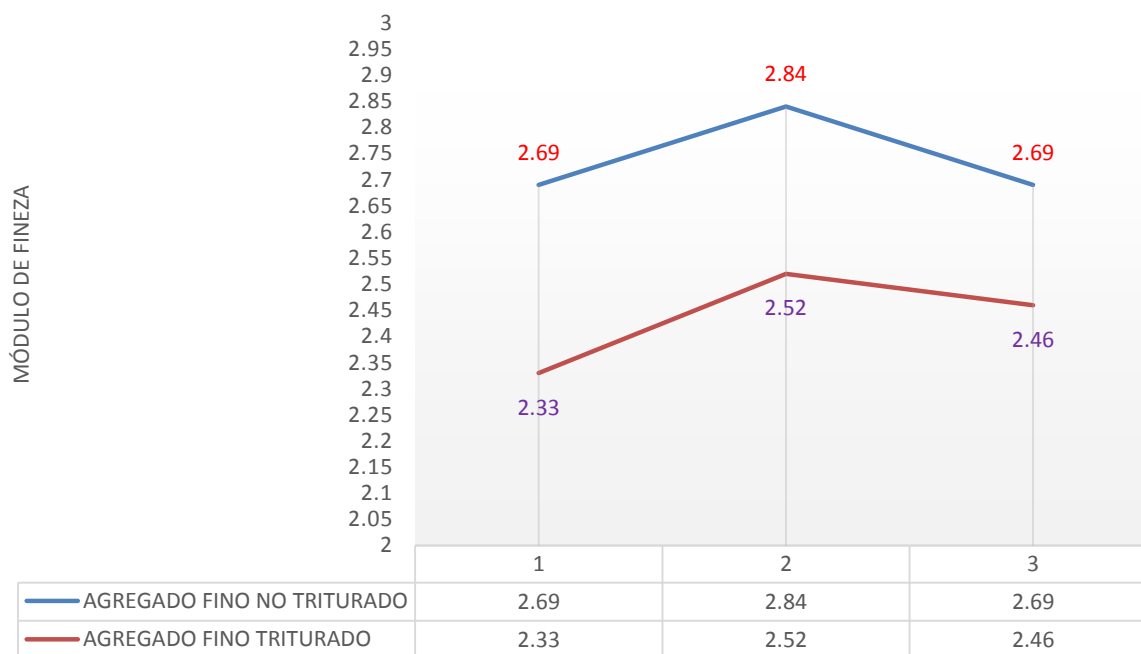
Tipo	D1 (cm)	D2 (cm)	Dprom (cm)	Área (cm²)	Fuerza (kg)	f'c (kg/cm²)	Porcentaje de resistencia (%)	Porcentaje de resistencia Requerida Según ACI (%)	Observación	Días
M1	10.20	10.20	10.20	81.71	14 376.00	175.93	83.78	30.00	OK	3
M2	10.30	10.35	10.33	83.73	13 907.00	166.10	79.09	30.00	OK	
M3	10.10	10.10	10.10	80.12	14 600.00	182.23	86.78	30.00	OK	
M4	10.25	10.20	10.23	82.11	19 703.00	239.95	114.26	70.00	OK	7
M5	10.30	10.40	10.35	84.13	20 196.00	240.05	114.31	70.00	OK	
M6	10.14	10.25	10.20	81.63	19 638.00	240.57	114.55	70.00	OK	
M7	10.22	10.20	10.21	81.87	24 666.00	301.27	143.46	100.00	OK	28
M8	10.55	10.20	10.38	84.54	25 780.00	304.94	145.21	100.00	OK	
M9	10.30	10.20	10.25	82.52	25 480.00	308.79	147.04	100.00	OK	
M10	10.57	10.30	10.44	85.52	24 505.00	286.54	136.45	100.00	OK	
M11	10.16	10.22	10.19	81.55	25 223.00	309.28	147.28	100.00	OK	
M12	10.22	10.14	10.18	81.39	25 318.00	311.06	148.12	100.00	OK	

CAPITULO V

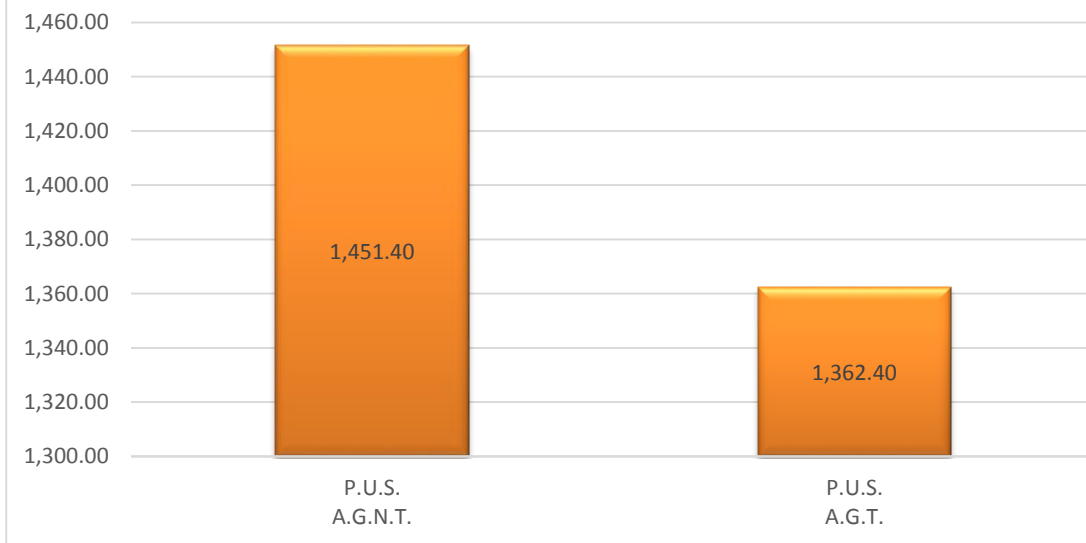
5. CUADROS COMPARATIVOS Y COSTOS



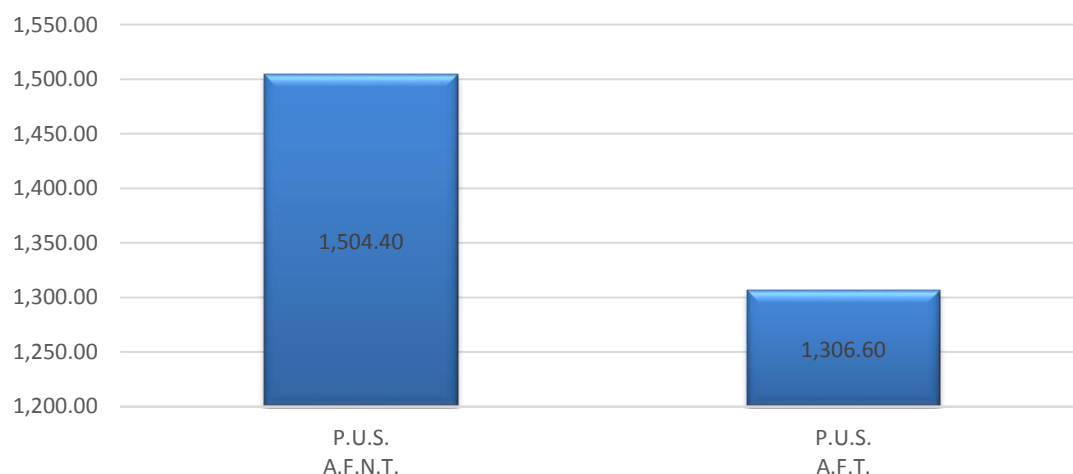
MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO



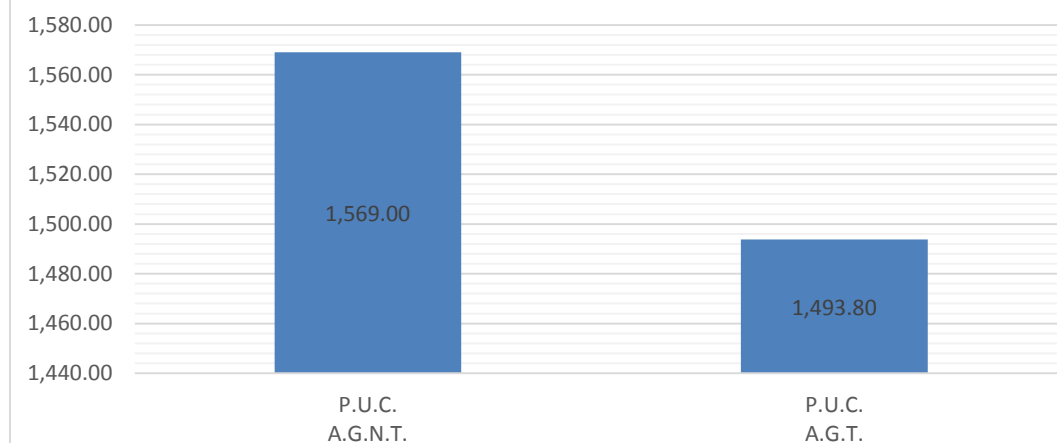
PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO (kg/m³)

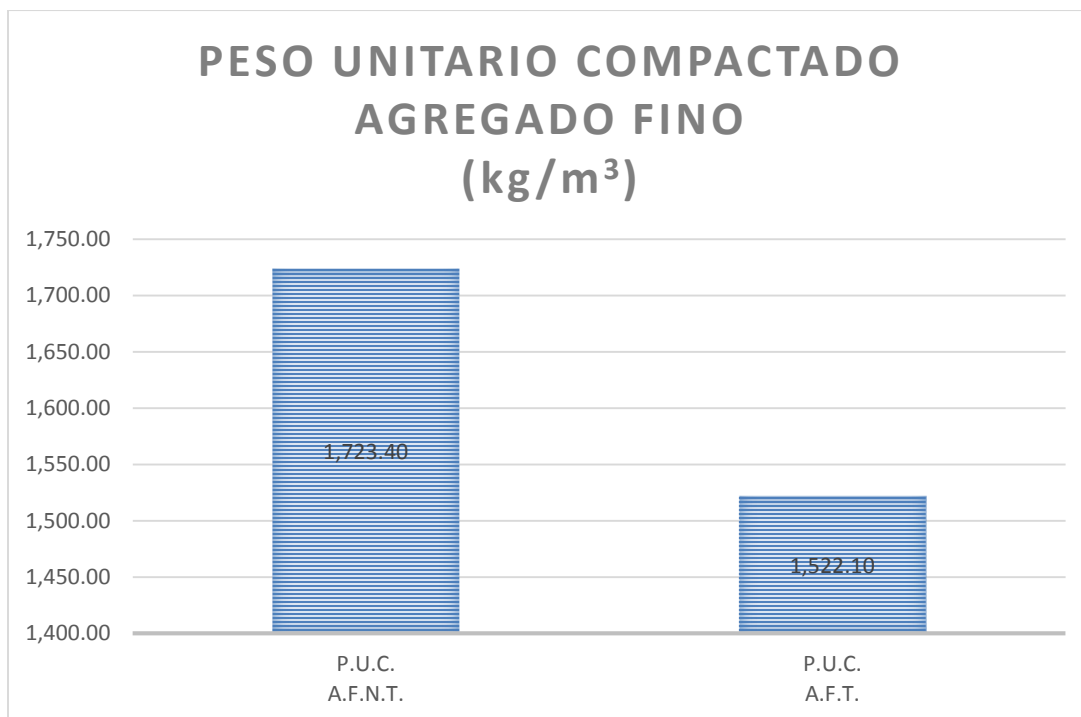


PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO (kg/m³)



PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO (kg/m³)

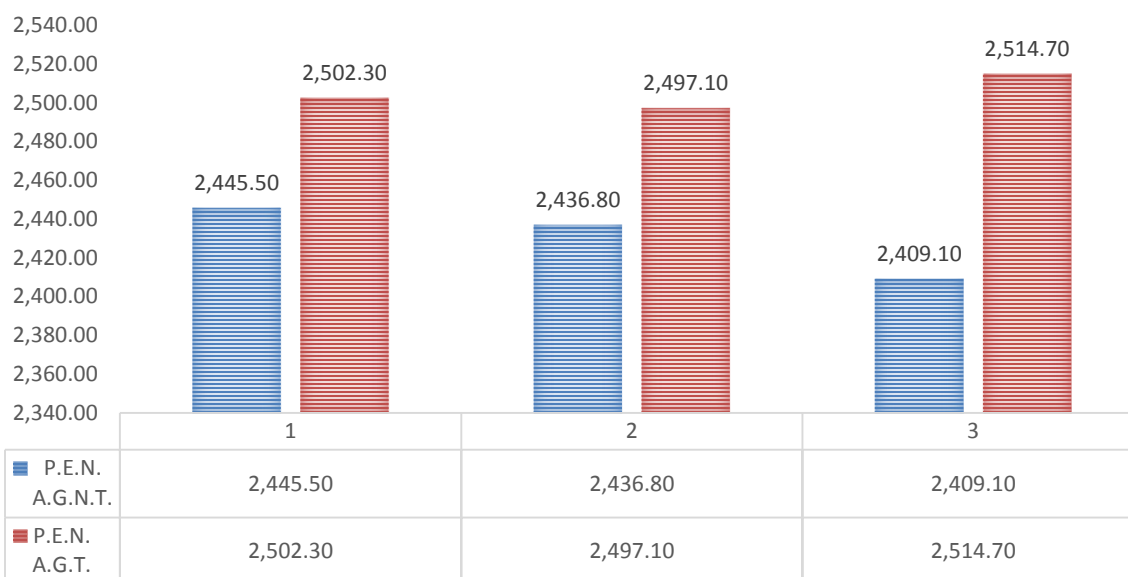




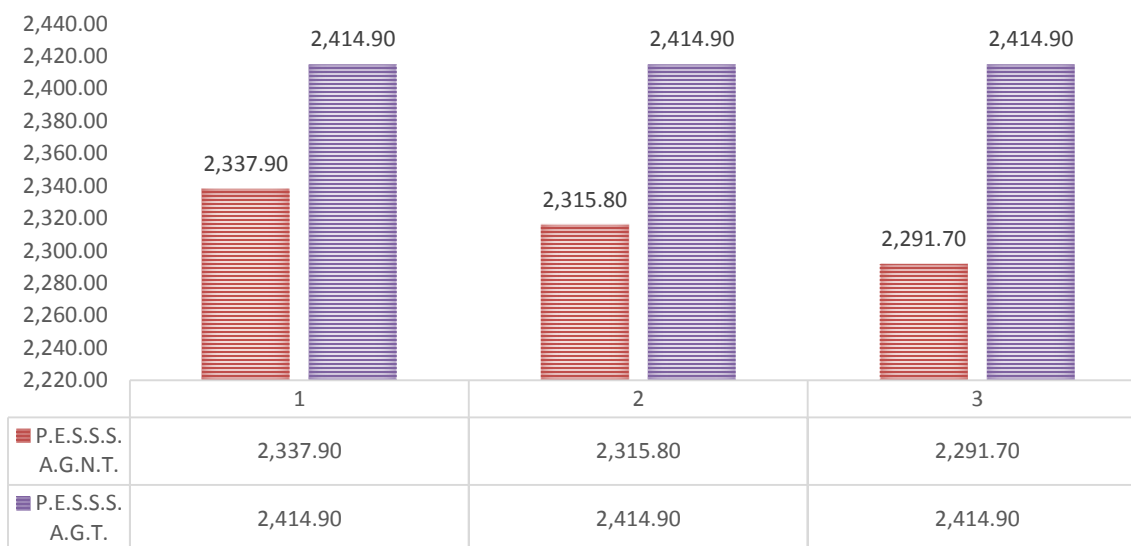
PESO ESPECÍFICO SECO AGREGADO GRUESO (kg/m³)



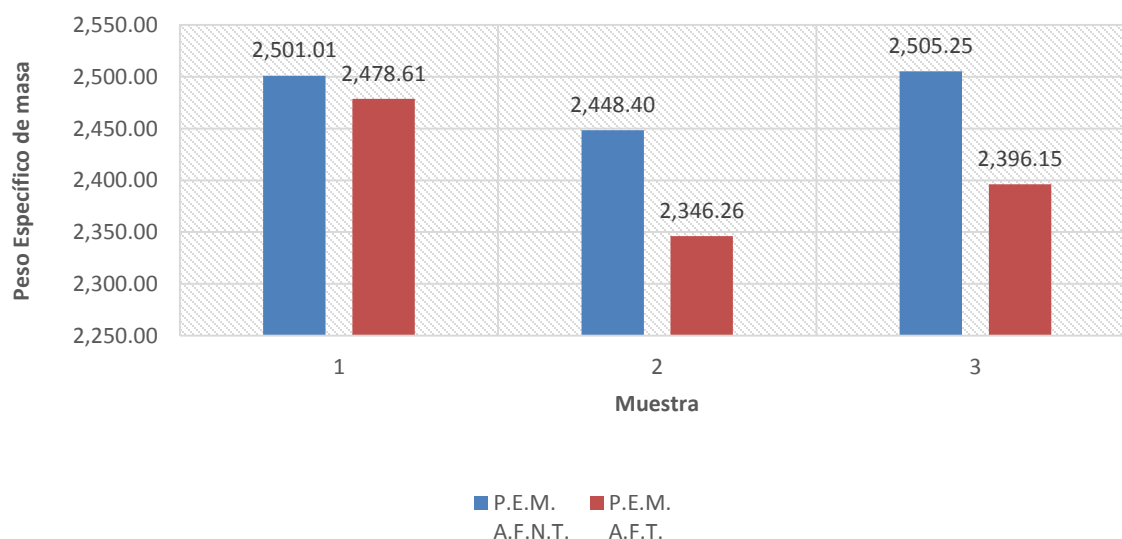
PESO ESPECÍFICO NOMINAL AGREGADO GRUESO (kg/m³)



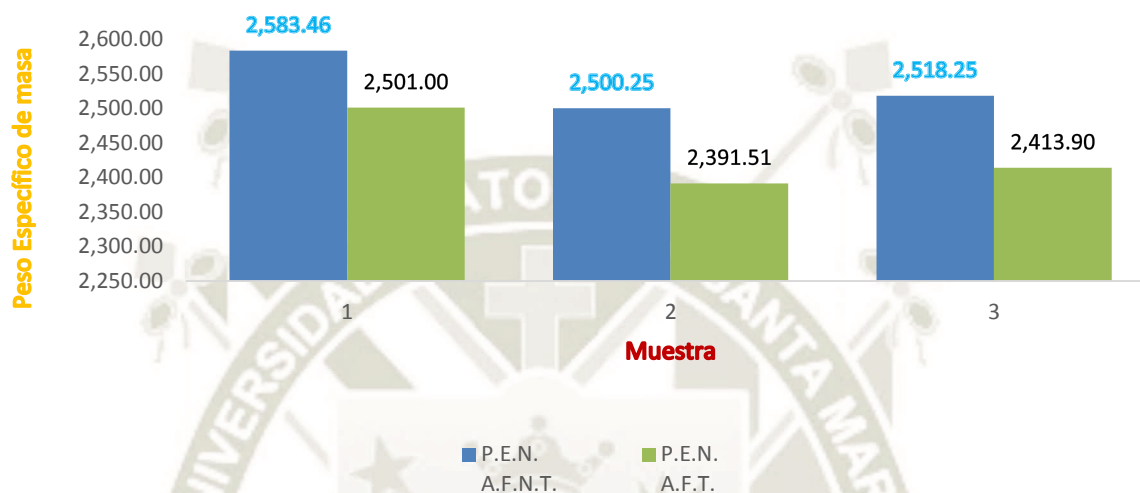
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO AGREGADO GRUESO (kg/m³)



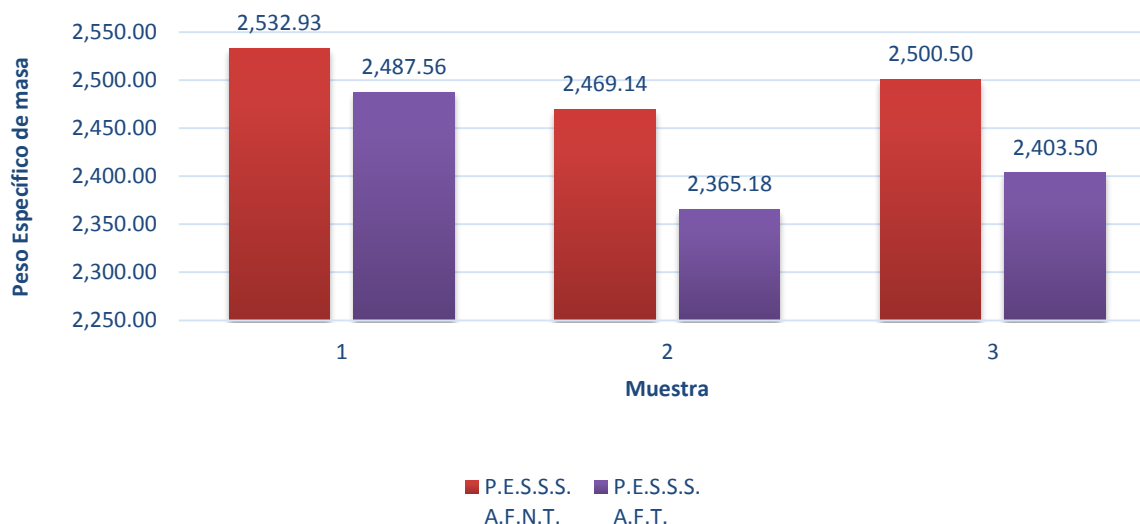
PESO ESPECÍFICO DE MASA AGREGADO FINO (kg/m³)



PESO ESPECÍFICO DE NOMINAL AGREGADO FINO (kg/m³)



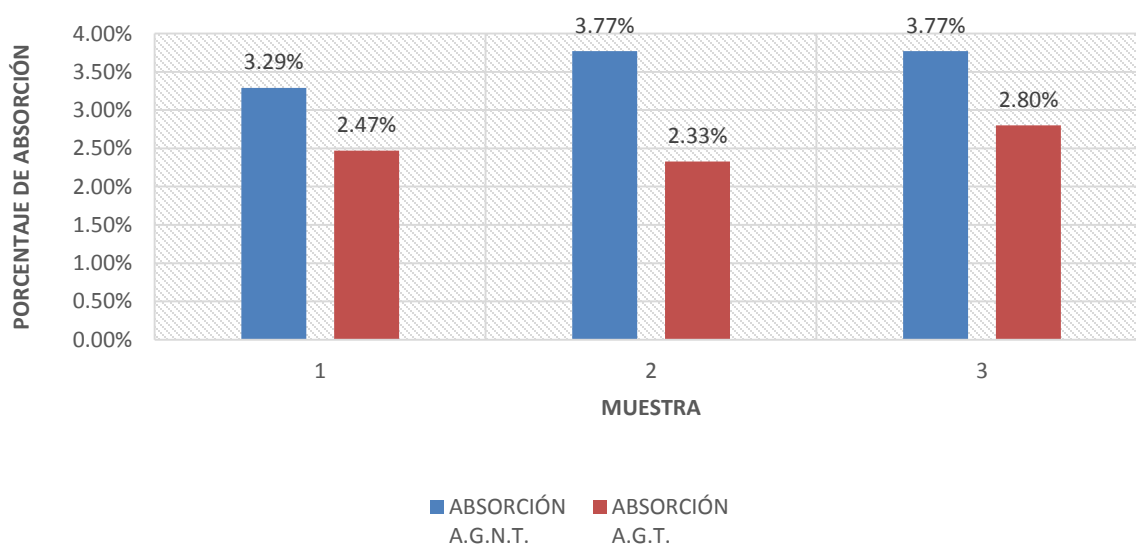
PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO AGREGADO FINO (kg/m³)



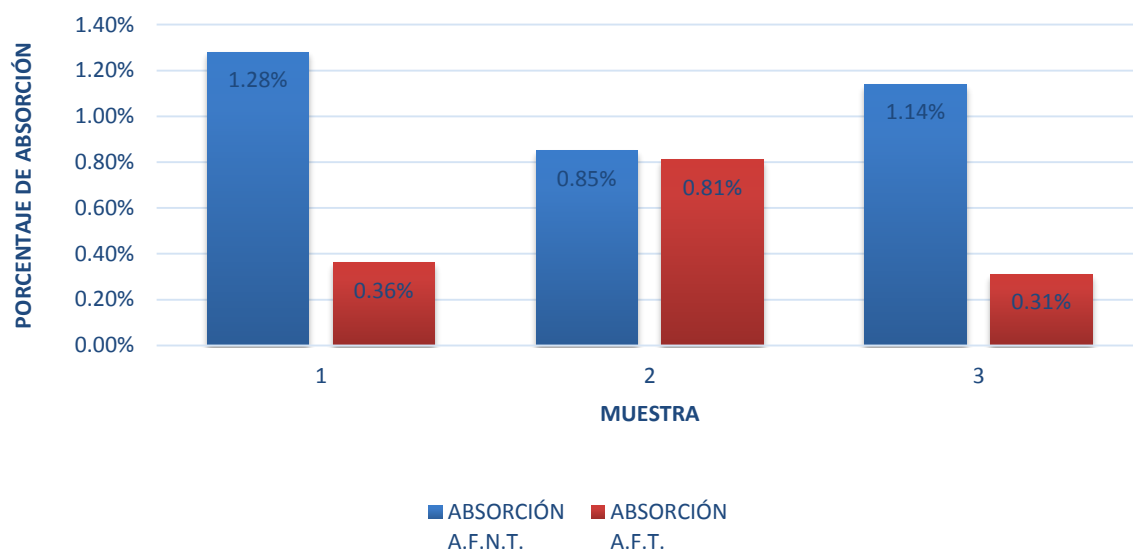
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (%)



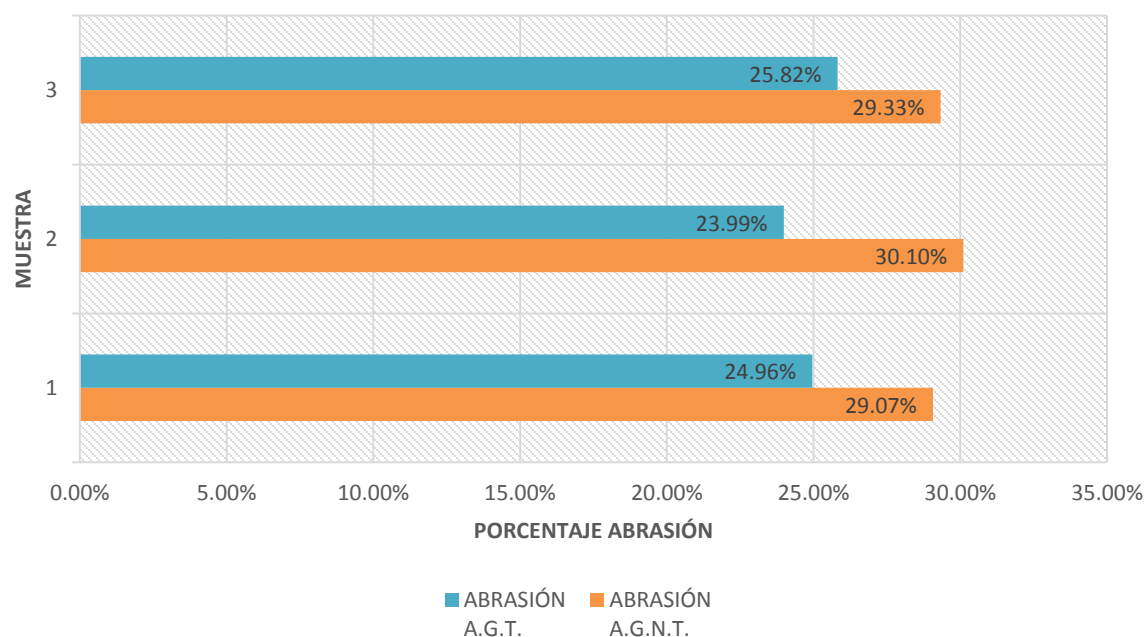
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO (%)



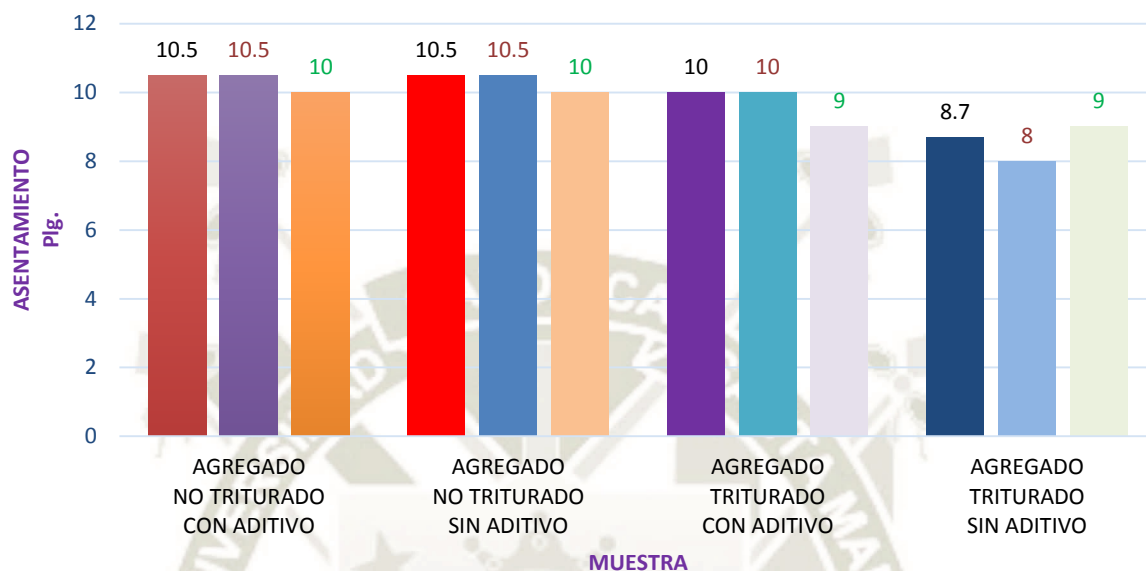
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN AGREGADO FINO (%)



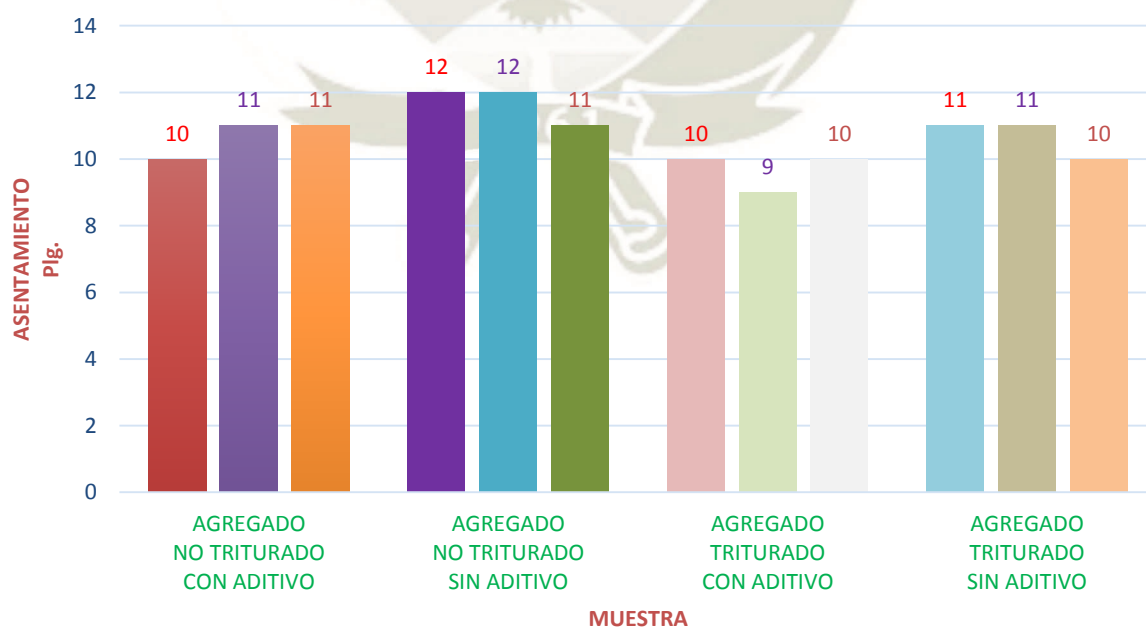
PORCENTAJE ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO (%)

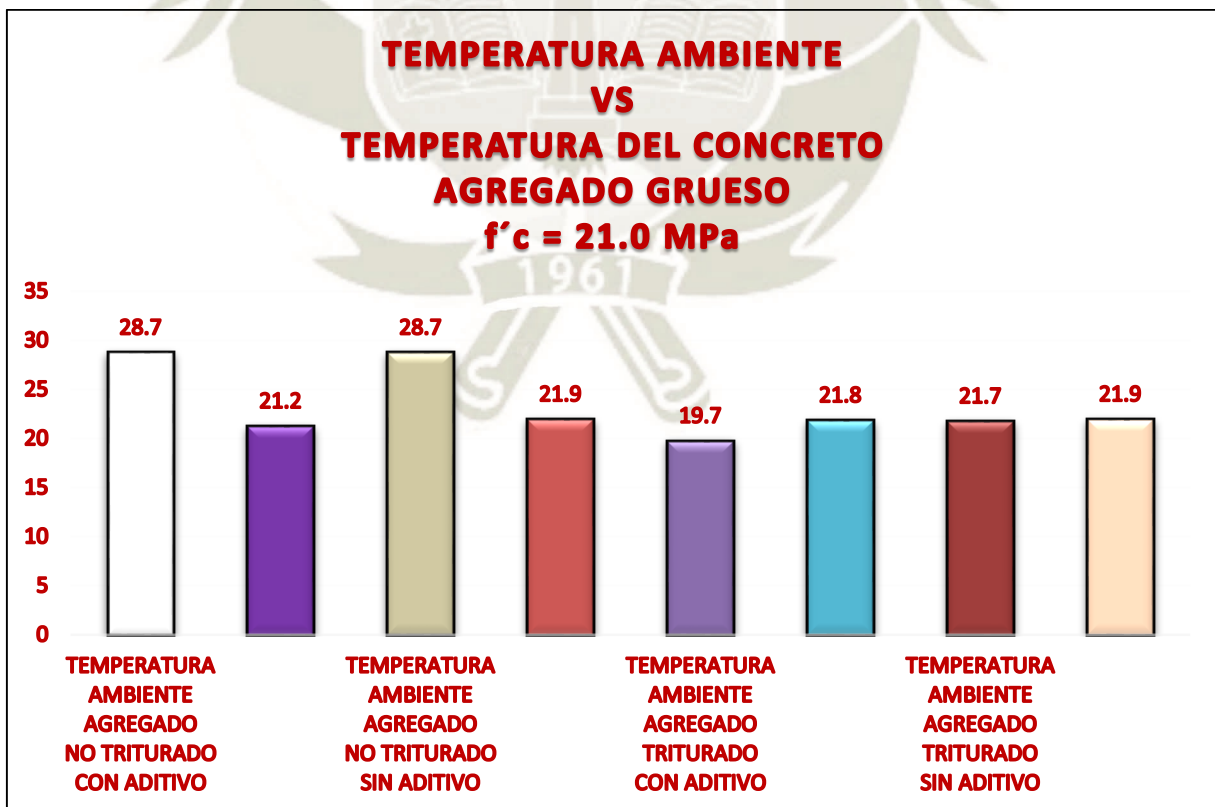
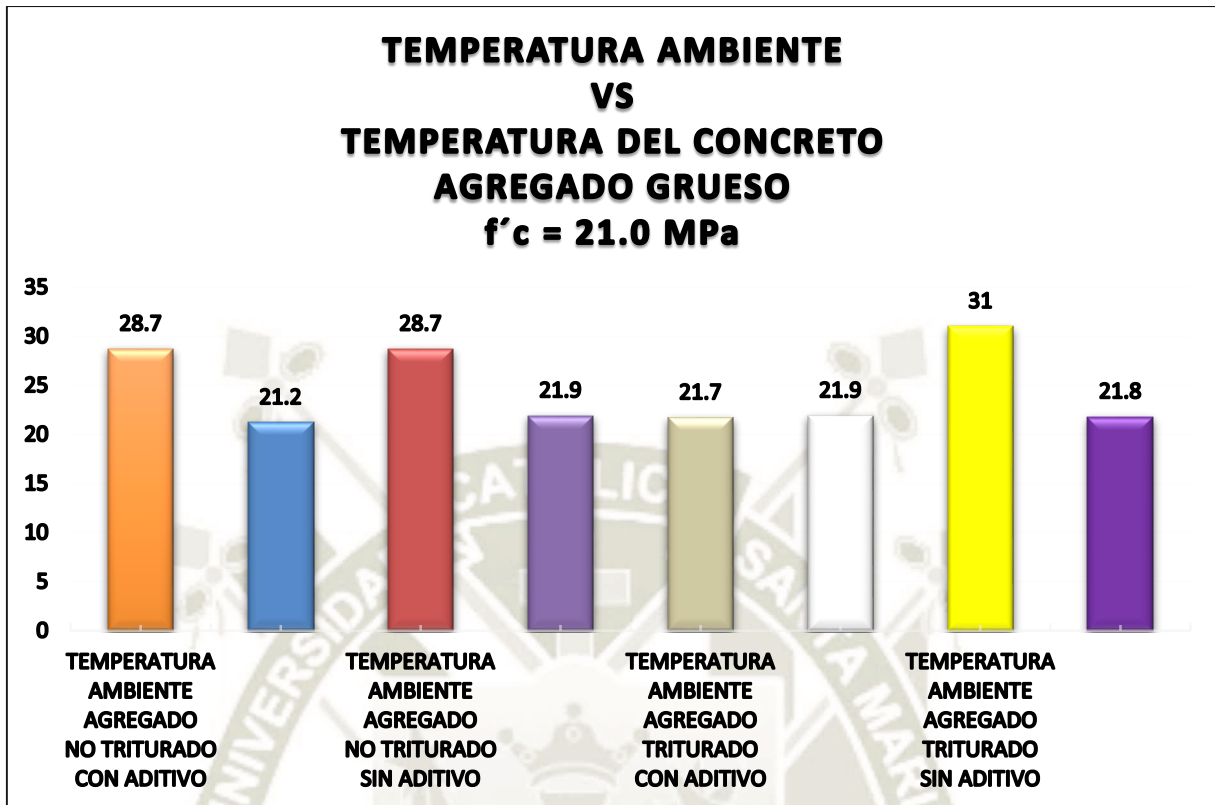


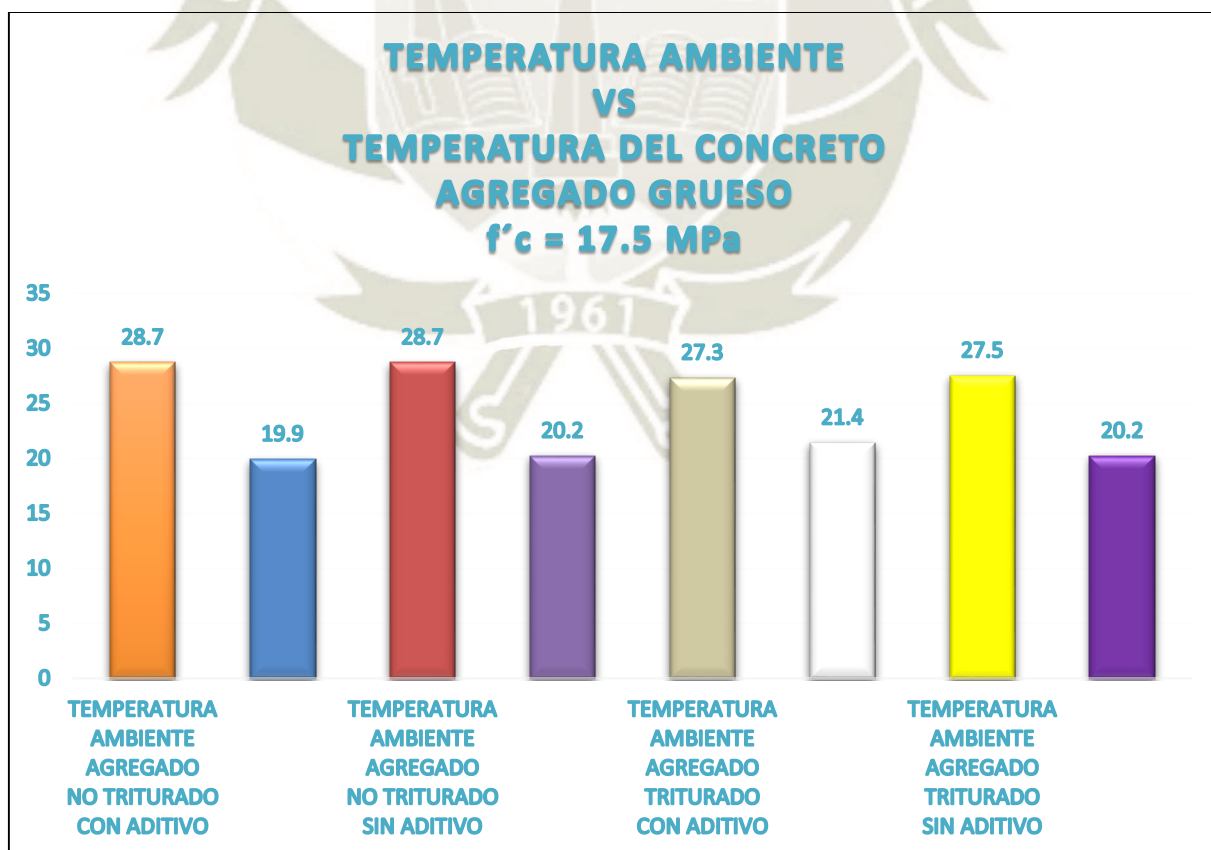
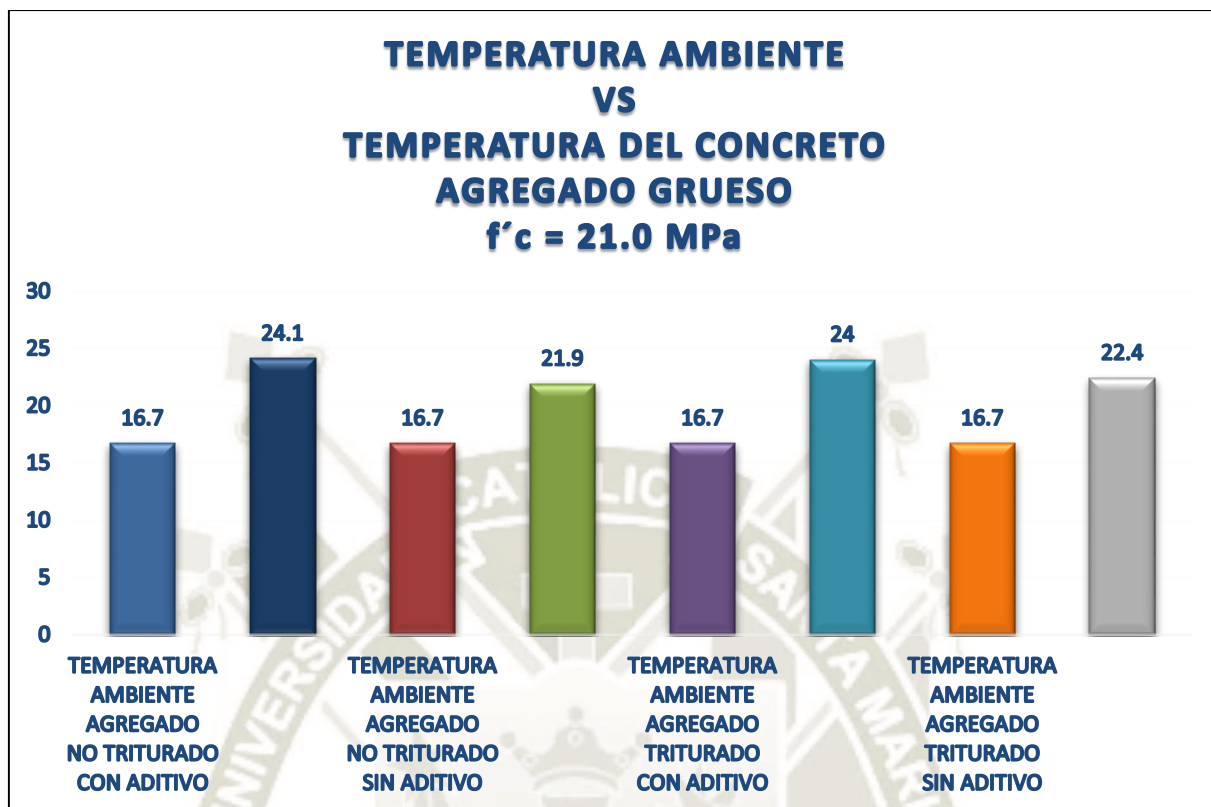
ASENTAMIENTO EN RESISTENCIA $f'_c = 21.0$ MPa



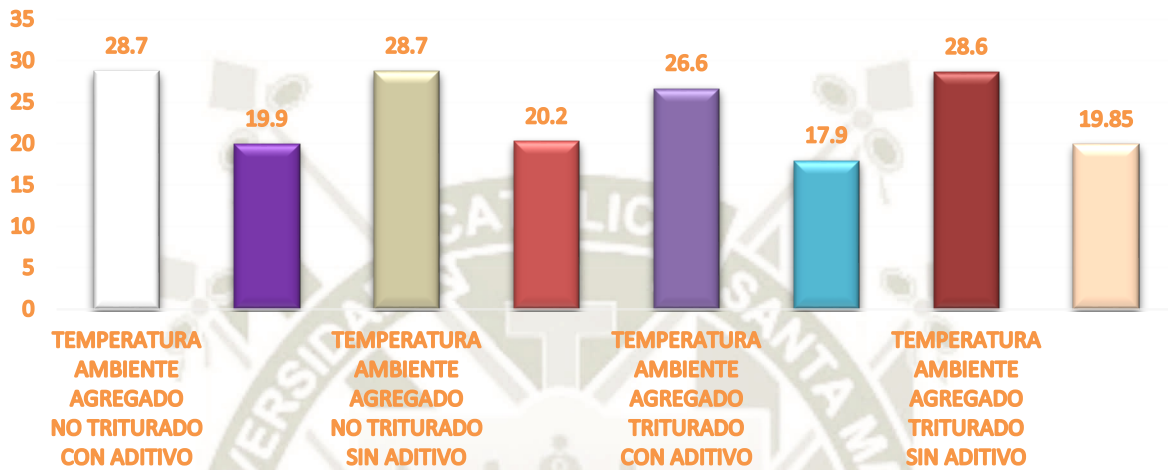
ASENTAMIENTO EN RESISTENCIA $f'_c = 17.5$ MPa



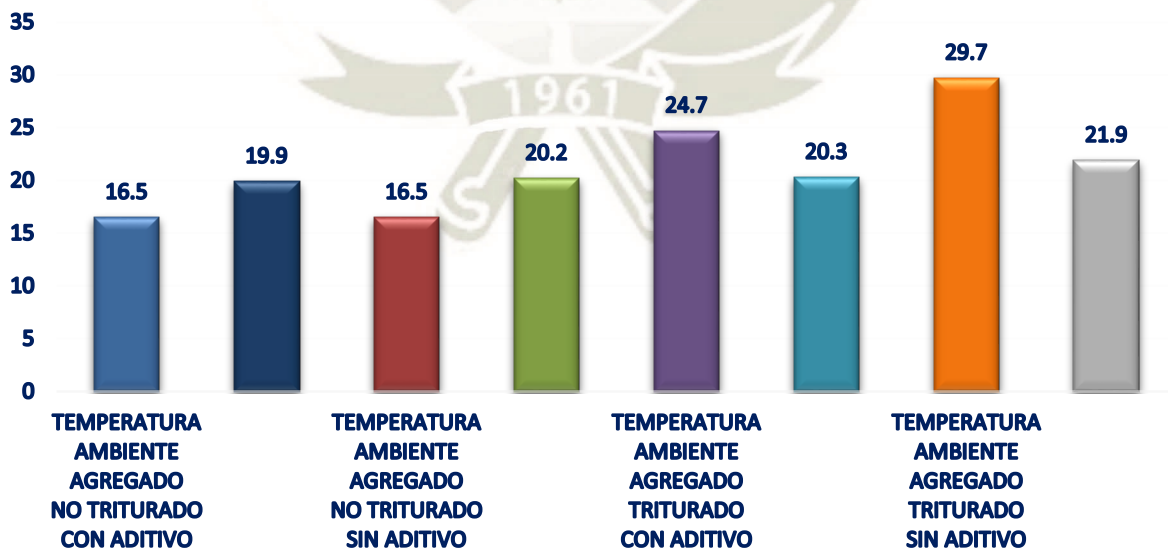




**TEMPERATURA AMBIENTE
VS
TEMPERATURA DEL CONCRETO
AGREGADO GRUESO
 $f'c = 17.5$ MPa**

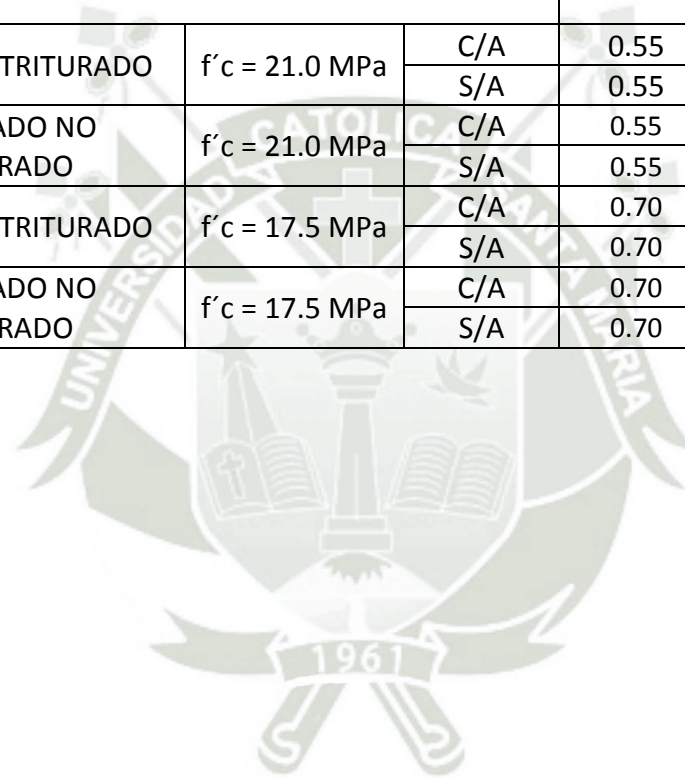


**TEMPERATURA AMBIENTE
VS
TEMPERATURA DEL CONCRETO
AGREGADO GRUESO
 $f'c = 17.5$ MPa**

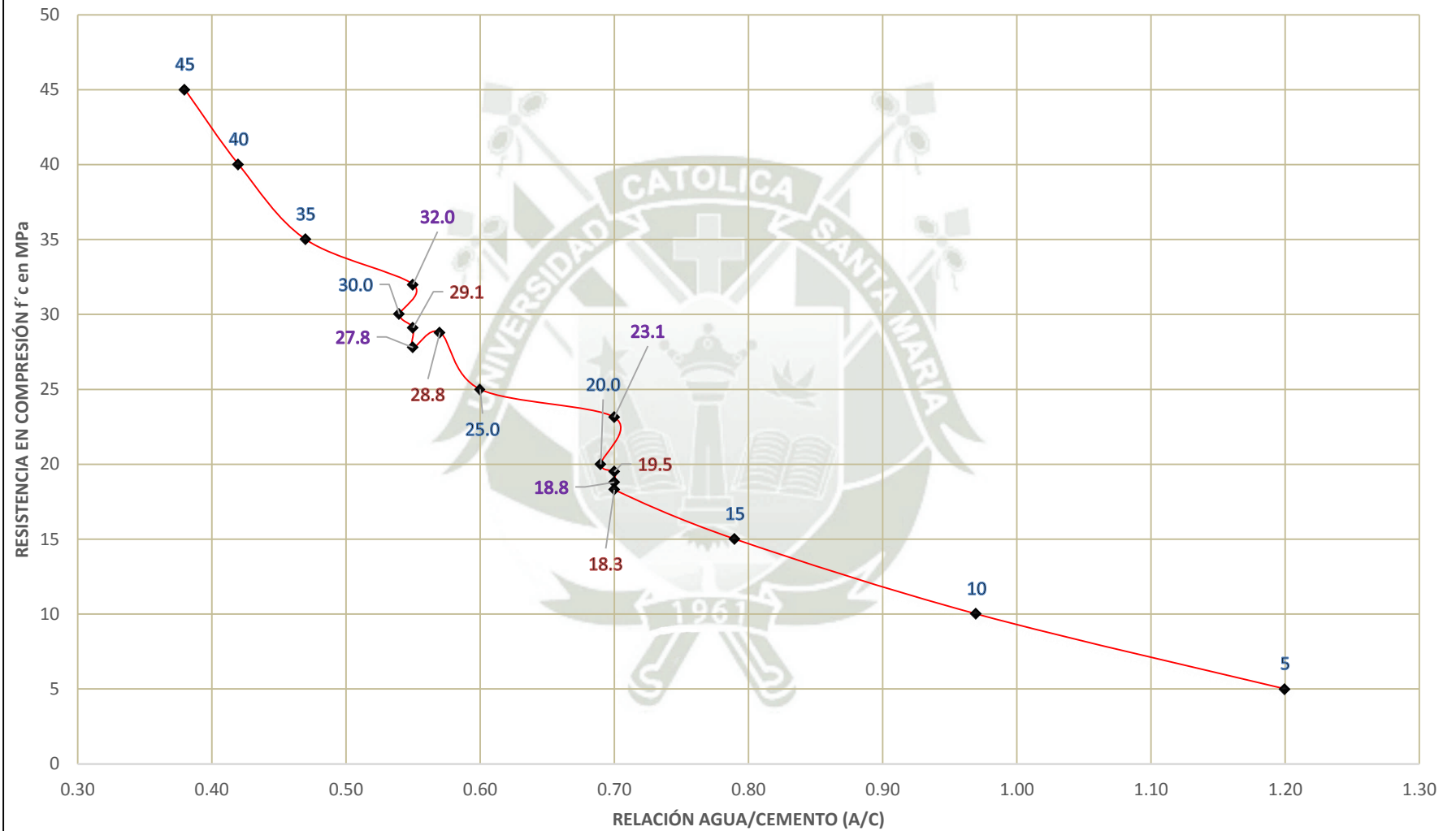


RELACIÓN A/C VS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DESCRIPCIÓN			RELACIÓN A/C	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)
AGREGADO TRITURADO	$f'_c = 21.0 \text{ MPa}$	C/A	0.55	32.0
		S/A	0.55	27.7
AGREGADO NO TRITURADO	$f'_c = 21.0 \text{ MPa}$	C/A	0.55	29.1
		S/A	0.55	28.8
AGREGADO TRITURADO	$f'_c = 17.5 \text{ MPa}$	C/A	0.70	23.1
		S/A	0.70	18.8
AGREGADO NO TRITURADO	$f'_c = 17.5 \text{ MPa}$	C/A	0.70	19.5
		S/A	0.70	18.3

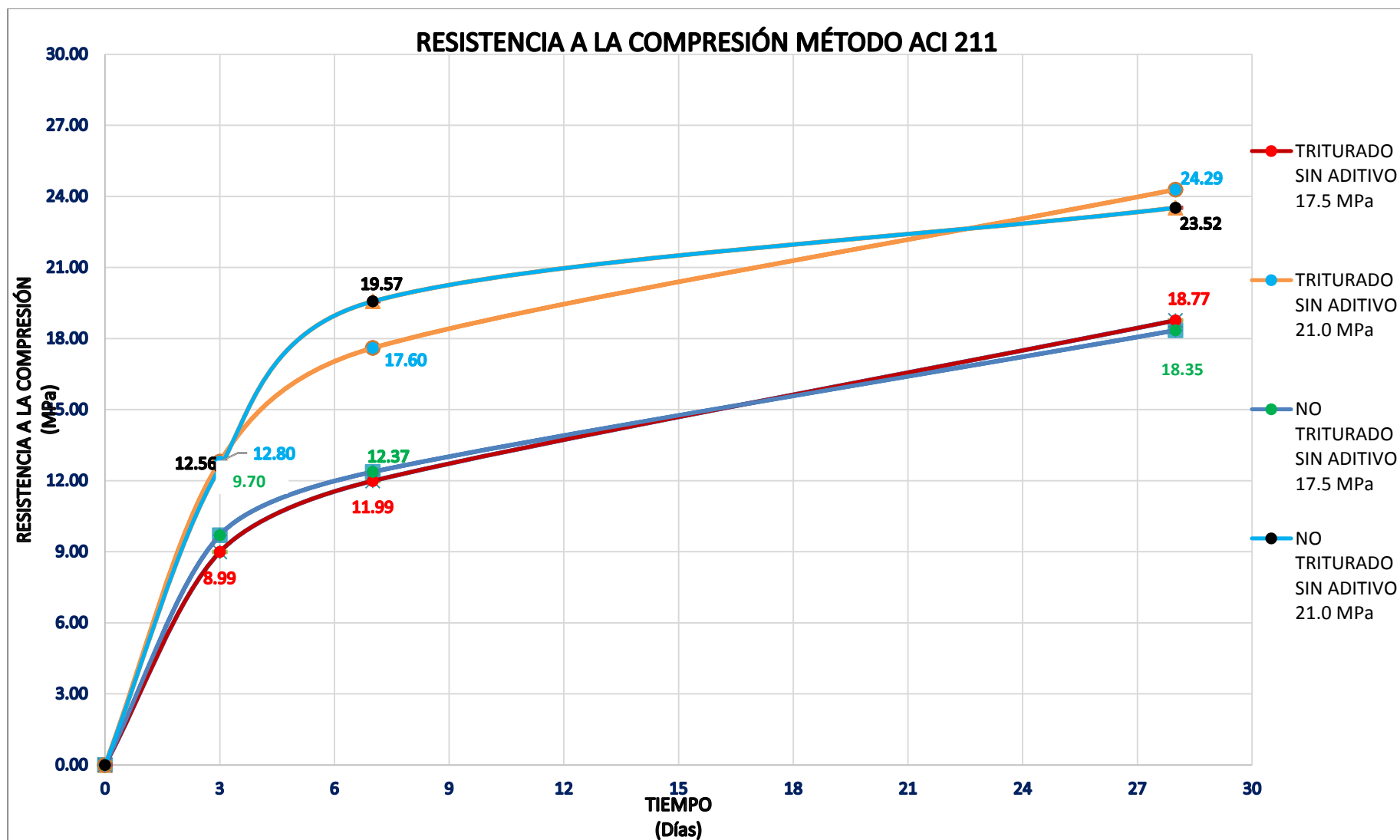


RESISTENCIA EN COMPRESIÓN VS RELACIÓN A/C

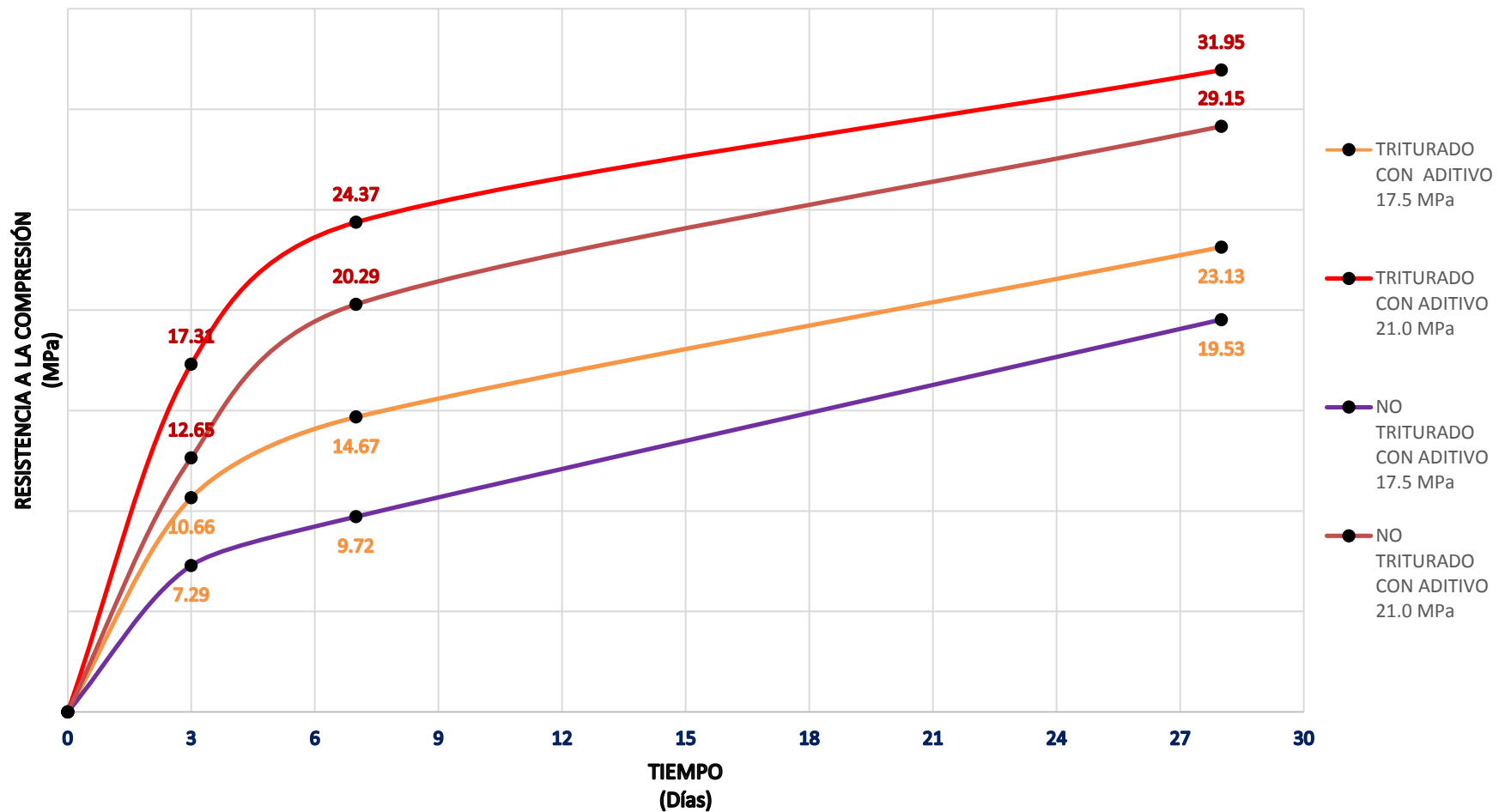


RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA POR EL METODO ACI - COMITÉ 211																
MATERIALES	AGREGADO TRITURADO SIN ADITIVO				AGREGADO NO TRITURADO SIN ADITIVO				AGREGADO TRITURADO CON ADITIVO				AGREGADO NO TRITURADO CON ADITIVO			
	f' c = 17.5 MPa f' cr = 24.5 MPa		f' c = 21.0 MPa f' cr = 29.5 MPa		f' c = 17.5 MPa f' cr = 24.5 MPa		f' c = 21.0 MPa f' cr = 29.5 MPa		f' c = 17.5 MPa f' cr = 24.5 MPa		f' c = 21.0 MPa f' cr = 29.5 MPa		f' c = 17.5 MPa f' cr = 24.5 MPa		f' c = 21.0 MPa f' cr = 29.5 MPa	
	kg/m³	Dosificación	kg/m³	Dosificación	kg/m³	Dosificación	kg/m³	Dosificación	kg/m³	Dosificación	kg/m³	Dosificación	kg/m³	Dosificación	kg/m³	Dosificación
Cemento	382.67	1.00	425.00	1.00	382.67	1.00	425.00	1.00	300.00	1.00	360.00	1.00	300.00	1.00	360.00	1.00
Agregado grueso	823.33	2.15	849.00	2.00	638.67	1.67	659.33	1.55	939.00	3.13	925.33	2.57	734.33	2.45	722.67	2.01
Agregado fino	579.33	1.51	591.00	1.39	731.67	1.91	755.33	1.78	660.33	2.20	643.67	1.79	841.33	2.80	828.33	2.30
Agua	281.33	0.70	254.00	0.55	290.33	0.70	257.00	0.55	225.67	0.70	220.33	0.55	236.00	0.70	223.67	0.55
Aditivo sikament 306N										0.0140		0.0140		0.0120		0.0140

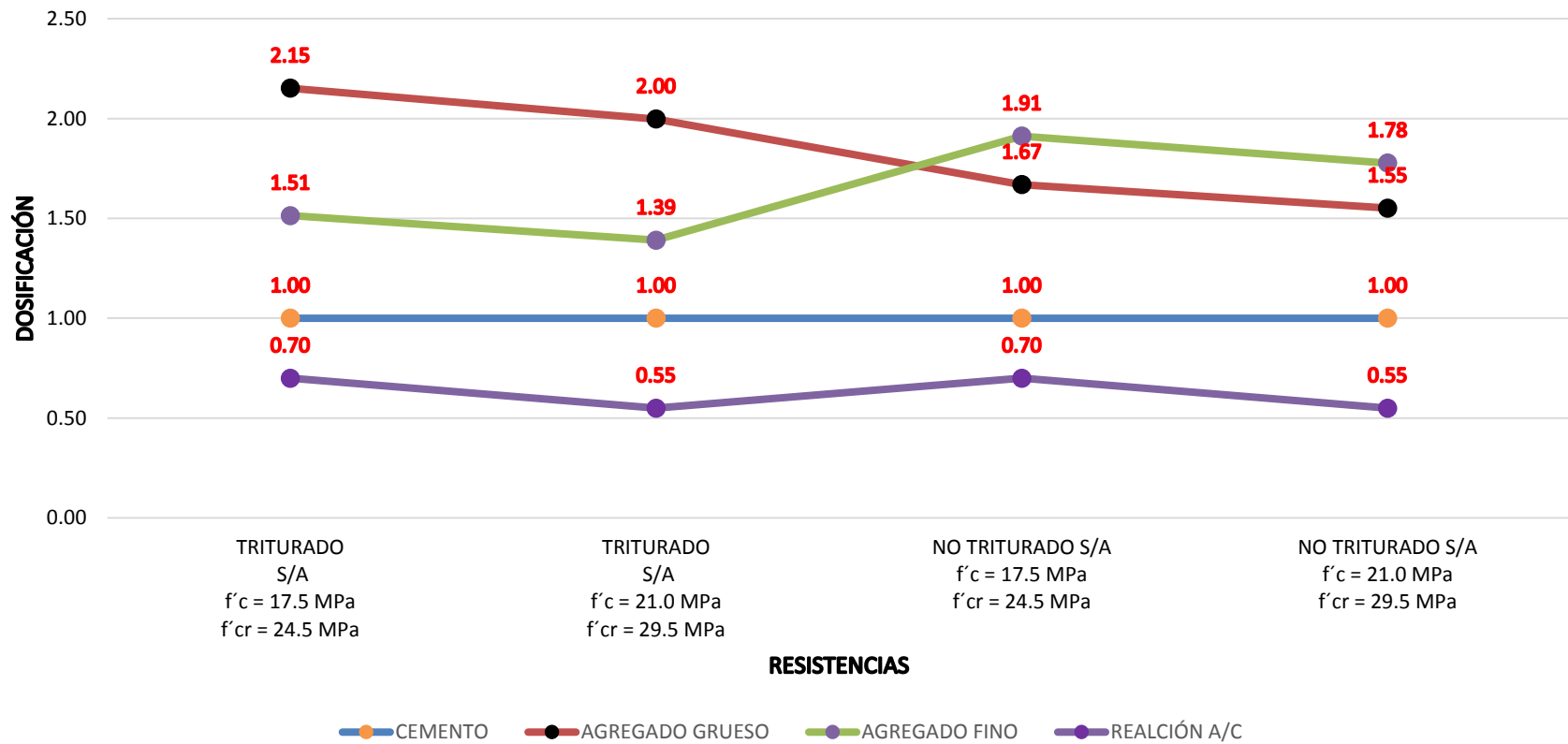




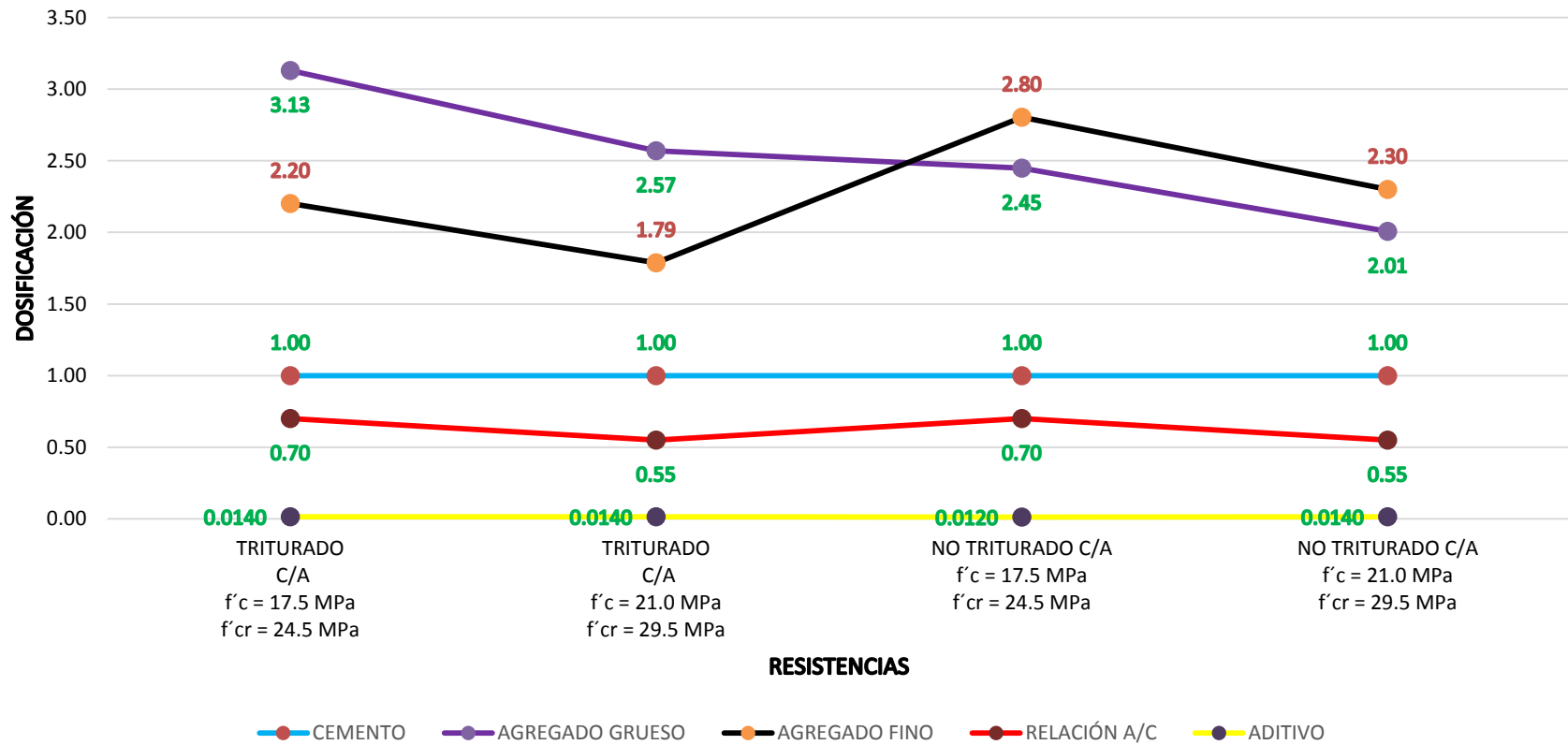
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MÉTODO ACI 211



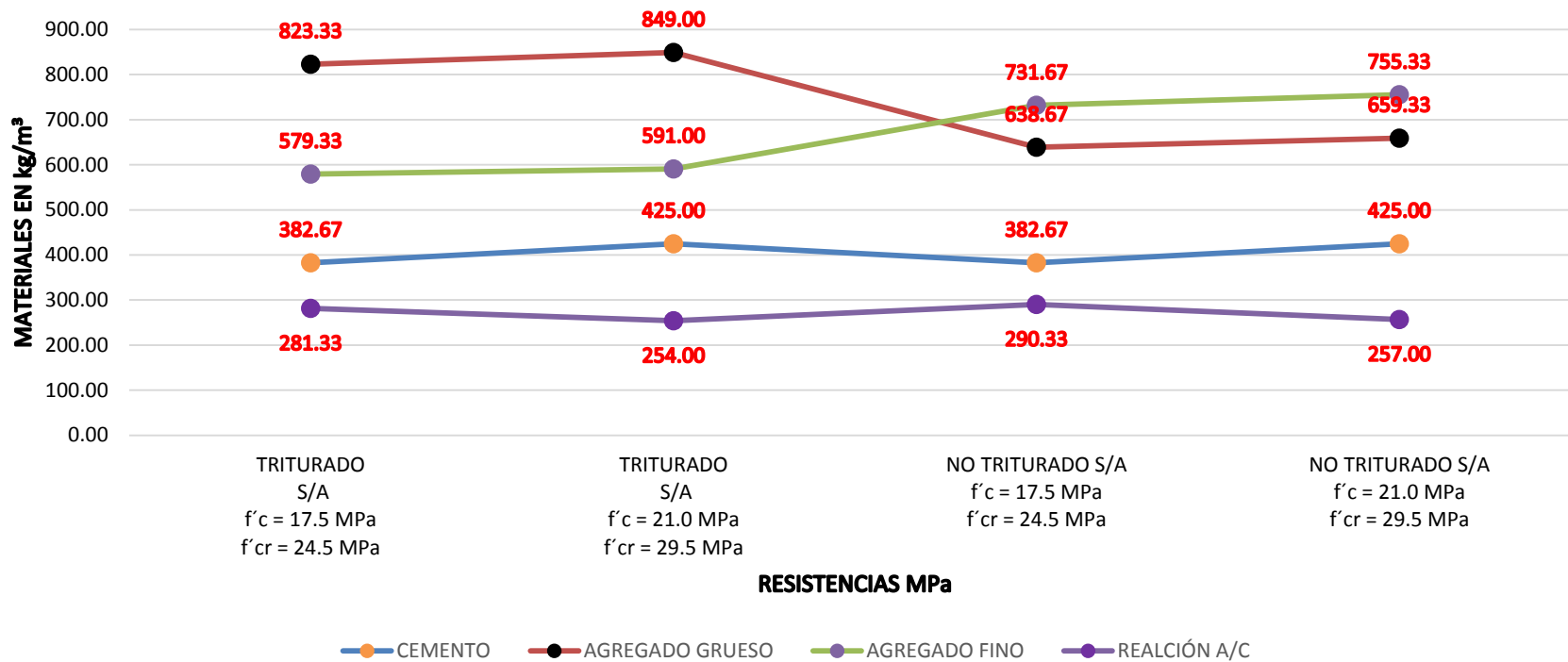
DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI 211 - AGREGADOS TRITURADO VS NO TRITURADO SIN ADITIVO



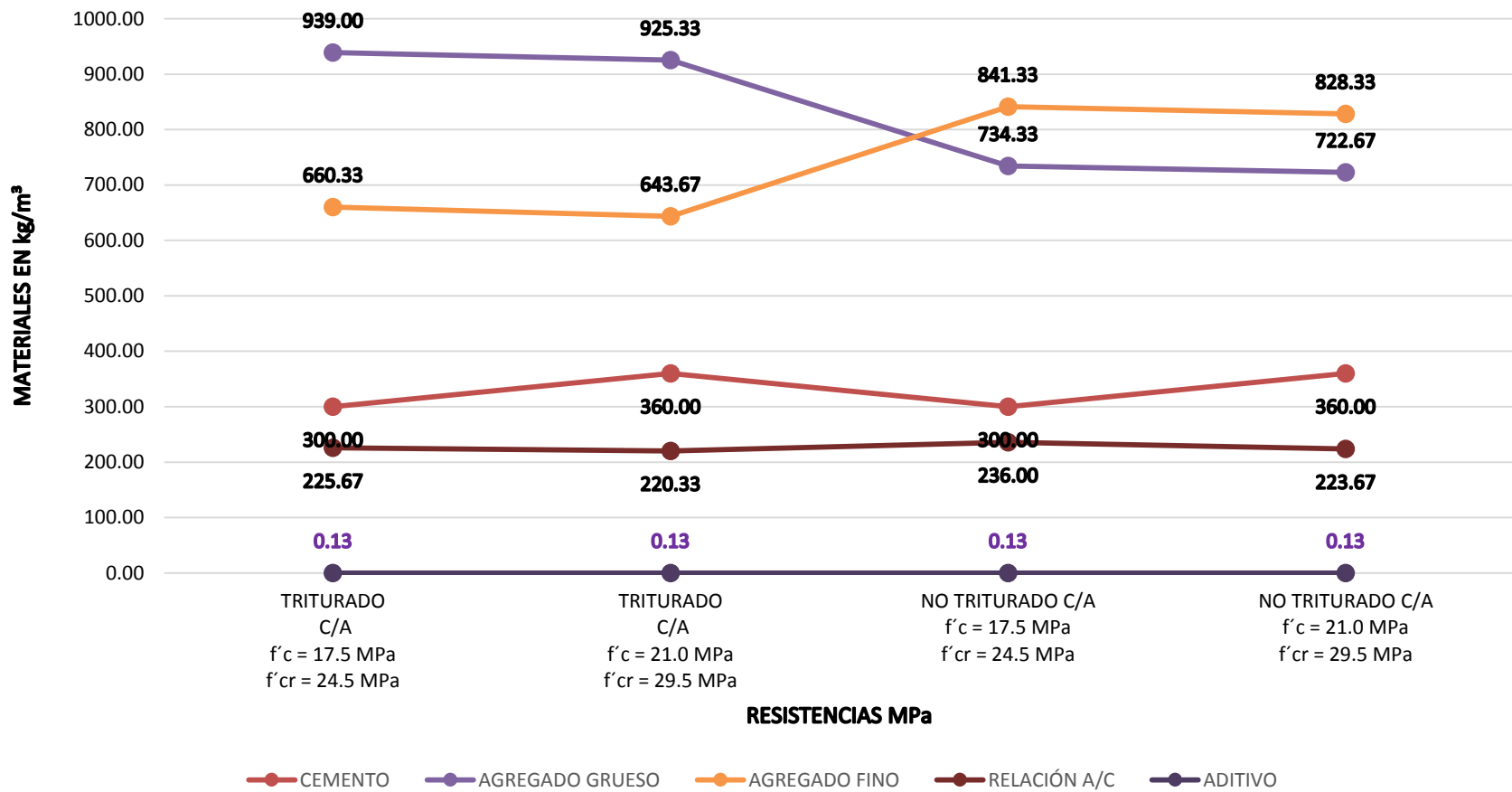
DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI 211 - AGREGADOS TRITURADO VS NO TRITURADO CON ADITIVO



DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI 211 - AGREGADOS TRITURADO VS NO TRITURADO SIN ADITIVO



DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO ACI 211 - AGREGADOS TRITURADO VS NO TRITURADO CON ADITIVO



DISEÑO DE CONCRETO 17.5 MPa										
AGREGADO TRITURADO										
TIEMPO DE FRAGUADO										
Diseño: 17.5-ACI-AGREGADO TRITURADO-SIN ADITIVO										
Hora de inicio: 01:30:00		Tiempo inicial de fragua: 3.4 MPa		06:52:00		Tiempo final de fragua: 27.4 MPa		09:09:00		
Diametro de aguja (Pulg)	Hora	Tiempo (horas)	Dial 1 (lb)	Dial 2 (lb)	Promedio	Área de aguja (plg ²)	PSI (lb/plg ²)	MPa	Temperatura del Concreto (°C)	Temperatura Ambiente (°C)
1 1/8"	15:30:00	2.00	95.00	87.50	91.25	0.99	92.17	0.64	17.5	14.5
13/16"	16:30:00	3.00	167.00	147.50	157.25	0.52	302.40	2.08	19.5	13.8
9/16"	17:30:00	4.00	187.50	192.45	189.98	0.25	759.90	5.24	20.2	13.4
5/16"	18:30:00	5.00	172.54	193.50	183.02	0.08	2287.75	15.76	21.5	12.7
4/16"	19:00:00	6.00	156.78	151.50	154.14	0.05	3082.80	21.24	19.5	10.7
3/16"	19:30:00	7.00	139.56	132.50	136.03	0.03	4534.33	31.24	19.4	8.5



DISEÑO DE CONCRETO 17.5 MPa AGREGADO NO TRITURADO										
TIEMPO DE FRAGUADO										
Diseño: 17.5-ACI-AGREGADO NO TRITURADO- SIN ADITIVO										
Hora de inicio: 12:30:00		Tiempo inicial de fragua: 3.4 MPa 06:52:00		Tiempo final de fragua: 27.4 MPa 09:09:00						
Diametro de aguja (Pulg)	Hora	Tiempo (horas)	Dial 1 (lb)	Dial 2 (lb)	Promedio	Área de aguja (plg²)	PSI (lb/plg²)	MPa	Temperatura del Concreto (°C)	Temperatura Ambiente (°C)
1 1/8"	15:30:00	3.00	87.5	86.5	87.00	0.99	87.88	0.61	17.30	13.70
13/16"	16:30:00	4.00	179.5	158.5	169.00	0.52	325.00	2.24	19.10	13.30
9/16"	17:30:00	5.00	205.5	208.7	207.10	0.25	828.40	5.71	21.30	11.80
5/16"	18:30:00	6.00	200.5	190.5	195.50	0.08	2443.75	16.84	21.00	11.40
4/16"	19:00:00	7.00	174.5	162.7	168.60	0.05	3372.00	23.23	20.40	9.20
3/16"	19:30:00	8.00	145	135.7	140.35	0.03	4678.33	32.23	19.60	8.20

DISEÑO DE CONCRETO 17.5 MPa										
AGREGADO TRITURADO										
TIEMPO DE FRAGUADO										
Diseño: 17.5 ACI-AGREGADO TRITURADO-CON ADITIVO										
Hora de inicio: 12:30:00 Tiempo inicial de fragua: 3.4 MPa 06:52:00 Tiempo final de fragua: 27.4 MPa 09:09:00										
Diametro de aguja (Pulg)	Hora	Tiempo (horas)	Dial 1 (lb)	Dial 2 (lb)	Promedio	Área de aguja (plg ²)	PSI (lb/plg ²)	MPa	Temperatura del Concreto (°C)	Temperatura Ambiente (°C)
1 1/8"	15:30:00	3.00	78.50	90.50	84.50	0.99	85.35	0.59	17.5	14.5
13/16"	16:30:00	4.00	155.00	155.67	155.34	0.52	298.72	2.06	19.5	13.8
9/16"	17:30:00	5.00	182.50	195.70	189.10	0.25	756.40	5.21	20.2	13.4
5/16"	18:30:00	6.00	170.70	185.50	178.10	0.08	2226.25	15.34	21.5	12.7
4/16"	19:00:00	7.00	145.60	152.40	149.00	0.05	2980.00	20.53	19.5	10.7
3/16"	19:30:00	8.00	135.60	125.80	130.70	0.03	4356.67	30.02	19.4	8.5

DISEÑO DE CONCRETO 17.5 MPa										
AGREGADO NO TRITURADO										
TIEMPO DE FRAGUADO										
Diseño: 17.5-ACI-AGREGADO NO TRITURADO- CON ADITIVO										
Hora de inicio: 12:30:00		Tiempo inicial de fragua: 3.4 MPa 06:52:00		Tiempo final de fragua: 27.4 MPa 09:09:00						
Diametro de aguja (Pulg)	Hora	Tiempo (horas)	Dial 1 (lb)	Dial 2 (lb)	Promedio	Área de aguja (plg ²)	PSI (lb/plg ²)	MPa	Temperatura del Concreto (°C)	Temperatura Ambiente (°C)
1 1/8"	16:30:00	4.00	88.9	89.5	89.20	0.99	90.10	0.62	17.30	13.70
13/16"	17:30:00	5.00	175.9	161.4	168.65	0.52	324.33	2.23	19.10	13.30
9/16"	18:30:00	6.00	200.6	210.8	205.70	0.25	822.80	5.67	21.30	11.80
5/16"	19:30:00	7.00	208.6	195.7	202.15	0.08	2526.88	17.41	21.00	11.40
4/16"	20:00:00	8.00	178.5	165.6	172.05	0.05	3441.00	23.71	20.40	9.20
3/16"	21:30:00	9.00	144.6	138.5	141.55	0.03	4718.33	32.51	19.60	8.20

DISEÑO DE CONCRETO 21.0 MPa AGREGADO TRITURADO										
TIEMPO DE FRAGUADO										
Diseño: 21.0-ACI-AGREGADO TRITURADO-SIN ADITIVO										
Hora de inicio: 01:00:00 Tiempo inicial de fragua: 3.4 MPa 06:52:00 Tiempo final de fragua: 27.4 MPa 09:09:00										
Diametro de aguja (Pulg)	Hora	Tiempo (horas)	Dial 1 (lb)	Dial 2 (lb)	Promedio	Área de aguja (plg ²)	PSI (lb/plg ²)	MPa	Temperatura del Concreto (°C)	Temperatura Ambiente (°C)
1 1/8"	15:30:00	2.50	90.00	85.00	87.50	0.99	88.38	0.61	18.50	14.10
13/16"	16:30:00	3.50	160.00	148.00	154.00	0.52	296.15	2.04	20.10	13.60
9/16"	17:30:00	4.50	185.00	193.00	189.00	0.25	756.00	5.21	20.30	13.20
5/16"	18:30:00	5.50	175.00	190.00	182.50	0.08	2281.25	15.72	22.10	12.50
4/16"	19:00:00	6.50	158.00	150.00	154.00	0.05	3080.00	21.22	19.70	10.80
3/16"	19:30:00	7.50	140.00	135.00	137.50	0.03	4583.33	31.58	19.30	8.30

DISEÑO DE CONCRETO 21.0 MPa										
AGREGADO NO TRITURADO										
TIEMPO DE FRAGUADO										
Diseño: 21.0-ACI-AGREGADO NO TRITURADO- SIN ADITIVO										
Hora de inicio: 12:00:00		Tiempo inicial de fragua: 3.4 MPa		06:52:00	Tiempo final de fragua: 27.4 MPa		09:09:00			
Diametro de aguja (Pulg)	Hora	Tiempo (horas)	Dial 1 (lb)	Dial 2 (lb)	Promedio	Área de aguja (plg ²)	PSI (lb/plg ²)	MPa	Temperatura del Concreto (°C)	Temperatura Ambiente (°C)
1 1/8"	15:30:00	3.50	89.5	85	87.25	0.99	88.13	0.61	17.30	13.70
13/16"	16:30:00	4.50	175	153	164.00	0.52	315.38	2.17	19.10	13.30
9/16"	17:30:00	5.50	202	207	204.50	0.25	818.00	5.64	21.30	11.80
5/16"	18:30:00	6.50	200	189.5	194.75	0.08	2434.38	16.77	21.00	11.40
4/16"	19:00:00	7.50	171.5	162	166.75	0.05	3335.00	22.98	20.40	9.20
3/16"	19:30:00	8.50	141	132.5	136.75	0.03	4558.33	31.41	19.60	8.20



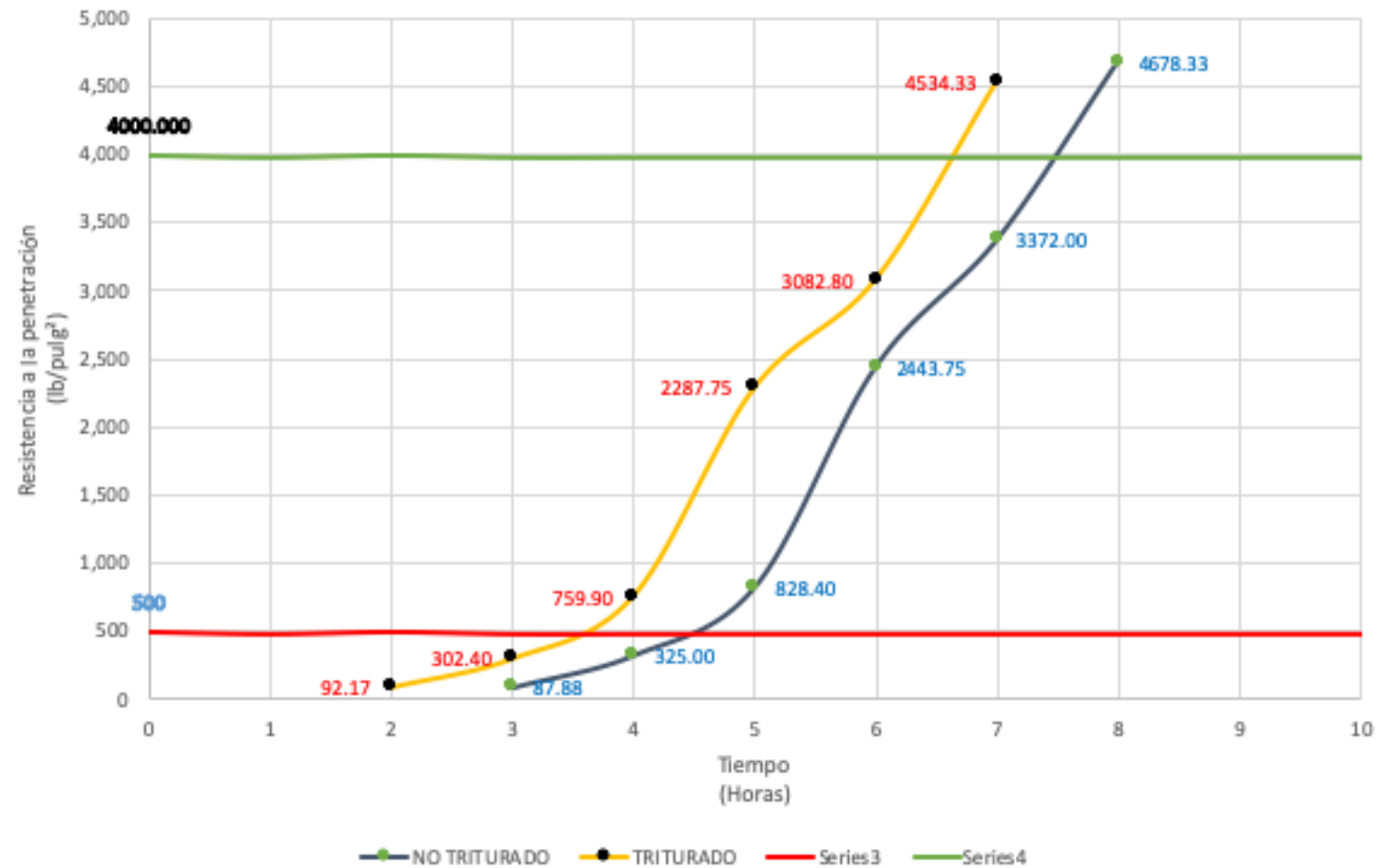
DISEÑO DE CONCRETO 21.0 MPa AGREGADO TRITURADO										
TIEMPO DE FRAGUADO										
Diseño: 21.0-ACI-AGREGADO TRITURADO-CON ADITIVO										
Hora de inicio: 10:00:00		Tiempo inicial de fragua: 3.4 MPa 06:52:00		Tiempo final de fragua: 27.4 MPa 09:09:00						
Diametro de aguja (Pulg)	Hora	Tiempo (horas)	Dial 1 (lb)	Dial 2 (lb)	Promedio	Área de aguja (plg ²)	PSI (lb/plg ²)	MPa	Temperatura del Concreto (°C)	Temperatura Ambiente (°C)
1 1/8"	15:30:00	5.50	92.00	87.00	89.50	0.99	90.04	0.62	18.50	14.10
13/16"	16:30:00	6.50	164.00	152.00	158.00	0.52	305.02	2.10	20.10	13.60
9/16"	17:30:00	7.50	190.00	198.00	194.00	0.25	782.26	5.39	20.30	13.20
5/16"	18:30:00	8.50	195.00	196.00	195.50	0.08	2,538.96	17.51	22.10	12.50
4/16"	19:00:00	9.00	165.00	154.00	159.50	0.05	3,255.10	22.44	19.70	10.80
3/16"	19:30:00	9.50	143.00	138.00	140.50	0.03	5,017.86	34.60	19.30	8.30

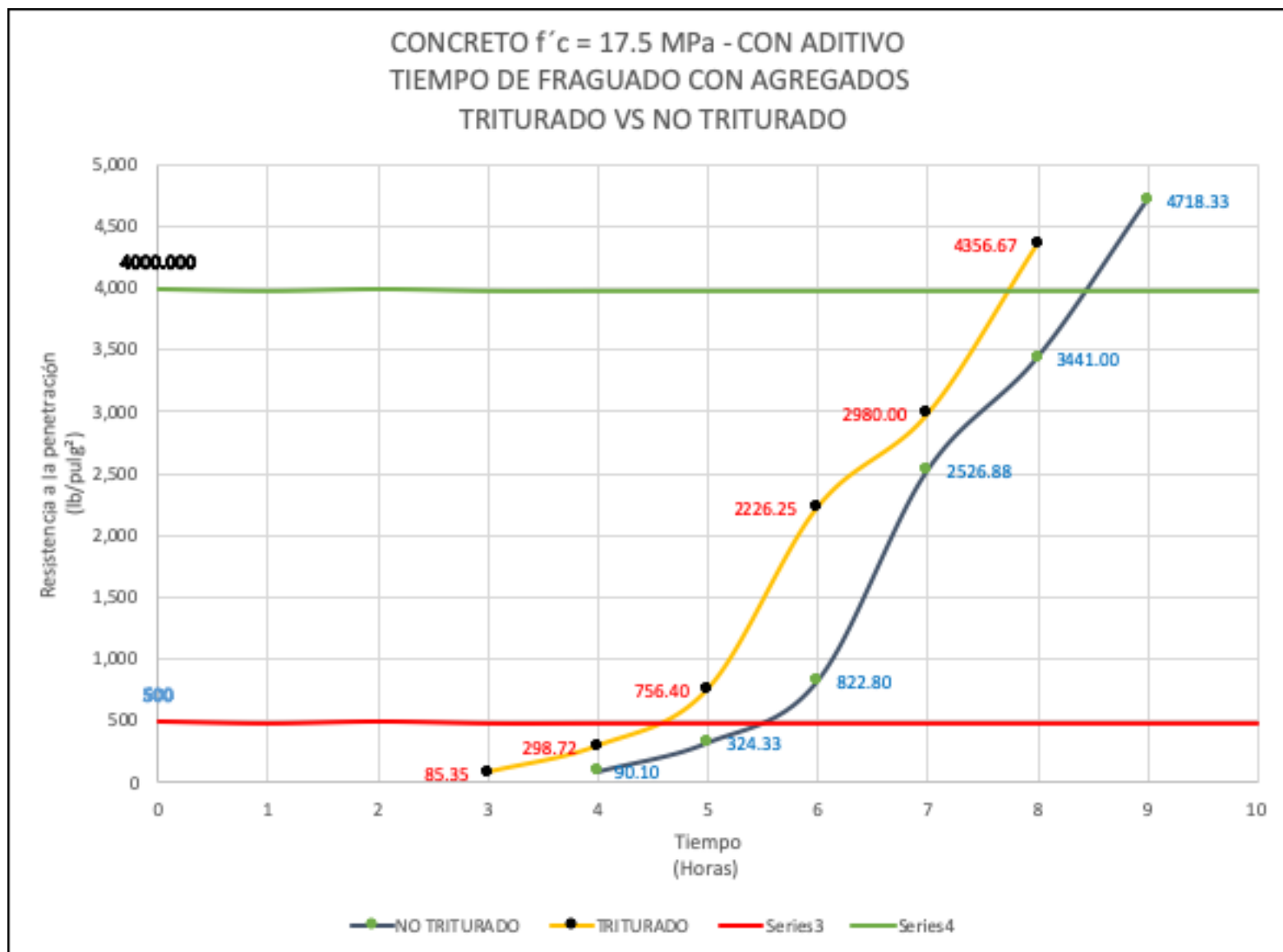


DISEÑO DE CONCRETO 21.0 MPa AGREGADO TRITURADO										
TIEMPO DE FRAGUADO										
Diseño: 21.0-ACI-AGREGADO TRITURADO-CON ADITIVO										
Hora de inicio: 12:00:00		Tiempo inicial de fragua: 3.4 MPa		06:52:00		Tiempo final de fragua: 27.4 MPa		09:09:00		
Diametro de aguja (Pulg)	Hora	Tiempo (horas)	Dial 1 (lb)	Dial 2 (lb)	Promedio	Área de aguja (plg ²)	PSI (lb/plg ²)	MPa	Temperatura del Concreto (°C)	Temperatura Ambiente (°C)
1 1/8"	15:30:00	3.50	93.00	88.00	90.50	0.99	91.05	0.63	17.30	13.70
13/16"	16:30:00	4.50	178.00	156.00	167.00	0.52	322.39	2.22	19.10	13.30
9/16"	17:30:00	5.50	205.00	205.00	205.00	0.25	826.61	5.70	21.30	11.80
5/16"	18:30:00	6.50	203.00	200.00	201.50	0.08	2,616.88	18.04	21.00	11.40
4/16"	19:00:00	7.00	175.00	167.00	171.00	0.05	3,489.80	24.06	20.40	9.20
3/16"	19:30:00	7.50	143.00	135.00	139.00	0.03	4,964.29	34.23	19.60	8.20

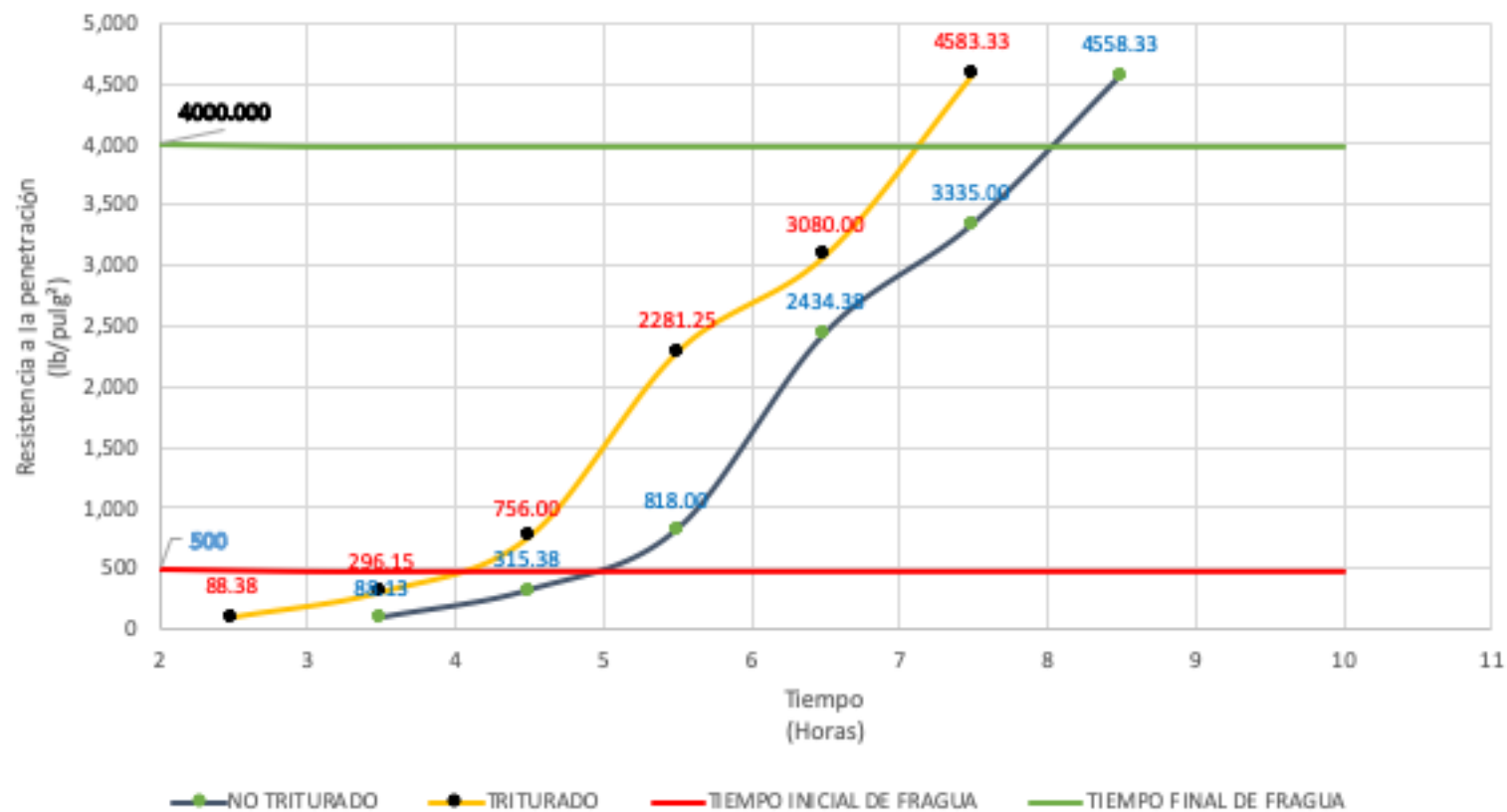


CONCRETO $f'_c = 17.5$ MPa - SIN ADITIVO
 TIEMPO DE FRAGUADO CON AGREGADOS
 TRITURADO VS NO TRITURADO

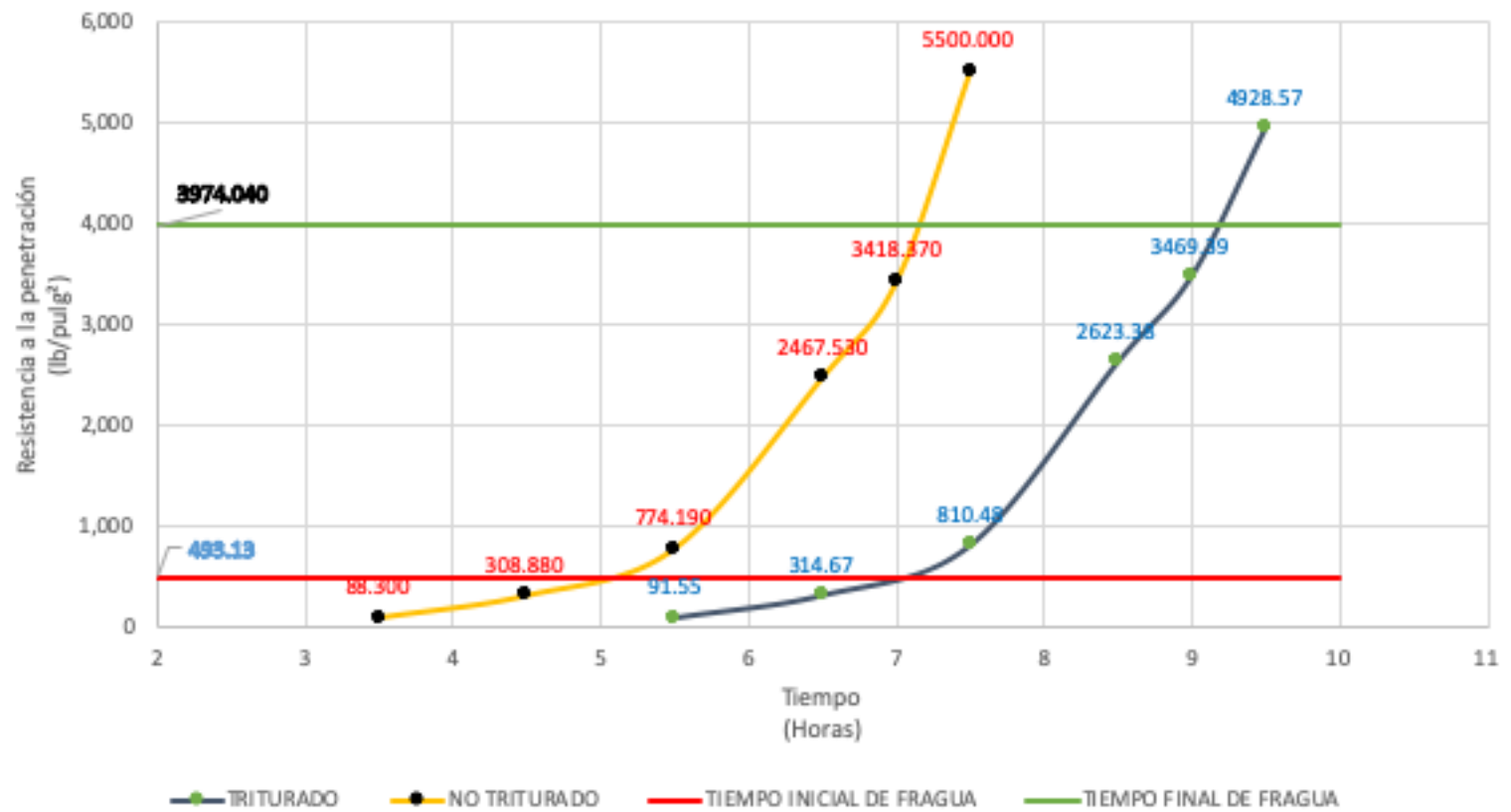


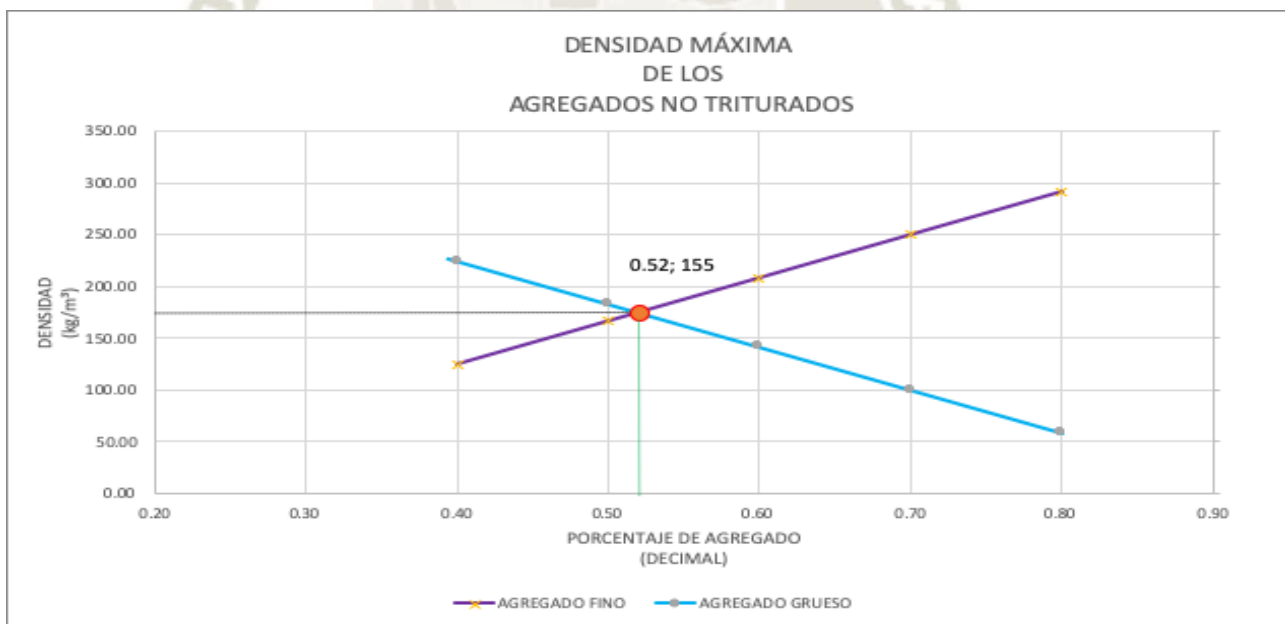
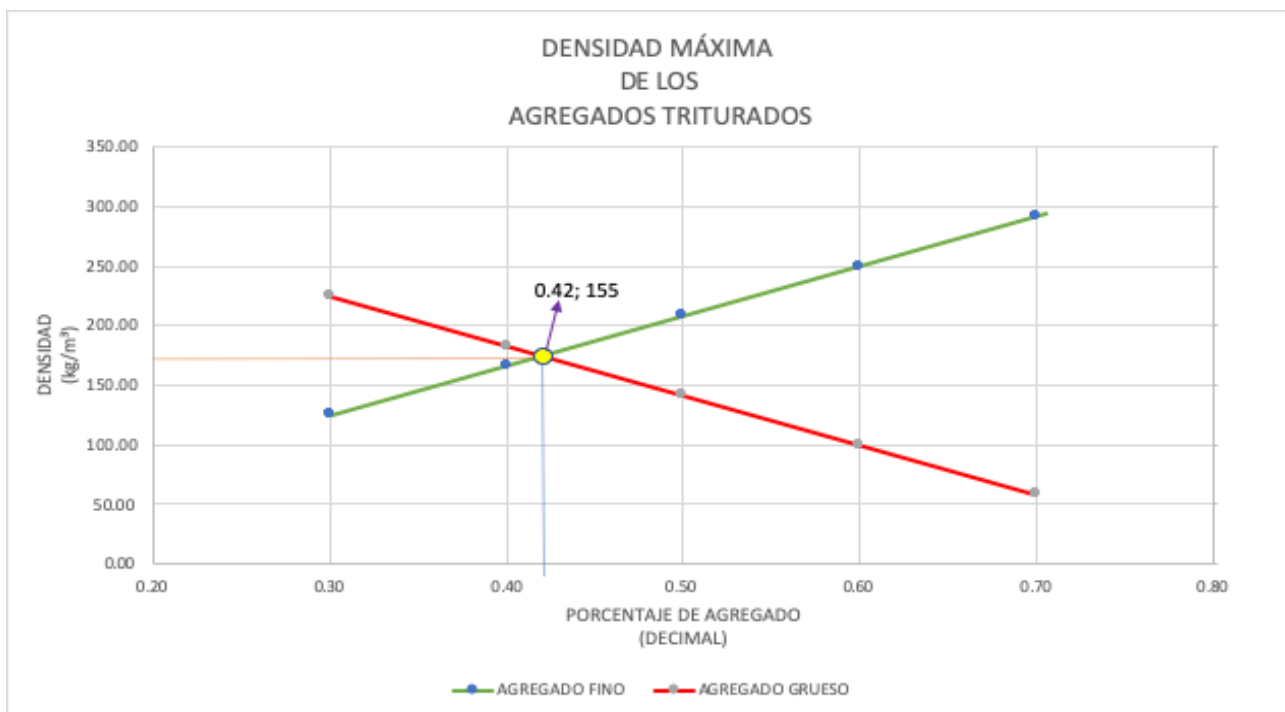


CONCRETO $f'_c = 21.0$ MPa - SIN ADITIVO
 TIEMPO DE FRAGUADO CON AGREGADOS
 TRITURADO VS NO TRITURADO

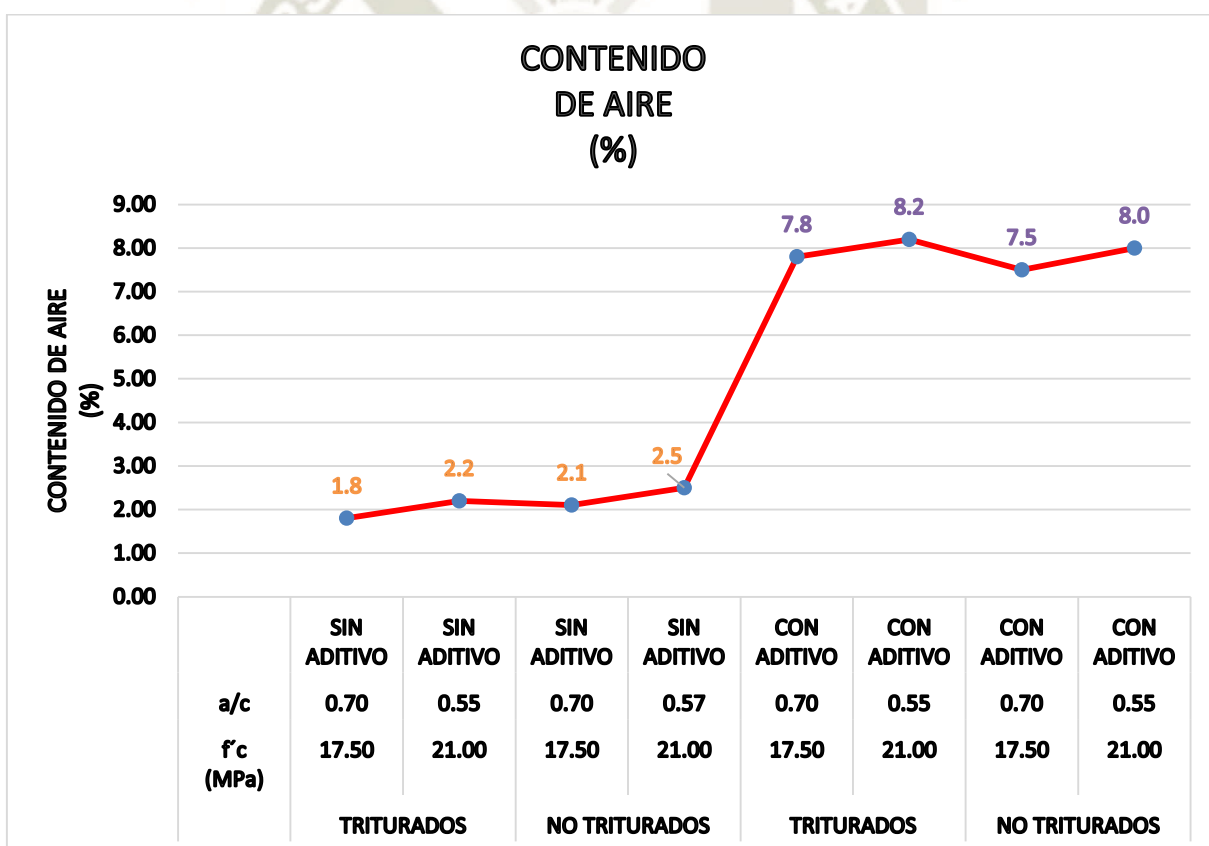


CONCRETO $f'_c = 21.0$ MPa - CON ADITIVO
 TIEMPO DE FRAGUADO CON AGREGADOS
 TRITURADO VS NO TRITURADO



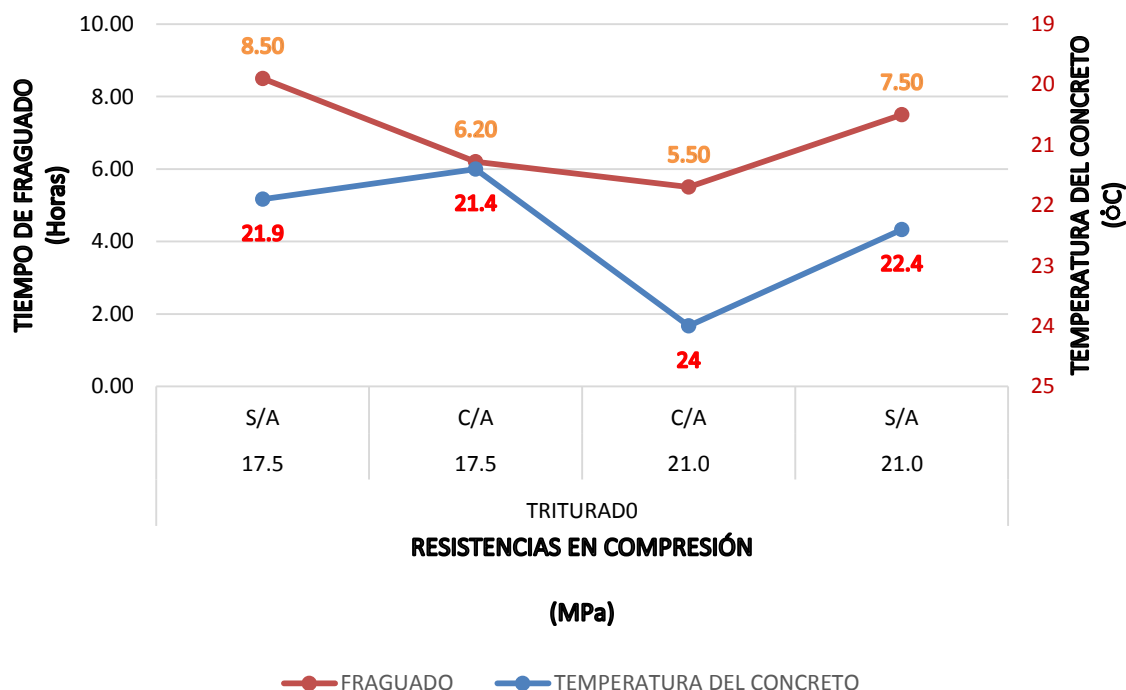


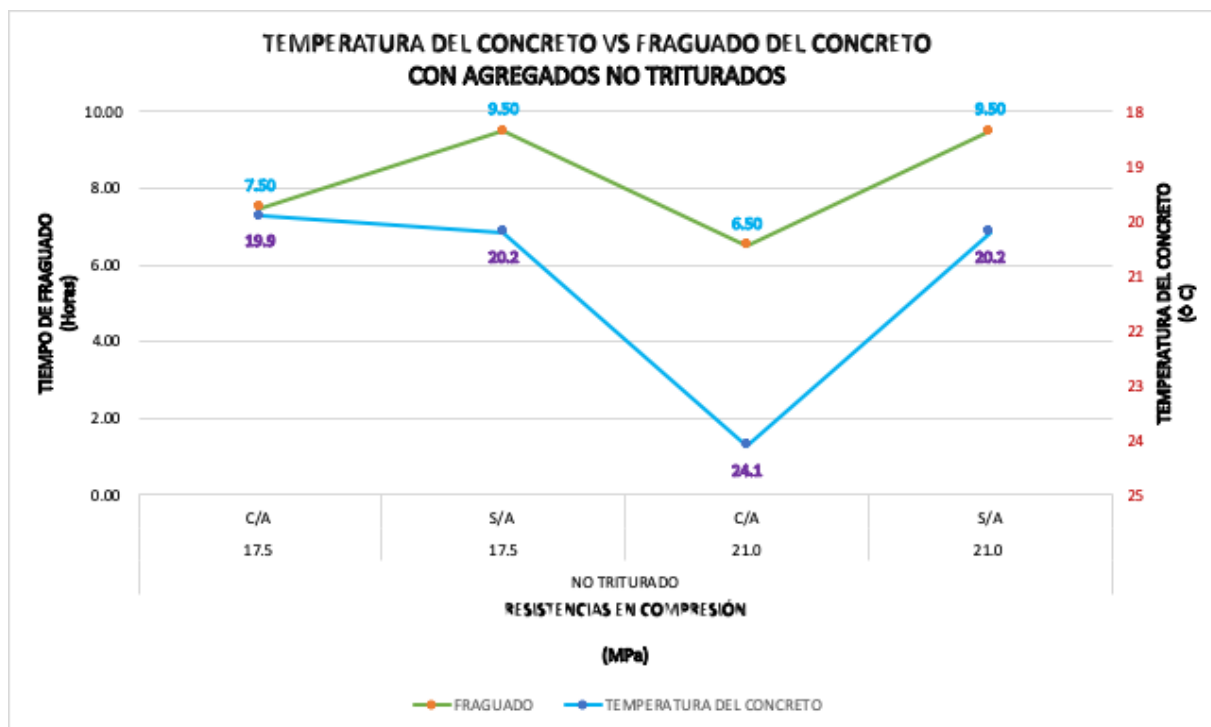
AGREGADOS	DISEÑO ACI 211		SIKAMENT 306N 0.12%	CONTENIDO DE AIRE (%)
	f'c (MPa)	a/c		
TRITURADOS	17.50	0.70	SIN ADITIVO	1.8
	21.00	0.55	SIN ADITIVO	2.2
NO TRITURADOS	17.50	0.70	SIN ADITIVO	2.1
	21.00	0.57	SIN ADITIVO	2.5
TRITURADOS	17.50	0.70	CON ADITIVO	7.8
	21.00	0.55	CON ADITIVO	8.2
NO TRITURADOS	17.50	0.70	CON ADITIVO	7.5
	21.00	0.55	CON ADITIVO	8.0



**TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO
CON AGREGADO NO TRITURADO**

RESISTENCIA (MPa)	ADICIÓN SIKAMENT 306N	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TIEMPO DE FRAGUADO APROXIMADO (Horas)
21.0	C/A	24.1 °C	6.50
17.5	C/A	19.9 °C	7.50
21.0	S/A	21.9 °C	9.00
17.5	S/A	20.2 °C	9.50

**TEMPERATURA DEL CONCRETO VS FRAGUADO DEL
CONCRETO
CON AGREGADOS TRITURADOS**




COSTOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO

AGREGADO TRITURADO

Partida	01.01.01	CONCRETO FLUIDO $f_c = 17.5$ MPa S/A				Rend:	10.000 m ³ /dia
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	21.94	2.19	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
47 00008	OFICIAL	HH	2.000	2.0000	15.31	30.62	
47 00009	PEON	HH	6.000	6.0000	13.77	82.62	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
						151.99	
Materiales							
05 00002	AGUA	m ³		0.2813	1.50	0.42	
05 04927	AGREGADO GRUESO TRITURADO	m ³		0.3496	40.00	13.98	
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	bls		9.0040	22.00	198.09	
38 00005	AGREGADO FINO TRITURADO	m ³		0.2407	40.00	9.63	
						222.12	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	151.99	3.04	
49 00043	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18H	HM	1.000	1.0000	8.50	8.50	
49 00046	VIBRADORA DE CONCRETO	HM	1.000	1.0000	5.50	5.50	
						17.04	
Costo unitario por m³ :						391.16	

Partida	01.01.02	CONCRETO FLUIDO $f_c = 21.0$ MPa S/A				Rend:	10.000 m ³ /dia
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	21.94	2.19	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
47 00008	OFICIAL	HH	2.000	2.0000	15.31	30.62	
47 00009	PEON	HH	6.000	6.0000	13.77	82.62	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
						151.99	
Materiales							
05 00002	AGUA	m ³		0.2203	1.50	0.33	
05 04927	AGREGADO GRUESO TRITURADO	m ³		0.3929	40.00	15.72	
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	bls		8.4706	22.00	186.35	
38 00005	AGREGADO FINO TRITURADO	m ³		0.2674	40.00	10.70	
						213.10	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	151.99	3.04	
49 00043	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18H	HM	1.000	1.0000	12.50	12.50	
49 00046	VIBRADORA DE CONCRETO	HM	1.000	1.0000	7.50	7.50	
						23.04	
Costo unitario por m³ :						388.13	

Partida	01.01.03	CONCRETO FLUIDO $f_c = 17.5$ MPa C/A				Rend:	10.000 m ³ /dia
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	21.94	2.19	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
47 00008	OFICIAL	HH	2.000	2.0000	15.31	30.62	
47 00009	PEON	HH	6.000	6.0000	13.77	82.62	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
						151.99	
Materiales							
05 00002	AGUA	m ³		0.2257	1.50	0.34	
05 04927	AGREGADO GRUESO TRITURADO	m ³		0.3987	40.00	15.95	
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	bs		7.0588	22.00	155.29	
38 00005	AGREGADO FINO TRITURADO	m ³		0.2743	40.00	10.97	
39 00001	ADITIVO SIKAMENT 308N	lt		0.1300	35.00	4.55	
						187.11	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	151.99	3.04	
49 00043	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18H	HM	1.000	1.0000	12.50	12.50	
49 00046	VIBRADORA DE CONCRETO	HM	1.000	1.0000	7.50	7.50	
						23.04	
Costo unitario por m³ :						362.14	

Partida	01.01.04	CONCRETO FLUIDO $f_c = 21.0$ MPa C/A				Rend:	10.000 m ³ /dia
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	21.94	2.19	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
47 00008	OFICIAL	HH	2.000	2.0000	15.31	30.62	
47 00009	PEON	HH	6.000	6.0000	13.77	82.62	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
						151.99	
Materiales							
05 00002	AGUA	m ³		0.2203	1.50	0.33	
05 04927	AGREGADO GRUESO TRITURADO	m ³		0.3929	40.00	15.72	
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	bs		8.4706	22.00	186.35	
38 00005	AGREGADO FINO TRITURADO	m ³		0.2674	40.00	10.70	
39 00001	ADITIVO SIKAMENT 308N	lt		0.1300	35.00	4.55	
						217.65	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	151.99	3.04	
49 00043	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18H	HM	1.000	1.0000	12.50	12.50	
49 00046	VIBRADORA DE CONCRETO	HM	1.000	1.0000	7.50	7.50	
						23.04	
Costo unitario por m³ :						392.68	

AGREGADO NO TRITURADO

Partida	01.01.01	CONCRETO FLUIDO $f_c = 17.5$ MPa S/A				Rend:	10.000 m ³ /dia
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	21.94	2.19	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
47 00008	OFICIAL	HH	2.000	2.0000	15.31	30.62	
47 00009	PEON	HH	6.000	6.0000	13.77	82.62	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
						151.99	
Materiales							
05 00002	AGUA	m ³		0.2903	1.50	0.44	
05 04927	AGREGADO GRUESO NO TRITURADO	m ³		0.2859	25.00	7.15	
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	bs		9.0040	22.00	198.09	
38 00005	AGREGADO FINO NO TRITURADO	m ³		0.2956	30.00	8.87	
						214.54	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	151.99	3.04	
49 00043	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18H	HM	1.000	1.0000	8.50	8.50	
49 00046	VIBRADORA DE CONCRETO	HM	1.000	1.0000	5.50	5.50	
						17.04	
					Costo unitario por m³ :	383.57	

Partida	01.01.02	CONCRETO FLUIDO $f_c = 21.0$ MPa S/A				Rend:	10.000 m ³ /dia
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	21.94	2.19	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
47 00008	OFICIAL	HH	2.000	2.0000	15.31	30.62	
47 00009	PEON	HH	6.000	6.0000	13.77	82.62	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
						151.99	
Materiales							
05 00002	AGUA	m ³		0.2570	1.50	0.39	
05 04927	AGREGADO GRUESO NO TRITURADO	m ³		0.2951	25.00	7.38	
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	bs		10.0000	22.00	220.00	
38 00005	AGREGADO FINO NO TRITURADO	m ³		0.3052	30.00	9.16	
						236.92	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	151.99	3.04	
49 00043	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18H	HM	1.000	1.0000	12.50	12.50	
49 00046	VIBRADORA DE CONCRETO	HM	1.000	1.0000	7.50	7.50	
						23.04	
					Costo unitario por m³ :	411.95	

Partida	01.01.03	CONCRETO FLUIDO $f'_c = 17.5$ MPa C/A				Rend:	10.000 m ³ /dia
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	21.94	2.19	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
47 00008	OFICIAL	HH	2.000	2.0000	15.31	30.62	
47 00009	PEON	HH	6.000	6.0000	13.77	82.62	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
						151.99	
Materiales							
05 00002	AGUA	m ³		0.1800	1.50	0.27	
05 04927	AGREGADO GRUESO NO TRITURADO	m ³		0.3287	25.00	8.22	
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	bs		7.0588	22.00	155.29	
38 00005	AGREGADO FINO NO TRITURADO	m ³		0.3399	30.00	10.20	
39 00001	ADITIVO SIKAMENT 308N	lt		0.1300	35.00	4.55	
						178.53	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	151.99	3.04	
49 00043	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18H	HM	1.000	1.0000	12.50	12.50	
49 00046	VIBRADORA DE CONCRETO	HM	1.000	1.0000	7.50	7.50	
						23.04	
Costo unitario por m³ :						353.56	

Partida	01.01.04	CONCRETO FLUIDO $f'_c = 21.0$ MPa C/A				Rend:	10.000 m ³ /dia
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	21.94	2.19	
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
47 00008	OFICIAL	HH	2.000	2.0000	15.31	30.62	
47 00009	PEON	HH	6.000	6.0000	13.77	82.62	
47 00112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	1.0000	18.28	18.28	
						151.99	
Materiales							
05 00002	AGUA	m ³		0.2237	1.50	0.34	
05 04927	AGREGADO GRUESO NO TRITURADO	m ³		0.3235	25.00	8.09	
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	bs		8.4706	22.00	186.35	
38 00005	AGREGADO FINO NO TRITURADO	m ³		0.3347	30.00	10.04	
39 00001	ADITIVO SIKAMENT 308N	lt		0.1300	35.00	4.55	
						209.37	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	151.99	3.04	
49 00043	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18H	HM	1.000	1.0000	12.50	12.50	
49 00046	VIBRADORA DE CONCRETO	HM	1.000	1.0000	7.50	7.50	
						23.04	
Costo unitario por m³ :						384.40	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El agregado triturado tiene un mejor desempeño que el agregado no triturado debido a que es un material menor frágil que el agregado no triturado.
2. Se realizó los ensayos a los agregados no triturados y se obtuvo características del agregado de buena calidad, para la realización de concretos fluidos que trabajan a la resistencia a la compresión de $f'c$ 17.5 y $f'c$ 21 MPa.
3. Los costos por metro cúbico de concreto fluido son baratos en concretos con agregado no triturado. (Tablas de costos)
4. El valor de las propiedades físico - mecánicas de los agregados son:

AGREGADOS TRITURADOS		
CARACTERÍSTICAS	FINO	GRUESO
Humedad natural (%)	0.44%	0.20%
Absorción (%)	0.81%	2.80%
Peso específico de masa (g/cm^3)	2346	2 360
Tamaño máximo del agregado		3/4"
Módulo de fineza	2.52	6.44
Peso unitario suelto (kg/m^3)	1 307	1 362
Peso unitario compactado (kg/m^3)	1 522	1 494

AGREGADOS NO TRITURADOS		
CARACTERÍSTICAS	FINO	GRUESO
Humedad natural (%)	1.34%	0.30%
Absorción (%)	1.28%	3.77%
Peso específico de masa (g/cm^3)	2501	2 232
Tamaño máximo del agregado		3/4"
Módulo de fineza	2.69	6.64
Peso unitario suelto (kg/m^3)	1 504	1 451
Peso unitario compactado (kg/m^3)	1 723	1 569

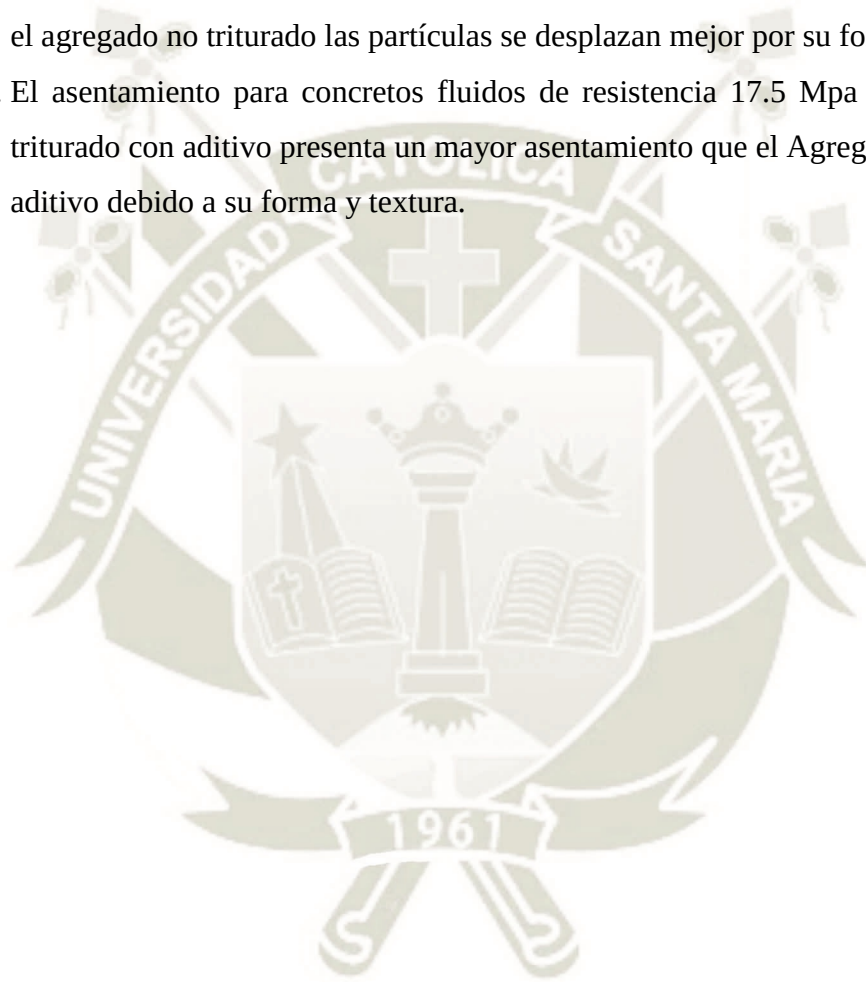
5. Según los resultados obtenidos de las propiedades físicas - mecánicas de los agregados, se determinó que el agregado fino aporta agua a la mezcla en 1.35% en

comparación del agregado grueso absorbe agua -0.22%

6. Según la granulométrica del agregado fino triturado, se obtuvo un módulo de 2.52 (rango 2.3 y 2.1) lo cual no es recomendable ya que se encuentra dentro de los límites granulométricos dispuestos por la ASTM C 33.
7. Según la granulométrica del agregado fino no triturado, se obtuvo un módulo de 2.69 (rango 2.3 y 2.1) lo cual es recomendable ya que se encuentra dentro de los límites granulométricos dispuestos por la ASTM C 33.
8. Según la granulométrica del agregado grueso triturado, se obtuvo un módulo de 6.44 lo cual es recomendable y cumple límites granulométricos según la norma. NTP 400.012 – 2013 y ASTM C 136.
9. Según la granulométrica del agregado grueso no triturado, se obtuvo un módulo de 6.64 lo cual es recomendable y cumple límites granulométricos según la norma. NTP 400.012 – 2013 y ASTM C 136.
10. Se determinó el peso unitario promedio del concreto fresco con aditivo Sikament 306N 2 566.95 kg/m³ y sin aditivo 2 469.75 kg/m³ respectivamente; peso unitario promedio del concreto endurecido con aditivo Sikament 306N 2 380.96 kg/m³ y sin aditivo 2 275.75 kg/m³ respectivamente.
11. Los resultados a compresión de los especímenes elaborados con aditivo Sikament 306N, tuvieron un aumento en la resistencia de hasta 15% los 3 días, de 20% a los 7 días, y un 25% a los 28 días, comparados con el concreto sin aditivo.
12. El uso del aditivo Sikament 306N debido a sus propiedades químicas es un reductor de agua, lo cual reduce el factor cemento de 10.0 bls a 8.50 bls por metro cubico reduciendo el costo en un 13%.
13. El agregado grueso no triturado tiene un menor peso específico en comparación con el agregado grueso triturado.
14. El Agregado Fino No triturado tiene mayor peso específico en comparación con el agregado fino triturado, esto debido a su textura y forma redondeada.
15. El agregado grueso no triturado tiene un mayor contenido de humedad que el agregado grueso triturado por ser un material poroso.
16. El agregado grueso no triturado presenta un mayor porcentaje de desgaste en

comparación del agregado grueso triturado debido a que es un material más frágil que el agregado grueso triturado.

17. El porcentaje de absorción del agregado grueso no triturado es mayor que el agregado grueso triturado debido a que es un material más poroso que el agregado triturado.
18. El asentamiento para concretos 21.0 Mpa de agregado grueso no triturado con aditivo presenta un mayor asentamiento que el agregado triturado con aditivo debido a que el agregado no triturado las partículas se desplazan mejor por su forma y textura.
19. El asentamiento para concretos fluidos de resistencia 17.5 Mpa del agregado no triturado con aditivo presenta un mayor asentamiento que el Agregado triturado con aditivo debido a su forma y textura.



RECOMENDACIONES

1. El agregado fino triturado debe ser mejorado en su granulometría ya que es un material mal gradado y no cumple con las NTP 400.012 – 2013 y ASTM C 136.
2. Se recomienda realizar otros ensayos con otros aditivos superplastificantes, para determinar los costos que se emplearan por metro cubico y poder elegir el más económico.
3. El aditivo Sikament 306N es un producto que se puede emplear en la ciudad de Arequipa por presentar un crecimiento considerable en la industria de la construcción lo cual permiten tener concretos mejores trabajables reduciendo costos y las fallas en estructuras.
4. Se recomienda realizar investigaciones a detalle sobre la elaboración de concretos fluidos con agregados no triturados.
5. Se recomienda realizar diversos ensayos, para determinar la fluidez óptima del concreto fluido, con la elaboracion de agregados no triturados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- Fernandez Canovas, M. 2005. Hormigón. Madrid. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 543 p.
- Instituto del Concreto, 1997. Manual Tecnología y Propiedades, Asociación colombiana de productores de concreto - ASOCRETO. D Sánchez. 2 ed. Sexta impresión, Colombia. 215 p.
- Rivva López, E. 2000. Naturaleza y materiales del concreto. A Gómez. ACI Perú. Lima, Perú. 390 p.
- Rivva López, E; Harman, J; Pasquel, E; Badoino, D; Romero, A. 1998. Tecnología del concreto: ACI capítulo peruano. A Gómez. Lima, Perú. 172 p.
- Rivva López, E. 1992. Tecnología del concreto: Diseño de mezclas. Editorial Hozlo S.C.R.L. Lima, Perú. 284 p.
- Pasquel Carbajal, E. 1998. Tópicos de tecnología del concreto en el Perú, Segunda Edición. Lima, Perú.

NORMAS PERUANAS E INTERNACIONALES

- NTP 400.012. 2013. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, INDECOPI.
- NTP400.022. 2013. Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje absorción del agregado fino. Lima, INDECOPI.
- NTP 400.017. 2011. Método de ensayo para determinar pesos volumétricos secos, sueltos y compactados. Lima, INDECOPI.
- NTP 339.035. 2009. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima, INDECOPI.
- NTP 339.183. 2009. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio. Lima, INDECOPI.
- NTP 339.034. 2008. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, INDECOPI.
- NTP 339.185. 2002. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima, INDECOPI.

- NTP 400.021. 2002. Método de ensayo normalizado para peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso. Lima, INDECOPI.
- NTP 339.114. 1999. Concreto premezclado. Lima, INDECOPI.
- ACI 318S (American Concrete Institute). 2008. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario, (Versión en español y en sistema métrico), Comité ACI 318.
- ACI 211 (American Concrete Institute). 1991. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, reapproved 2002, ACI Committee 211.



ANEXO A

AGREGADO TRITURADO

DISEÑO - ACI
 $f'_c = 17.5 \text{ MPa}$
SIN ADITIVO

1. MATERIALES:

- a) CEMENTO:
 - Portland tipo I
 - Peso Especifico= 2.81 g/cm^3
- b) AGUA:
 - Potable
- c) AGREGADOS:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N.		$\frac{3}{4}''$
Peso especifico masa (g/cm^3)	2.407	2.355
Absorcion (%)	0.49	2.53
Contenido de humedad (%)	0.20	0.03
Modulo de fineza	1.87	6.27
P.U.S. (g/cm^3)	1 307	1 362
P.U.C. (g/cm^3)	1 522	1 494

- d) RATIO: 0.40

2. MÉTODO ACI:

1. Cálculo de la resistencia promedio:

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_{cr} + 70$
210 a 350	$f'_{cr} + 85$
Sobre 350	$f'_{cr} + 98$

$$f'_{cr} = f'_c + 70 = 17.5 + 70 = 245 \text{ kg/ m}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal:

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

3. Selección del asentamiento:

Concreto superplastificado $\swarrow$ Máximo $\approx 8''$
Mínimo $\approx 6''$

Escogemos 8''

4. Volumen unitario del agua:

$$\text{Volumen de agua de mezcla} = 234 \text{ lt/m}^3$$

5. Relación A/C:

Interpolando

$$50 \left[\begin{array}{c} 45 \\ 295 - x \\ 300 - 0.55 \end{array} \right] \begin{array}{c} 250 - 0.62 \\ 0.62 - x \\ 0.07 \end{array}$$

$$\frac{50}{45} = \frac{0.07}{0.62 - x} \Rightarrow 3.15 = 31 - 50x$$

$$50x = 31 - 3.15$$

$$50x = 27.85$$

$$X = 0.55$$

$$x = a/c = 0.55$$

6. Factor cemento:

$$\text{Factor cemento: } \frac{234}{0.55} = 425.45 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 10 \text{ bls/m}^3$$

7. Módulo de la combinación de los agregados:

$$\text{Módulo de fineza A.GT.:} = 6.27$$

$$\text{Ratio:} = 0.40$$

$$\text{Módulo de fineza A.F.:} = 1.87$$

$$\frac{[(6.27) - (0.40) \times [(6.27) - (1.87)]]}{[6.27 - 0.40 \times [4.40]]}$$

$$\frac{6.27 - 1.76}{4.51}$$

8. Hallando volumen de pasta:

Volumen absoluto de:

$$\text{Cemento: } \frac{425}{2.81 \times 1000} = 0.1512 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{234}{1 \times 1000} = 0.2340 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena: } (1 - (0.1512 + 0.234) \times 0.400) = 0.2460 \text{ m}^3$$

$$\text{Piedra: } (1 - (0.1512 + 0.234 + 0.246)) = 0.3690 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 1.0000 \text{ m}^3$$

9. Diseño de SSS:

$$\begin{array}{rcl} \text{Cemento:} & & = 425.00 \\ \text{Agua:} & & = 234.00 \\ \text{Arena: } 2047 \times 0.246 & & = 592.12 \\ \text{Piedra: } 2355 \times 0.369 & & = 868.99 \\ \text{Peso total } \Sigma & & \mathbf{2120.00} \end{array}$$

10. Corrección por humedad el agregado:

$$\text{Cemento} = 425$$

$$\begin{aligned} \text{Agua} &= \left[\frac{(0.49 - 0.20)}{100} \times 592 + \frac{(2.53 - 0.03)}{100} \times 869 \right] + 234 \\ &= [(1.7168 + 21.725)] + 234 \\ &= 257.20 \approx 257 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arena} &= \left[\frac{(0.20 - 0.49)}{100} + 1 \right] \times 592 \\ &= 590.28 \approx 590 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Piedra} &= \left[\frac{(0.03 - 2.53)}{100} + 1 \right] \times 869 \\ &= 847.00 \end{aligned}$$

$$\Sigma = \mathbf{2120.00}$$

11. Pesos de materiales para diseño en laboratorio:

Dosificación : 0.025

• Cemento	=	$0.025 \times 425 = 10.625$
• Agua	=	$0.025 \times 257 = 6.430$
• Piedra	=	$0.025 \times 847 = 21.180$
• Arena	=	$0.025 \times 590 = \underline{14.760}$
Total volumen		= 53.000



AGREGADO TRITURADO DISEÑO - ACI $f'c = 17.5 \text{ MPa}$ CON ADITIVO

1. MATERIALES:

a) CEMENTO:

- Portland tipo I
- Peso Especifico= 2.81 gr/cm^3

b) AGUA:

- Potable

c) AGREGADOS:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N.		$\frac{3}{4}''$
Peso específico masa (g/cm^3)	2.407	2.355
Absorción (%)	0.49	2.53
Contenido de humedad (%)	0.20	0.03
Módulo de fineza	1.87	6.27
P.U.S. (g/cm^3)	1 307	1 362
P.U.C. (g/cm^3)	1 522	1 494

d) RATIO: 0.40

e) ADITIVO: SIKAMEN 306N

- Peso Específico= 1.18 gr/cm^3

2. MÉTODO ACI:

1. Cálculo de la resistencia promedio:

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'cr + 70$
210 a 350	$f'cr + 85$
Sobre 350	$f'cr + 98$

$$f'cr = f'c + 70 = 17.5 + 70 = 245 \text{ kg/m}^3$$

2. Selección del tamaño máximo nominal:

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

3. Selección el asentamiento:

Concreto superplastificado $\left\{ \begin{array}{l} \text{Máximo} \approx 8'' \\ \text{Mínimo} \approx 6'' \end{array} \right.$

Escogemos 8''

4. Volumen unitario del agua:

$$\text{Volumen de agua de mezcla} = 198 \text{ lt/m}^3$$

5. Relación A/C:

Interpolando

$$50 \left[\begin{array}{l} 45 \\ 295 - x \\ 300 - 0.55 \end{array} \right] \begin{array}{l} 250 - 0.62 \\ 0.62 - x \\ 0.07 \end{array}$$

$$\frac{50}{45} = \frac{0.07}{0.62 - x} \Rightarrow 3.15 = 31 - 50x$$

$$50x = 31 - 3.15$$

$$50x = 27.85$$

$$X = 0.55$$

$$x = a/c = 0.55$$

6. Factor cemento

$$\text{Factor cemento: } \frac{198}{0.55} = 360 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 9 \text{ bls/m}^3$$

7. Aditivo SIKAMENT 306N :

$$1.4 \%$$

8. Módulo de la combinación de los agregados:

$$\text{Módulo de fineza A.G.T.:} = 6.27$$

$$\text{Ratio:} = 0.4$$

$$\text{Módulo de fineza A.F.T.:} = 1.87$$

$$[(6.27) - (0.40) \times [(6.27) - (1.87)]]$$

$$[6.27 - 0.40 \times [4.40]]$$

$$6.27 - 1.76$$

$$4.51$$

9. Hallando volumen de pasta:

Volumen absoluto de:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento: } & \frac{360}{2.81 \times 1000} = 0.1281 \text{ m}^3 \\
 \text{Agua: } & \frac{198}{1 \times 1000} = 0.1980 \text{ m}^3 \\
 \text{Arena: } & (1 - (0.1281 + 0.198 + 0.0043) \times 0.400) = 0.2678 \text{ m}^3 \\
 \text{Piedra: } & (1 - (0.1281 + 0.198 + 0.2678)) = 0.4018 \text{ m}^3 \\
 \text{Aditivo: } & 5.04/1180 = 0.0043 \text{ m}^3 \\
 & \Sigma = 1.000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

10. Diseño de SSS:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento: } & = 360.00 \\
 \text{Agua: } & = 198.00 \\
 \text{Arena: } & 2407 \times 0.2678 = 645.00 \\
 \text{Piedra: } & 2355 \times 0.4018 = 946.23 \\
 \text{Aditivo: } & 1.4\% \times 360 = 5.0400 \\
 \text{Peso total } & \Sigma = 2153.90
 \end{aligned}$$

11. Corrección por humedad del agregado:

$$\text{Cemento} = 360$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agua} &= \left[\frac{(0.49 - 0.20)}{100} \times 645 + \frac{(2.53 - 0.03)}{100} \times 946 \right] + 198 \\
 &= \left[(1.8705 + 23.65) \right] + 198 \\
 &= 223.05 \approx 223
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Arena} &= \left[\frac{(0.20 - 0.49)}{100} + 1 \right] \times 645 \\
 &= 643.1295 \approx 643
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Piedra} &= \left[\frac{(0.03 - 2.53)}{100} + 1 \right] \times 946 \\
 &= 923
 \end{aligned}$$

$$\text{Aditivo} = 5.04$$

$$\Sigma = 2153.9$$

12. Pesos de materiales para diseño en laboratorio:

Dosificación : 0.025

• Cemento	=	0.025 x 360	=	9.000
• Agua	=	0.025 x 223	=	5.590
• Piedra	=	0.025 x 923	=	23.06
• Arena	=	0.025 x 643	=	16.07
• Aditivo	=	0.025 x 5.04	=	<u>0.126</u>
		Total volumen	=	53.848



AGREGADO TRITURADO DISEÑO - ACI $f'c = 21.0 \text{ MPa}$ SIN ADITIVO

1. MATERIALES:

- a) CEMENTO:
 - Portland tipo I
 - Peso Especifico= 2.81 g/cm^3
- b) AGUA:
 - Potable
- c) AGREGADOS:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N.		$\frac{3}{4}''$
Peso específico masa (g/cm^3)	2.407	2.355
Absorción (%)	0.49	2.53
Contenido de humedad (%)	0.20	0.03
Modulo de fineza	1.87	6.27
P.U.S. (g/cm^3)	1 307	1 362
P.U.C. (g/cm^3)	1 522	1 494

- d) RATIO: 0.40

2. MÉTODO ACI:

1. Cálculo de la resistencia promedio:

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'cr + 70$
210 a 350	$f'cr + 85$
Sobre 350	$f'cr + 98$

$$f'cr = f'c + 85 = 210 + 85 = 295 \text{ kg/ m}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal:

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

3. Selección del asentamiento:

Concreto superplastificado $\searrow$ Máximo $\approx 8''$
Mínimo $\approx 6''$

Escogemos 8''

4. Volumen unitario del agua:

Volumen de agua de mezcla = 234 lt/m^3

5. Relación A/C:

Interpolando

$$50 \left[\begin{array}{c} 45 \\ 295 - x \\ 300 - 0.55 \end{array} \right] \begin{array}{c} 250 - 0.62 \\ 0.62 - x \\ 0.07 \end{array}$$

$$\frac{50}{45} = \frac{0.07}{0.62 - x} \Rightarrow 3.15 = 31 - 50x$$

$$50x = 31 - 3.15$$

$$50x = 27.85$$

$$X = 0.55$$

$$x = a/c = 0.55$$

6. Factor cemento:

Factor cemento: $\frac{234}{0.55} = 425.45 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 10 \text{ bls/m}^3$

7. Módulo de la combinación de los agregados:

Módulo de fineza A.GT.: = 6.27

Ratio: = 0.40

Módulo de fineza A.F.: = 1.87

$$\frac{[(6.27) - (0.40) \times [(6.27) - (1.87)]]}{[6.27 - 0.40 \times [4.40]]}$$

$$\frac{6.27 - 1.76}{4.51}$$

8. Hallando volumen de pasta:

Volumen absoluto de:

Cemento: $\frac{425}{2.81 \times 1000} = 0.1512 \text{ m}^3$

$$\text{Agua: } \frac{234}{1 \times 1000} = 0.2340 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena: } (1 - (0.1512 + 0.234) \times 0.400) = 0.2460 \text{ m}^3$$

$$\text{Piedra: } (1 - (0.1512 + 0.234 + 0.246)) = 0.3690 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 1.0000 \text{ m}^3$$

9. Diseño de SSS:

$$\begin{array}{rcl} \text{Cemento:} & & = 425.00 \\ \text{Agua:} & & = 234.00 \\ \text{Arena: } 2047 \times 0.246 & & = 592.12 \\ \text{Piedra: } 2355 \times 0.369 & & = 868.99 \\ \text{Peso total } \Sigma & & \mathbf{2120.00} \end{array}$$

10. Corrección por humedad el agregado:

$$\text{Cemento} = 425$$

$$\begin{aligned} \text{Agua} &= \left[\frac{(0.49 - 0.20)}{100} \times 592 + \frac{(2.53 - 0.03)}{100} \times 869 \right] + 234 \\ &= [(1.7168 + 21.725)] + 234 \\ &= 257.20 \approx 257 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arena} &= \left[\frac{(0.20 - 0.49)}{100} + 1 \right] \times 592 \\ &= 590.28 \approx 590 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Piedra} &= \left[\frac{(0.03 - 2.53)}{100} + 1 \right] \times 869 \\ &= 847.00 \end{aligned}$$

$$\Sigma = \mathbf{2120.00}$$

11. Pesos de materiales para diseño en laboratorio:

Dosificación : 0.025

- Cemento = $0.025 \times 425 = 10.625$
- Agua = $0.025 \times 257 = 6.430$
- Piedra = $0.025 \times 847 = 21.180$
- Arena = $0.025 \times 590 = 14.760$

Total volumen = 53.000

AGREGADO TRITURADO DISEÑO - ACI $f'c = 21.0 \text{ MPa}$ CON ADITIVO

1. MATERIALES:

a) CEMENTO:

- Portland tipo I
- Peso Especifico= 2.81 gr/cm^3

b) AGUA:

- Potable

c) AGREGADOS:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N.		$\frac{3}{4}''$
Peso específico masa (g/cm^3)	2.407	2.355
Absorción (%)	0.49	2.53
Contenido de humedad (%)	0.20	0.03
Módulo de fineza	1.87	6.27
P.U.S. (g/cm^3)	1 307	1 362
P.U.C. (g/cm^3)	1 522	1 494

d) RATIO: 0.40

e) ADITIVO: SIKAMEN 306N

- Peso Específico= 1.18 gr/cm^3

2. MÉTODO ACI:

1. Cálculo de la resistencia promedio:

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'cr + 70$
210 a 350	$f'cr + 85$
Sobre 350	$f'cr + 98$

$$f'cr = f'c + 85 = 210 + 85 = 295 \text{ kg/m}^3$$

2. Selección del tamaño máximo nominal:

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

3. Selección el asentamiento:

Concreto superplastificado $\begin{cases} \text{Máximo} \approx 8'' \\ \text{Mínimo} \approx 6'' \end{cases}$

Escogemos 8''

4. Volumen unitario del agua:

$$\text{Volumen de agua de mezcla} = 198 \text{ lt/m}^3$$

5. Relación A/C:

Interpolando

$$50 \left[\begin{array}{c} 45 \\ 295 - x \\ 300 - 0.55 \end{array} \right] \begin{array}{c} 250 - 0.62 \\ 0.62 - x \\ 0.07 \end{array}$$

$$\frac{50}{45} = \frac{0.07}{0.62 - x} \Rightarrow \begin{array}{l} 3.15 = 31 - 50x \\ 50x = 31 - 3.15 \\ 50x = 27.85 \\ X = 0.55 \\ x = a/c = 0.55 \end{array}$$

6. Factor cemento

$$\text{Factor cemento: } \frac{198}{0.55} = 360 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 9 \text{ bls/m}^3$$

7. Aditivo SIKAMENT 306N :

$$1.4 \%$$

8. Módulo de la combinación de los agregados:

$$\text{Módulo de fineza A.G.T.:} = 6.27$$

$$\text{Ratio:} = 0.4$$

$$\text{Módulo de fineza A.F.T.:} = 1.87$$

$$[(6.27) - (0.40) \times [(6.27) - (1.87)]]$$

$$[6.27 - 0.40 \times [4.40]]$$

$$6.27 - 1.76$$

$$4.51$$

9. Hallando volumen de pasta:

Volumen absoluto de:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento: } & \frac{360}{2.81 \times 1000} = 0.1281 \text{ m}^3 \\
 \text{Agua: } & \frac{198}{1 \times 1000} = 0.1980 \text{ m}^3 \\
 \text{Arena: } & (1 - (0.1281 + 0.198 + 0.0043) \times 0.400) = 0.2678 \text{ m}^3 \\
 \text{Piedra: } & (1 - (0.1281 + 0.198 + 0.2678)) = 0.4018 \text{ m}^3 \\
 \text{Aditivo: } & 5.04/1180 = 0.0043 \text{ m}^3 \\
 & \Sigma = 1.000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

10. Diseño de SSS:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento: } & = 360.00 \\
 \text{Agua: } & = 198.00 \\
 \text{Arena: } & 2407 \times 0.2678 = 645.00 \\
 \text{Piedra: } & 2355 \times 0.4018 = 946.23 \\
 \text{Aditivo: } & 1.4\% \times 360 = 5.0400 \\
 \text{Peso total } & \Sigma = 2153.90
 \end{aligned}$$

11. Corrección por humedad del agregado:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento} & = 360 \\
 \text{Agua} & = \left[\frac{(0.49 - 0.20)}{100} \times 645 + \frac{(2.53 - 0.03)}{100} \times 946 \right] + 198 \\
 & = \left[(1.8705 + 23.65) \right] + 198 \\
 & = 223.05 \approx 223 \\
 \text{Arena} & = \left[\frac{(0.20 - 0.49)}{100} + 1 \right] \times 645 \\
 & = 643.1295 \approx 643 \\
 \text{Piedra} & = \left[\frac{(0.03 - 2.53)}{100} + 1 \right] \times 946 \\
 & = 923 \\
 \text{Aditivo} & = 5.04 \\
 \Sigma & = 2153.9
 \end{aligned}$$

12. Pesos de materiales para diseño en laboratorio:

Dosificación : 0.025

• Cemento	=	0.025 x 360	=	9.000
• Agua	=	0.025 x 223	=	5.590
• Piedra	=	0.025 x 923	=	23.06
• Arena	=	0.025 x 643	=	16.07
• Aditivo	=	0.025 x 5.04	=	<u>0.126</u>
		Total volumen	=	53.848



AGREGADO NO TRITURADO
DISEÑO - ACI
 $f'c = 17.5 \text{ MPa}$
SIN ADITIVO

1. MATERIALES:

- a) CEMENTO:
-Portland tipo I
-Peso Especifico= 2.81 g/cm^3
- b) AGUA:
-Potable
- c) AGREGADOS:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N.		$\frac{3}{4}''$
Peso específico masa (g/cm^3)	2.407	2.355
Absorción (%)	0.49	2.53
Contenido de humedad (%)	0.20	0.03
Modulo de fineza	1.87	6.27
P.U.S. (g/cm^3)	1 307	1 362
P.U.C. (g/cm^3)	1 522	1 494

- d) RATIO: 0.40

2. MÉTODO ACI:

1. Cálculo de la resistencia promedio:

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'cr + 70$
210 a 350	$f'cr + 85$
Sobre 350	$f'cr + 98$

$$f'cr = f'c + 70 = 17.5 + 70 = 245 \text{ kg/ m}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal:

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

3. Selección del asentamiento:

Concreto superplastificado $\swarrow$ Máximo $\approx 8''$
Minimo $\approx 6''$

Escogemos 8''

4. Volumen unitario del agua:

Volumen de agua de mezcla = 234 lt/m^3

5. Relación A/C:

Interpolando

$$50 \left[\begin{array}{c} 45 \\ 295 - x \\ 300 - 0.55 \end{array} \right] \begin{array}{c} 250 - 0.62 \\ 0.62 - x \\ 0.07 \end{array}$$

$$\frac{50}{45} = \frac{0.07}{0.62 - x} \Rightarrow 3.15 = 31 - 50x$$

$$50x = 31 - 3.15$$

$$50x = 27.85$$

$$X = 0.55$$

$$x = a/c = 0.55$$

6. Factor cemento:

Factor cemento: $\frac{234}{0.55} = 425.45 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 10 \text{ bls/m}^3$

7. Módulo de la combinación de los agregados:

Módulo de fineza A.GT.: = 6.27

Ratio: = 0.40

Módulo de fineza A.F.: = 1.87

$$\frac{[(6.27)-(0.40) \times [(6.27)-(1.87)]]}{[6.27 - 0.40 \times [4.40]]}$$

$$\frac{6.27 - 1.76}{4.51}$$

8. Hallando volumen de pasta:

Volumen absoluto de:

Cemento: $\frac{425}{2.81 \times 1000} = 0.1512 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}\text{Agua: } & \frac{234}{1 \times 1000} = 0.2340 \text{ m}^3 \\ \text{Arena: } & (1 - (0.1512 + 0.234) \times 0.400) = 0.2460 \text{ m}^3 \\ \text{Piedra: } & (1 - (0.1512 + 0.234 + 0.246)) = 0.3690 \text{ m}^3 \\ & \Sigma = 1.0000 \text{ m}^3\end{aligned}$$

9. Diseño de SSS:

$$\begin{aligned}\text{Cemento:} & = 425.00 \\ \text{Agua:} & = 234.00 \\ \text{Arena: } & 2047 \times 0.246 = 592.12 \\ \text{Piedra: } & 2355 \times 0.369 = 868.99 \\ \text{Peso total } \Sigma & \quad \quad \quad \mathbf{2120.00}\end{aligned}$$

10. Corrección por humedad el agregado:

$$\begin{aligned}\text{Cemento} & = 425 \\ \text{Agua} & = \left[\frac{(0.49 - 0.20)}{100} \times 592 + \frac{(2.53 - 0.03)}{100} \times 869 \right] + 234 \\ & = [(1.7168 + 21.725)] + 234 \\ & = 257.20 \approx 257 \\ \text{Arena} & = \left[\frac{(0.20 - 0.49)}{100} + 1 \right] \times 592 \\ & = 590.28 \approx 590 \\ \text{Piedra} & = \left[\frac{(0.03 - 2.53)}{100} + 1 \right] \times 869 \\ & = 847.00 \\ \Sigma & = \mathbf{2120.00}\end{aligned}$$

11. Pesos de materiales para diseño en laboratorio:

Dosificación : 0.025

- Cemento = $0.025 \times 425 = 10.625$
- Agua = $0.025 \times 257 = 6.430$
- Piedra = $0.025 \times 847 = 21.180$
- Arena = $0.025 \times 590 = 14.760$

Total volumen = 53.000

**AGREGADO NO TRITURADO
DISEÑO - ACI
 $f'c = 17.5 \text{ MPa}$
CON ADITIVO**

1. MATERIALES:

a) CEMENTO:

- Portland tipo I
- Peso Especifico= 2.81 gr/cm^3

b) AGUA:

- Potable

c) AGREGADOS:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N.		$\frac{3}{4}''$
Peso específico masa (g/cm^3)	2.407	2.355
Absorción (%)	0.49	2.53
Contenido de humedad (%)	0.20	0.03
Módulo de fineza	1.87	6.27
P.U.S. (g/cm^3)	1 307	1 362
P.U.C. (g/cm^3)	1 522	1 494

d) RATIO: 0.40

e) ADITIVO: SIKAMEN 306N

- Peso Específico= 1.18 gr/cm^3

2. MÉTODO ACI:

1. Cálculo de la resistencia promedio:

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'cr + 70$
210 a 350	$f'cr + 85$
Sobre 350	$f'cr + 98$

$$f'cr = f'c + 70 = 17.5 + 70 = 245 \text{ kg/m}^3$$

2. Selección del tamaño máximo nominal:

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

3. Selección el asentamiento:

Concreto superplastificado $\left\{ \begin{array}{l} \text{Máximo} \approx 8'' \\ \text{Mínimo} \approx 6'' \end{array} \right.$

Escogemos 8''

4. Volumen unitario del agua:

$$\text{Volumen de agua de mezcla} = 198 \text{ lt/m}^3$$

5. Relación A/C:

Interpolando

$$50 \left[\begin{array}{l} \left[\begin{array}{l} 45 \\ 295 - x \\ 300 - 0.55 \end{array} \right] \begin{array}{l} 250 - 0.62 \\ 0.62 - x \\ 0.07 \end{array} \end{array} \right]$$

$$\frac{50}{45} = \frac{0.07}{0.62 - x} \Rightarrow \begin{array}{l} 3.15 = 31 - 50x \\ 50x = 31 - 3.15 \\ 50x = 27.85 \\ X = 0.55 \\ x = a/c = 0.55 \end{array}$$

6. Factor cemento

$$\text{Factor cemento: } \frac{198}{0.55} = 360 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 9 \text{ bls/m}^3$$

7. Aditivo SIKAMENT 306N :

$$1.4 \%$$

8. Módulo de la combinación de los agregados:

$$\text{Módulo de fineza A.G.T.:} = 6.27$$

$$\text{Ratio:} = 0.4$$

$$\text{Módulo de fineza A.F.T.:} = 1.87$$

$$[(6.27) - (0.40) \times [(6.27) - (1.87)]]$$

$$[6.27 - 0.40 \times [4.40]]$$

$$6.27 - 1.76$$

$$4.51$$

9. Hallando volumen de pasta:

Volumen absoluto de:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento: } & \frac{360}{2.81 \times 1000} = 0.1281 \text{ m}^3 \\
 \text{Agua: } & \frac{198}{1 \times 1000} = 0.1980 \text{ m}^3 \\
 \text{Arena: } & (1 - (0.1281 + 0.198 + 0.0043) \times 0.400) = 0.2678 \text{ m}^3 \\
 \text{Piedra: } & (1 - (0.1281 + 0.198 + 0.2678)) = 0.4018 \text{ m}^3 \\
 \text{Aditivo: } & 5.04/1180 = 0.0043 \text{ m}^3 \\
 & \Sigma = 1.000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

10. Diseño de SSS:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento: } & = 360.00 \\
 \text{Agua: } & = 198.00 \\
 \text{Arena: } & 2407 \times 0.2678 = 645.00 \\
 \text{Piedra: } & 2355 \times 0.4018 = 946.23 \\
 \text{Aditivo: } & 1.4\% \times 360 = 5.0400 \\
 \text{Peso total } \Sigma & = 2153.90
 \end{aligned}$$

11. Corrección por humedad del agregado:

$$\text{Cemento} = 360$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agua} &= \left[\frac{(0.49 - 0.20)}{100} \times 645 + \frac{(2.53 - 0.03)}{100} \times 946 \right] + 198 \\
 &= \left[(1.8705 + 23.65) \right] + 198 \\
 &= 223.05 \approx 223
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Arena} &= \left[\frac{(0.20 - 0.49)}{100} + 1 \right] \times 645 \\
 &= 643.1295 \approx 643
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Piedra} &= \left[\frac{(0.03 - 2.53)}{100} + 1 \right] \times 946 \\
 &= 923
 \end{aligned}$$

$$\text{Aditivo} = 5.04$$

$$\Sigma = 2153.9$$

12. Pesos de materiales para diseño en laboratorio:

Dosificación : 0.025

• Cemento	=	0.025 x 360	=	9.000
• Agua	=	0.025 x 223	=	5.590
• Piedra	=	0.025 x 923	=	23.06
• Arena	=	0.025 x 643	=	16.07
• Aditivo	=	0.025 x 5.04	=	<u>0.126</u>
		Total volumen	=	53.848



AGREGADO NO TRITURADO
DISEÑO - ACI
 $f'c = 21.0 \text{ MPa}$
SIN ADITIVO

1. MATERIALES:

- a) CEMENTO:
 - Portland tipo I
 - Peso Especifico= 2.81 g/cm^3
- b) AGUA:
 - Potable
- c) AGREGADOS:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N.		$\frac{3}{4}''$
Peso específico masa (g/cm^3)	2.407	2.355
Absorción (%)	0.49	2.53
Contenido de humedad (%)	0.20	0.03
Modulo de fineza	1.87	6.27
P.U.S. (g/cm^3)	1 307	1 362
P.U.C. (g/cm^3)	1 522	1 494

- d) RATIO: 0.40

2. MÉTODO ACI:

1. Cálculo de la resistencia promedio:

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'cr + 70$
210 a 350	$f'cr + 85$
Sobre 350	$f'cr + 98$

$$f'cr = f'c + 85 = 210 + 85 = 295 \text{ kg/ m}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal:

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

3. Selección del asentamiento:

Concreto superplastificado $\swarrow$ Máximo $\approx 8''$
Minimo $\approx 6''$

Escogemos 8''

4. Volumen unitario del agua:

Volumen de agua de mezcla = 234 lt/m^3

5. Relación A/C:

Interpolando

$$50 \left[\begin{array}{c} 45 \\ 295 - x \\ 300 - 0.55 \end{array} \right] \begin{array}{c} 250 - 0.62 \\ 0.62 - x \\ 0.07 \end{array}$$

$$\frac{50}{45} = \frac{0.07}{0.62 - x} \Rightarrow 3.15 = 31 - 50x$$

$$50x = 31 - 3.15$$

$$50x = 27.85$$

$$X = 0.55$$

$$x = a/c = 0.55$$

6. Factor cemento:

Factor cemento: $\frac{234}{0.55} = 425.45 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 10 \text{ bls/m}^3$

7. Módulo de la combinación de los agregados:

Módulo de fineza A.GT.: = 6.27

Ratio: = 0.40

Módulo de fineza A.F.: = 1.87

$$\frac{[(6.27) - (0.40) \times [(6.27) - (1.87)]]}{[6.27 - 0.40 \times [4.40]]}$$

$$\frac{6.27 - 1.76}{4.51}$$

8. Hallando volumen de pasta:

Volumen absoluto de:

Cemento: $\frac{425}{2.81 \times 1000} = 0.1512 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}\text{Agua: } & \frac{234}{1 \times 1000} = 0.2340 \text{ m}^3 \\ \text{Arena: } & (1 - (0.1512 + 0.234) \times 0.400) = 0.2460 \text{ m}^3 \\ \text{Piedra: } & (1 - (0.1512 + 0.234 + 0.246)) = 0.3690 \text{ m}^3 \\ & \Sigma = 1.0000 \text{ m}^3\end{aligned}$$

9. Diseño de SSS:

$$\begin{aligned}\text{Cemento:} & = 425.00 \\ \text{Agua:} & = 234.00 \\ \text{Arena: } & 2047 \times 0.246 = 592.12 \\ \text{Piedra: } & 2355 \times 0.369 = 868.99 \\ \text{Peso total } \Sigma & \quad \quad \quad \mathbf{2120.00}\end{aligned}$$

10. Corrección por humedad el agregado:

$$\begin{aligned}\text{Cemento} & = 425 \\ \text{Agua} & = \left[\frac{(0.49 - 0.20)}{100} \times 592 + \frac{(2.53 - 0.03)}{100} \times 869 \right] + 234 \\ & = [(1.7168 + 21.725)] + 234 \\ & = 257.20 \approx 257 \\ \text{Arena} & = \left[\frac{(0.20 - 0.49)}{100} + 1 \right] \times 592 \\ & = 590.28 \approx 590 \\ \text{Piedra} & = \left[\frac{(0.03 - 2.53)}{100} + 1 \right] \times 869 \\ & = 847.00 \\ \Sigma & = \mathbf{2120.00}\end{aligned}$$

11. Pesos de materiales para diseño en laboratorio:

Dosificación : 0.025

- Cemento = $0.025 \times 425 = 10.625$
- Agua = $0.025 \times 257 = 6.430$
- Piedra = $0.025 \times 847 = 21.180$
- Arena = $0.025 \times 590 = 14.760$

Total volumen = 53.000

**AGREGADO NO TRITURADO
DISEÑO - ACI
 $f'c = 21.0 \text{ MPa}$
CON ADITIVO**

1. MATERIALES:

a) CEMENTO:

- Portland tipo I
- Peso Especifico= 2.81 gr/ cm^3

b) AGUA:

- Potable

c) AGREGADOS:

PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
T.M.N.		$\frac{3}{4}''$
Peso específico masa (g/cm^3)	2.407	2.355
Absorción (%)	0.49	2.53
Contenido de humedad (%)	0.20	0.03
Módulo de fineza	1.87	6.27
P.U.S. (g/cm^3)	1 307	1 362
P.U.C. (g/cm^3)	1 522	1 494

d) RATIO: 0.40

e) ADITIVO: SIKAMEN 306N

- Peso Específico= 1.18 gr/cm^3

2. MÉTODO ACI:

1. Cálculo de la resistencia promedio:

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'cr + 70$
210 a 350	$f'cr + 85$
Sobre 350	$f'cr + 98$

$$f'cr = f'c + 85 = 210 + 85 = 295 \text{ kg/ m}^3$$

2. Selección del tamaño máximo nominal:

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

3. Selección el asentamiento:

Concreto superplastificado $\left\{ \begin{array}{l} \text{Máximo} \approx 8'' \\ \text{Mínimo} \approx 6'' \end{array} \right.$

Escogemos 8''

4. Volumen unitario del agua:

$$\text{Volumen de agua de mezcla} = 198 \text{ lt/m}^3$$

5. Relación A/C:

Interpolando

$$50 \left[\begin{array}{l} 45 \\ 295 - x \\ 300 - 0.55 \end{array} \right] \begin{array}{l} 250 - 0.62 \\ 0.62 - x \\ 0.07 \end{array}$$

$$\frac{50}{45} = \frac{0.07}{0.62 - x} \Rightarrow 3.15 = 31 - 50x$$

$$50x = 31 - 3.15$$

$$50x = 27.85$$

$$X = 0.55$$

$$x = a/c = 0.55$$

6. Factor cemento

$$\text{Factor cemento: } \frac{198}{0.55} = 360 \text{ kg/m}^3 / 42.5 = 9 \text{ bls/m}^3$$

7. Aditivo SIKAMENT 306N :

$$1.4 \%$$

8. Módulo de la combinación de los agregados:

$$\text{Módulo de fineza A.G.T.:} = 6.27$$

$$\text{Ratio:} = 0.4$$

$$\text{Módulo de fineza A.F.T.:} = 1.87$$

$$[(6.27) - (0.40) \times [(6.27) - (1.87)]]$$

$$[6.27 - 0.40 \times [4.40]]$$

$$6.27 - 1.76$$

$$4.51$$

9. Hallando volumen de pasta:

Volumen absoluto de:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento: } & \frac{360}{2.81 \times 1000} = 0.1281 \text{ m}^3 \\
 \text{Agua: } & \frac{198}{1 \times 1000} = 0.1980 \text{ m}^3 \\
 \text{Arena: } & (1 - (0.1281 + 0.198 + 0.0043) \times 0.400) = 0.2678 \text{ m}^3 \\
 \text{Piedra: } & (1 - (0.1281 + 0.198 + 0.2678)) = 0.4018 \text{ m}^3 \\
 \text{Aditivo: } & 5.04/1180 = 0.0043 \text{ m}^3 \\
 & \Sigma = 1.000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

10. Diseño de SSS:

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento: } & = 360.00 \\
 \text{Agua: } & = 198.00 \\
 \text{Arena: } & 2407 \times 0.2678 = 645.00 \\
 \text{Piedra: } & 2355 \times 0.4018 = 946.23 \\
 \text{Aditivo: } & 1.4\% \times 360 = 5.0400 \\
 \text{Peso total } \Sigma & = 2153.90
 \end{aligned}$$

11. Corrección por humedad del agregado:

$$\text{Cemento} = 360$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agua} &= \left[\frac{(0.49 - 0.20)}{100} \times 645 + \frac{(2.53 - 0.03)}{100} \times 946 \right] + 198 \\
 &= \left[(1.8705 + 23.65) \right] + 198 \\
 &= 223.05 \approx 223
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Arena} &= \left[\frac{(0.20 - 0.49)}{100} + 1 \right] \times 645 \\
 &= 643.1295 \approx 643
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Piedra} &= \left[\frac{(0.03 - 2.53)}{100} + 1 \right] \times 946 \\
 &= 923
 \end{aligned}$$

$$\text{Aditivo} = 5.04$$

$$\Sigma = 2153.9$$

12. Pesos de materiales para diseño en laboratorio:

Dosificación : 0.025

• Cemento	=	0.025 x 360	=	9.000
• Agua	=	0.025 x 223	=	5.590
• Piedra	=	0.025 x 923	=	23.06
• Arena	=	0.025 x 643	=	16.07
• Aditivo	=	0.025 x 5.04	=	<u>0.126</u>
		Total volumen	=	53.848



ANEXO B

TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MINIMO	SLUMP MAXIMO
Zapatas y muros de cimentacion reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclopeo	2"	1"
Concreto superplastificado	6"	8"

TMN	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%

f _{cr}	Relacion a/c	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.8	71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	--
450	0.38	--

Asentamiento	Agua en lt/m ³						
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
Sin aire incorporado							
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160
Con aire incorporado							
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133
6" - 7"	216	205	187	184	174	166	154

TMN	Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto para modulos de fineza			
	2.4	2.6	2.8	3
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"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

ANEXO C

PANEL FOTOGRÁFICO

**Figura 28. Agregado grueso no triturado
sin tamizar**



**Figura 29. Agregado grueso no triturado
tamizado**



**Figura 30. Peso de agregado grueso
no triturado**



**Figura 31. Colocación de material para
ensayo en la maquina de los ángeles.**



Figura 32. Muestras de agregados grueso no triturado y triturado.



Figura 33. Agregado triturado grueso.



Figura 34. Muestra de agregado fino triturado.





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

OVIDO CUEVA, EDER ESGANY (COD - 2004200791)
ROMERO HUAMOLLE, EDUARDO MARTIN (COD - 2009600031)

Han realizado los ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondientes a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO POR DESEMPEÑO DE LOS AGREGADOS TRITURADOS Y NO TRITURADOS PARA CONCRETOS FLUIDOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'_c = 17.5\text{MPa}$ Y $F'_c = 21,0\text{MPa}$ EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2018"

Los ensayos efectuados por los señores Bachilleres fueron los siguientes:

DETALLE	COSTO EN S/	CANTIDAD	TOTAL
Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y Finos - Incluye Módulo de Fineza	12.5	12	150
Material Mas Fino que el Tamiz 75 μM (N° 200)	10	12	120
Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso	11.3	6	67.8
Peso Específico y Absorción de Agregado Fino	11.3	6	67.8
Peso Unitario Suelto	6.3	12	75.6
Peso Unitario Varillado	8.8	12	105.6
Compresión de Probetas de Concreto de 4" y 6"	3	397	1191
TOTAL			1777.8

El costo total de los ensayos realizados asciende a: S/. 1,777.80

El costo considerado dentro del tarifario como USO EQUIPOS TESIS OPCION C siendo la disposición la siguiente, se cobra el 35% según total resultante de la tabla costo tesis, dando como resultado de: S/. 622.23* (Comprobante BO17-00002212)

*Según autorización de la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre el 26/11/2018 y el 12/04/2019.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 29 De mayo Del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Alejandro Hidalgo Valdivia
Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL



Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

OVEDO CUEVA, EDER ESGANY (COD - 2004200791)
ROMERO HUAMOLLE, EDUARDO MARTIN (COD - 2009600031)

Han realizado los ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondientes a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO POR DESEMPEÑO DE LOS AGREGADOS TRITURADOS Y NO TRITURADOS PARA CONCRETOS FLUIDOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F^c_c = 17.5\text{MPa}$ Y $F^c_c = 21,0\text{MPa}$ EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2018"

Los ensayos efectuados por los señores Bachilleres fueron los siguientes:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
TTI-10	Abrasión Los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores a 1 1/2"	6	S/28.00	S/168.00
			TOTAL:	S/168.00

El costo cancelado por dichos ensayos es de: S/ **168.00** (Comprobante BO17-00002808)

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre el **15/07/2019** y el **22/07/2019**

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 4 de Diciembre del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. **ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA**
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL