

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A
COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/Cm² Y EL PORCENTAJE DE
MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. RAFAEL TIGLIA JESÚS ALER NIZZET

ASESOR:

DR. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA – PERU

2023

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento eterno al creador, por permitirme llegar sano y salvo a este punto de inflexión en mi vida profesional.

A mis padres y hermanos por enseñarme que con el apoyo de la familia y el razonamiento adecuado todo tiene solución, sin importar lo imposible que parezca.

A mi asesor, Ing. Miguel Mosqueira, por su guía y soporte académico no solo para ejecutar con éxito esta investigación, sino también en mi formación profesional.

A Yoseli por brindarme el apoyo y la motivación necesarias para poder finalizar esta investigación, gracias por ayudarme a liquidar mi último pendiente con la Escuela.

A todos mis amigos, en especial a Wanda, Medjay, Guti, Harolín, Krantzi, Mausuliño, Kelita, Lizziña, Ingridiña, Teresita, Pajarita, Tío Yisús; por tantos momentos inundados de nostalgia mientras compartimos los claustros universitarios.

También a Leiner, Nicson, Osmer, Italo y todos los miembros del laboratorio de suelos y concreto GUERSAN SRL que apoyaron la ejecución de este proyecto.

Y, por último, a todos mis docentes en especial al ing. Vargas e ing. Lezama quienes fueron parte importante para forjarme en mi querida facultad.

DEDICATORIA

Este trabajo representa el culmen de los ideales de un joven e imberbe Jesusito de quince años, que recién ingresado a la universidad creyó ser ingeniero a los veinte. Toda investigación nace planteando objetivos.

Para, El Malcry, de diecinueve que teniendo las capacidades y posibilidades de cumplir sus ideales se empecino en hacer necedades y dedicarse a ¿sabe dios qué? En la investigación también se analizan los datos errados.

Para el Aler de hoy, que a los veinticinco intenta enmendar y cumplir sus metas de niño, sin embargo, no hace más que naufragar de una forma diferente en cada intento. En la investigación no siempre se ratifica las hipótesis

Finalmente, para el nosotros del mañana que, aunque sabiendo que no esperamos ya nada, igual terminaremos decepcionando a alguien. Una buena investigación es susceptible a críticas y refutaciones.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Hipótesis de la investigación	2
1.4. Justificación de la investigación	2
1.5. Alcances de la investigación.....	2
1.6. Delimitaciones de la investigación.....	2
1.7. Limitaciones de la investigación.....	3
1.8. Objetivos.....	3
1.9. Descripción de contenido.....	3
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación	5
2.1.1. Internacional – Normativo	5
2.1.2. Nacional	5
2.1.3. Local	5
2.2. Bases teóricas.....	6
2.3. Definición de términos básicos.....	15

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación geográfica de la investigación	16
3.2. Tiempo de realización de la investigación.....	16
3.3. Metodología	16
3.4. Población de estudio	17
3.5. Procedimiento	19
3.6. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados.....	24
CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
3.7. Análisis de los resultados obtenidos en las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.	46
3.8. Análisis de los resultados obtenidos del ensayo a resistencia a compresión.	48
3.9. Discusión de resultados contrastados con las hipótesis	48
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones.	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS	53
ANEXO N° 01. Formatos para propiedades de agregados	53
ANEXO N° 02. Propiedades físicas de agregados.....	59
ANEXO N° 03. Diseños de mezcla.....	86
ANEXO N° 04. Resistencia a compresión del concreto	104
ANEXO N° 05. Ficha técnica del cemento.....	122
ANEXO N° 06. Evidencias fotográficas.....	123
ANEXO N° 07. Ensayos a compresión del concreto	127
ANEXO N° 08. Constancia de laboratorio	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01.	Diagrama de flujo para a realizar en un diseño de mezclas.	13
Figura N° 02.	Ubicación geográfica del laboratorio.....	16
Figura N° 03.	Variación del módulo de finura vs. porcentaje de material menor a 75 μm ..	28
Figura N° 04.	Variación del P.U.S. vs. porcentaje de material menor a 75 μm	31
Figura N° 05.	Gráfica del P.U.C vs. porcentaje de material menor a 75 μm	35
Figura N° 06.	Gráfica del peso específico vs. porcentaje de material menor a 75 μm	38
Figura N° 07.	Variación de resistencia a compresión del concreto vs. porcentaje de material menor a 75 μm	43
Figura N° 08.	Variación de resistencia a compresión vs. edad del concreto.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Distribución de probetas por porcentaje y edad.	18
Tabla N° 02 Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso.....	25
Tabla N° 03 Resumen de módulo de finura para porcentaje de material menor a 75 μm	25
Tabla N° 04 Unidades y abreviaciones en el módulo de finura	26
Tabla N° 05 Prueba de normalidad para el módulo de finura.....	26
Tabla N° 06 Correlación de Pearson entre porcentaje de finos y módulo de finura.....	27
Tabla N° 07 Resumen de P.U.S. por porcentaje de material menor a 75 μm	29
Tabla N° 08 Prueba de normalidad para el peso unitario suelto	29
Tabla N° 09 Correlación de Pearson entre porcentaje de finos y el peso unitario suelto.	30
Tabla N° 10 Resumen de P.U.C. para porcentajes de material menor a 75 μm	32
Tabla N° 11 Prueba de normalidad para el peso unitario compactado	33
Tabla N° 12 Correlación de Pearson el entre porcentaje de finos y el P.U.C.....	33
Tabla N° 13 Resumen de P.U.C. para porcentajes de material menor a 75 μm	36
Tabla N° 14 Prueba de normalidad para el peso específico.....	36
Tabla N° 15 Correlación de Pearson entre porcentaje de finos y el peso específico.....	37
Tabla N° 16 Resumen de diseños de mezcla por porcentaje de material menor a 75 μm	39
Tabla N° 17 Resumen de resistencia a compresión. por porcentaje de finos.....	40
Tabla N° 18 Prueba de normalidad para la resistencia a compresión del concreto.	40
Tabla N° 19 Correlación de Pearson entre porcentaje de finos y resistencia a compresión. ..	41
Tabla N° 20 Tabla de apoyo para encontrar una aproximación a la ecuación.....	42
Tabla N° 21 Resistencia a compresión del concreto promedio según tipo de diseño para diferentes edades, según tabla N°1	44
Tabla N° 22 Porcentaje de Resistencia de diferentes diseños respecto al diseño con agregados sin presencia de material menor a 75 μm	44

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar la ecuación de la curva de correlación entre la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el porcentaje de material más fino que $75 \mu\text{m}$ del agregado fino. Su enfoque es experimental cuantitativo, de tipo aplicada; su nivel, correlacional y diseño experimental. La muestra es 72 probetas de concreto determinadas de una población infinita. Los datos se recogieron en tablas y fueron analizadas y procesados estadísticamente con el programa Excel y SPSS. El resultado obtenido de la correlación entre el material menor a 75 micrómetros y la resistencia a compresión del concreto son 5 ecuaciones, de ellas la que mejor se ajusta a la curva, con un 99.9% de precisión es una ecuación polinómica de cuarto grado: $f'c = 5,268,648.299(\%_f)^4 - 1,307,955.730(\%_f)^3 + 108,935.855(\%_f)^2 - 3,892.434(\%_f) + 276.926$; sin embargo, se concluye que la ecuación que mejor define la correlación es $f'c = -254,249.801(\%_f)^3 + 44,230.679(\%_f)^2 - 2,689.639(\%_f) + 275.485$ una *ecuación polinómica de tercer grado* que tiene mayor precisión matemática pues cuenta con un $R^2 = 0.984$. y menor número de puntos de inflexión.

Palabras clave: curva de correlación, resistencia a compresión del concreto, material más fino a $75 \mu\text{m}$, diseño de mezclas

ABSTRACT

The objective of the research is to determine the equation of the correlation curve between the compressive strength of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ and the percentage of material finer than $75 \mu\text{m}$ of fine aggregate. Its approach is quantitative experimental, applied type; its level, correlational and experimental design. The sample is 72 concrete specimens determined from an infinite population. The data was collected in tables and statistically analyzed and processed with the Excel and SPSS program. The result obtained from the correlation between the material smaller than 75 micrometres and the compressive strength of the concrete are 5 equations, of which the one that best fits the curve, with 99.9% accuracy, is a fourth degree polynomial equation: $f'c = 5,268,648.299(\%_f)^4 - 1,307,955.730(\%_f)^3 + 108,935.855(\%_f)^2 - 3,892.434(\%_f) + 276.926$; however, it is concluded that the equation that best defines the correlation is $f'c = -254,249.801(\%_f)^3 + 44,230.679(\%_f)^2 - 2,689.639(\%_f) + 275.485$, a third degree polynomial equation that has greater precision mathematics because it has an $R^2 = 0.984$. and fewer turning points

Keywords: correlation curve, concrete compressive strength, finer material at $75 \mu\text{m}$, concrete design.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La industria de la construcción se constituye en un sector dinamizador del crecimiento económico del país, proyecta un crecimiento mayor al 10% Palomino et al, (2017), esto conlleva a una mayor demanda de concreto; por tanto, aumenta la extracción de agregados sin conocer inclusive, en la mayoría de casos, las propiedades físicas que intervienen directamente en el diseño convencional de concreto; menos aún el porcentaje de material menor a 75 micrómetros, característica no considerada para diseñar; por lo que, se brindará principal atención en la presente.

Burga, W. (2022), afirma que los agregados de la cantera Huayobamba y la cantera El Gavilán, ambas en Cajamarca, cumplen con lo establecidos en las Normas Técnicas Peruanas a excepción del porcentaje de finos que pasa la malla N° 200; sin embargo, debido a la demanda se continúa usando el material de estas y otras canteras similares, sin tomar en consideración que superen el porcentaje preestablecido por la norma para el material menor a 75 μm y su perjuicio latente a la resistencia del concreto.

En el diseño convencional de mezclas de concreto no interviene el porcentaje de material más fino a 75 μm (malla N° 200); por consiguiente, es importante tratar este problema y es de interés preguntarse por la curva que se ajusta mejor a la correlación entre la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino.

1.2. Formulación del problema

La tesis responde la interrogante: ¿Qué curva se ajusta mejor la correlación entre la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el porcentaje de material de menor diámetro que 75 μm del agregado fino?

1.3.Hipótesis de la investigación

La curva que mejor se ajusta a la correlación entre la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el porcentaje de material menor que $75 \mu\text{m}$ del agregado fino se puede representar mediante la gráfica de funciones polinómicas.

1.4.Justificación de la investigación

La producción de concreto cumpliendo estándares de calidad y con conocimiento de las propiedades de agregados beneficia significativamente a los productores; por lo tanto, si se determina la curva de correlación entre la resistencia a la compresión del concreto y el porcentaje de material más fino que $75 \mu\text{m}$ del agregado fino, se contribuirá a un diseño de mezcla más eficiente, lo que conduce a una considerable reducción del costo por metro cúbico de concreto, la presente se justifica, puesto que beneficiará al público en general, produciendo concreto de mejor calidad.

1.5. Alcances de la investigación.

La investigación tiene un alcance correlacional, se enfoca en determinar la relación positiva o negativa entre el concreto diseñado para una resistencia a compresión uniaxial de 210 kg/cm^2 y material menor a $75 \mu\text{m}$ en el agregado fino.

1.6. Delimitaciones de la investigación.

El área de estudio se enmarca en la provincia de Cajamarca, tanto agregado fino y grueso se adquirieron en la procesadora de agregados Aguilar cita en Baños del Inca - Cajamarca y se usó el cemento Pacasmayo tipo I referido a la norma ASTM C125 con hoja técnica de octubre de 2022.

El trabajo de investigación se realizó en aproximadamente en 14 meses, tomando como inicio la elaboración del proyecto de investigación en enero de 2022 y presentación de informe para sustentación en abril del 2023.

La investigación consta de estudiar probetas de concreto simple, bajo indicaciones de la norma ASTM C31 y ASTM C39, con un diseño de mezclas por el método de combinación de agregados para una resistencia a compresión uniaxial específica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con presencia de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de material menor a $75 \mu\text{m}$ en el agregado fino.

1.7.Limitaciones de la investigación

La investigación no hace diferencia entre material menor a 75 μm producto de la trituración de roca y material menor a 75 μm de limos o arcillas.

1.8.Objetivos

1.8.1. Objetivo general

Determinar la ecuación de la curva de correlación entre la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el porcentaje de material más fino que 75 μm del agregado fino.

1.8.2. Objetivos específicos

Determinar la resistencia a compresión en especímenes de concreto diseñados con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con presencia de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de material menor a 75 μm en el agregado fino, bajo indicaciones de la norma ASTM C31.

Determinar la correlación entre el módulo de finura, peso unitario suelto, peso unitario compactado y peso específico del agregado fino con presencia de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de material menor a 75 μm y proponer una función a la que más se ajusten según la línea de tendencia en su grafica.

1.9.Descripción de contenido.

El informe de tesis se estructura en cinco capítulos y se describen a continuación:

1.9.1. Capítulo I: Introducción.

Contiene el planteamiento, formulación del problema, hipótesis, justificación, el alcance, delimitaciones y limitaciones de la investigación, así como también los objetivos de la misma.

1.9.2. Capítulo II: Marco teórico.

Este capítulo, contiene los antecedentes teóricos de la investigación donde se toma en cuenta las investigaciones similares a nivel internacional, nacional y local; luego se especifica fundamentos teóricos que sirven de base para la investigación.

1.9.3. Capítulo III: Materiales y métodos.

Considera la ubicación geográfica, el tiempo en el que se realizó la investigación, describe también paso a paso el procedimiento del experimento. Y se realiza la presentación de resultados.

1.9.4. Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados.

Se efectúa el análisis estadístico de los resultados obtenidos en el experimento del capítulo anterior, explica, describe y discute los resultados siguiendo la secuencia de los objetivos planteados.

1.9.5. Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.

Se presenta las conclusiones acordes a los objetivos planteados y en función a los resultados encontrados, asimismo se indica las recomendaciones pertinentes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

2.1.1. Internacional – Normativo

La norma del American Society for Testing and Materials el capítulo de concreto C33 (ASTM C33) en la tabla de sustancias perjudiciales para el concreto indica lo siguiente: el material más fino que el tamiz de 75 μm (malla N° 200) debe tener un porcentaje máximo de 5% en concretos normales y 3% en concretos expuestos a la abrasión ASTM C33 / C33M – 18 (2018); sin embargo, no se tiene alguna relación respecto al porcentaje de finos con la resistencia a compresión del concreto.

2.1.2. Nacional

Pacsi, R. (2018), en su investigación “Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante al tamiz N°200, elaborados en la ciudad de Puno”, concluye que disminuyendo los finos menores a 75 μm (malla N°200), consiguió mayores resistencias del concreto con el uso de agregados lavados, teniendo una diferencia estadística de 152.1%, en comparación con los agregados de tajo abierto, por consiguiente los finos menores a 75 μm (malla N°200) tienen un efecto significativo en la resistencia a compresión del concreto; recomendando el máximo control en su porcentaje al momento de realizar diseños de mezcla.

2.1.3. Local

A pesar de su antigüedad, puesto que es el único antecedente local directo, se considera a Tejada, L. (2013), en su investigación “Estudio de la influencia de materiales muy finos de los agregados en la resistencia a compresión del concreto” realizada en Cajamarca, concluye que la disminución de material muy fino (menor a 75 μm), mejoró considerablemente la resistencia a compresión de los concretos elaborados con la misma proporción de materiales en peso 1:3.29:3.50/27.23lbs/bolsa; la misma que recomienda analizar el porcentaje de material muy fino en un estado no endurecido para apreciar la influencia del material menor a 75 μm en la resistencia a compresión del concreto.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Concreto

De la NTP - 339.047:23 (2023), se puede definir al concreto como una mezcla de material aglomerante, cemento Portland y el agua, con agregados fino y grueso que al endurecerse desarrolla la suficiente resistencia para soportar determinada carga sin fallar. También para Meléndez, A. (2016), el concreto es un producto que está compuesto por cemento, agregados y agua, la cual se endurece formando una roca artificial capaz de soportar grandes resistencias mecánicas; el cemento reacciona químicamente con el agua que después de fraguar alcanza un estado de solidez que aporta la resistencia al concreto, mientras que los agregados cumplen la función de dar volumen a la mezcla.

De lo anterior, se pueden considerar dos componentes en el concreto, la pasta de cemento o fase continúa encargada de aportar la resistencia al concreto y fase discontinua o los agregados quienes aportan el volumen al concreto.

2.2.2. Pasta de cemento

Burga, W. (2022), define a la pasta como el resultado de la combinación química del material cementante con el agua y el aire atrapado; es la fase continua del concreto dado que los agregados siempre están unidos con algo de ella misma a través de toda la unidad de concreto. La pasta contribuye a dar la resistencia requerida al concreto endurecido, adherirse fuertemente a las partículas del agregado para separarlas y rellenar los vacíos existentes entre ellas, además proporciona manejabilidad al concreto.

2.2.3. Cemento portland

Es el componente principal en la composición del concreto, según Niño, J. (2014) el cemento Portland es una mezcla de materiales calcáreos, arcillosos y otros con contenido de sílice, alúmina u óxidos de hierro, procesados a altas temperaturas y mezclados con yeso, el cemento al interaccionar con agua tiene la propiedad de fraguar, endurecerse y soportar resistencias según la relación entre estos dos componentes.

2.2.3.1.Resistencia a compresión

Es la principal característica mecánica del concreto, según Burga, W. (2022) es la capacidad del concreto para soportar esfuerzos sin falla, se emplea como criterio de aceptación, por ser la más requerida desde un punto de vista estructural, según Rivva, E. (2015) la carga que soporta a los 28 días se considera como la resistencia del cemento; se calcula en función de su finesa, composición química, porcentaje de compuestos, grado de hidratación, así como del contenido de agua de la pasta.

2.2.3.2.Fraguado.

Se refiere al cambio del estado fluido al estado sólido. Según NTP - 339.047, (2023) el fraguado es el gradual desarrollo de rigidez debido a reacciones químicas, que ocurre después de la adición de agua a un material cementante.

2.2.3.3.Agua para concreto

El agua es un ingrediente fundamental en la producción del concreto, tiene un papel importante en su estado fresco y endurecido. En general, se hace referencia a su importancia cuantitativa, para asegurar que la relación agua/cemento cumpla con los requisitos de trabajabilidad y resistencia. En cuanto a la adición durante el curado del concreto, no sólo es importante su cantidad sino también sus cualidades químicas y físicas. (NTP - 339.088:19, 2019)

Dependiendo de la cantidad de agua añadida, la fluidez de la mezcla será mayor o menor, y a medida que se endurezca, parte del agua quedará fija como parte de la estructura y parte quedará como agua natural; si aumenta la cantidad de agua de amasado, el agua fija es la misma, pero a medida que aumenta la cantidad de agua libre aumenta su porosidad, ya que con el tiempo el agua libre se evapora dejando pequeños conductos dentro del concreto endurecido; con este aumento, la resistencia disminuye y el concreto se vuelve más permeable, he ahí la importancia de controlar la cantidad de agua utilizada. (NTP - 339.088:19, 2019)

El agua que se utilice para preparar y curar el concreto debe cumplir con los requisitos de la NTP 339.088 y de preferencia ser potable.

2.2.4. Agregados

Según Sanchez de Guzman, D. (2016) los agregados, conocidos como áridos son aquellos materiales inertes, granulares, naturales o artificiales, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma ASTM c33, que conglomerados con la pasta conforman el concreto; son la fase discontinua del concreto, lo que significa que sus diferentes partículas no son uniformes ni están en contacto entre sí, sino que están separadas por diferentes espesores de pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto. Convencionalmente se divide al agregado en dos, agregado fino o arena y agregado grueso o grava.

2.2.5. Propiedades de los agregados

Estas propiedades dependen principalmente de su naturaleza y pueden conocerse a través de pruebas de laboratorio. La importancia de conocer las características para la elección del material, teniendo en cuenta el tipo de trabajo, el uso previsto, condiciones climáticas y factores como la dureza, forma de partícula, grano, costo/beneficio y demás.

2.2.5.1. Granulometría

Es la distribución de los tamaños de las partículas que forman una masa de agregados y se determina mediante el análisis granulométrico.

El análisis granulométrico consiste en hacer pasar los agregados través de una serie de tamices, que tienen aberturas cuadradas y cuyas características se ajustan a unos parámetros establecidos en la norma ASTM C33 / C33M – 18 (2018)

Al respecto Niño, J. (2014) afirma que para obtener un buen concreto, es necesario que la mezcla de arena y grava logre una granulometría que provea masa unitaria máxima, bajo esta condición el volumen de los espacios entre partículas es mínimo y de esta manera minimizado la cantidad de pasta necesaria para pegarlas y para llenar los espacios entre ella, mejorando así las condiciones técnicas y económicas del concreto.

2.2.5.2. Módulo de finura

Es un índice que indica el mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3"; 1 1/2"; 3/4"; 3/8"; N° 4; N° 8; N° 16; N° 30; N° 50; y N° 100, divididas entre 100.

Diversos usos granulométricos de agregados fino, grueso, o combinación de ambos, pueden obtener el mismo un módulo de fineza; esta es la principal desventaja para emplearlo como un índice de control de uniformidad de materiales.

2.2.5.3.Peso específico

El peso específico de los agregados es un indicador de calidad, los valores elevados hacen alusión a materiales de buen comportamiento, mientras que valores bajos generalmente corresponden a agregados absorbentes y débiles.

La expresión correcta es "Densidad", Pero se toma la expresión de "Peso específico"; ya que, la NTP 400.022:18 (2018) define a este como: " ... La relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua destilada libre de gas."

Otras definiciones que se sugiere la norma indicada:

2.2.5.4.Peso específico aparente:

En la ASTM C128-22 (2023), como en la NTP 400.022:18 (2018) y en Lezama, J. (2013) definen al peso específico como: la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire, de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas, si el material es un sólido, el volumen es igual a la porción impermeable.

2.2.5.5.Peso específico de masa:

La ASTM C128-22 (2023), la NTP 400.022:18 (2018) y Lezama, J. (2013) definen al peso específico de masa como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material); a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

2.2.5.6.Peso específico de masa saturado superficialmente seco:

En misma forma al peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros permeables. (ASTM C128-22, 2023)

2.2.5.7. Absorción

Se establece mediante cálculo indirecto después de realizar el ensayo del peso específico de masa saturado superficie seca; representa en porcentaje al volumen de agua que puede absorber un determinado material. (ASTM C128-22, 2023)

2.2.5.8. Contenido de humedad

Los agregados pueden tener un porcentaje de humedad, el cual está directamente relacionado con la porosidad de sus componentes, depende de la permeabilidad, así como del tamaño, cantidad y volumen total de poros.

El cálculo del contenido de humedad es importante para el diseño de mezclas, ya que con este se corrobora la cantidad de agua que aporta o absorbe los agregados al concreto.

2.2.5.9. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es el que corresponde a la abertura del tamiz en la que se produce el primer retenido cuyo porcentaje acumulado sea 15% o más (Lezama, J. 2013).

Diferentes usos granulométricos pueden dar el mismo valor para el tamaño máximo nominal del agregado grueso lo debe tomarse en cuenta para la selección del agregado.

2.2.5.10. Peso unitario volumétrico

Según Rivva, E. (2004) se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, al peso que alcanza un determinado material en un volumen unitario, se expresa en kilos por metro cúbico del material.

Las granulometrías sin carencias o excesos en uno o más tamaños, por lo general tienen un peso unitario más alto que aquellas en las que hay preponderancia de un tamaño dado en relación a los otros.

2.2.5.11. Partículas perjudiciales en los agregados

Las partículas consideradas peligrosas para el agregado grueso son las partículas blandas, las delgadas y desmenuzables, los esquistos, las arcillas, las pizarras, las areniscas y calizas arcillosas, las partículas recubiertas, las partículas laminadas, el carbón y el lignito (ASTM C33 / C33M – 18, 2018).

Los agregados finos también se contaminan por la presencia de limo, arcilla, mica, carbón, humus y otras materias orgánicas. Estos hacen que los agregados sean susceptibles al intemperismo, pueden aumentar los requisitos de agua, promueven la disolución física e inhiben el desarrollo de adherencia máxima entre el cemento hidratado y el agregado, o en el peor de los casos, reaccionan químicamente con el cemento (ASTM C33 / C33M – 18, 2018).

Las fracciones extremadamente finas presentes en el agregado, que pasan el Tamiz N°200, son comúnmente clasificadas como «limo» o «arcilla y limo» y no deben ser permitidas en porcentajes mayores al 5% de acuerdo a las recomendaciones de la Norma ASTM C 33 (2018). Esta limitación es debida a su tendencia a incrementar los requisitos de agua de la mezcla, con lo que contribuye a disminuir la resistencia y durabilidad.

2.2.5.12. Material pasante a la malla N° 200

De Burga, W. (2022) se recoje que el material menor a 0.075 mm, está constituido por arcilla limo y en algunos casos polvo de roca, se presenta recubriendo la grava del agregado grueso y agregado fino, o mezclado con la arena del agregado fino. En el primer caso afecta la adherencia del agregado y la pasta; en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de la mezcla. En principio, un moderado porcentaje de elementos muy finos puede favorecer la trabajabilidad, pero su incremento afecta la resistencia del concreto (Rivva Lopez E. , 2004).

La Norma ASTM C 33 (2018) recomienda, para los porcentajes máximos de material fino que pasa la Malla N°200 un valor del 3% en el agregado fino que se va a emplear en concretos sujetos a procesos abrasivos y del 5% en los otros concretos. En el caso del agregado grueso un valor máximo del 1 %, excepto en el caso de agregados triturados en los que si el fino es polvo de roca se acepta hasta un máximo del 1.5%.

Debido a su alta fineza y gran área superficial, incrementan el volumen de agua necesario en la mezcla, por ende, para mantener la relación agua material cementante para obtener la misma

resistencia se necesita mayor cantidad de cemento, de esta manera se tiene un diseño menos económico.

En la norma NTP 400.018 o ASTM C117 (2017), se establecen los procedimientos para determinar por vía húmeda el contenido de material que pasa el tamiz N°200 en el agregado. El procedimiento de ensayo consiste en lavar una muestra de agregado y pasar el agua de lavado a través del tamiz N° 200. La pérdida de masa resultante del lavado se calcula como un porcentaje de la masa de la muestra original y es expresada como la cantidad de material que pasa la malla N° 200.

2.2.6. Diseño de mezclas de concreto

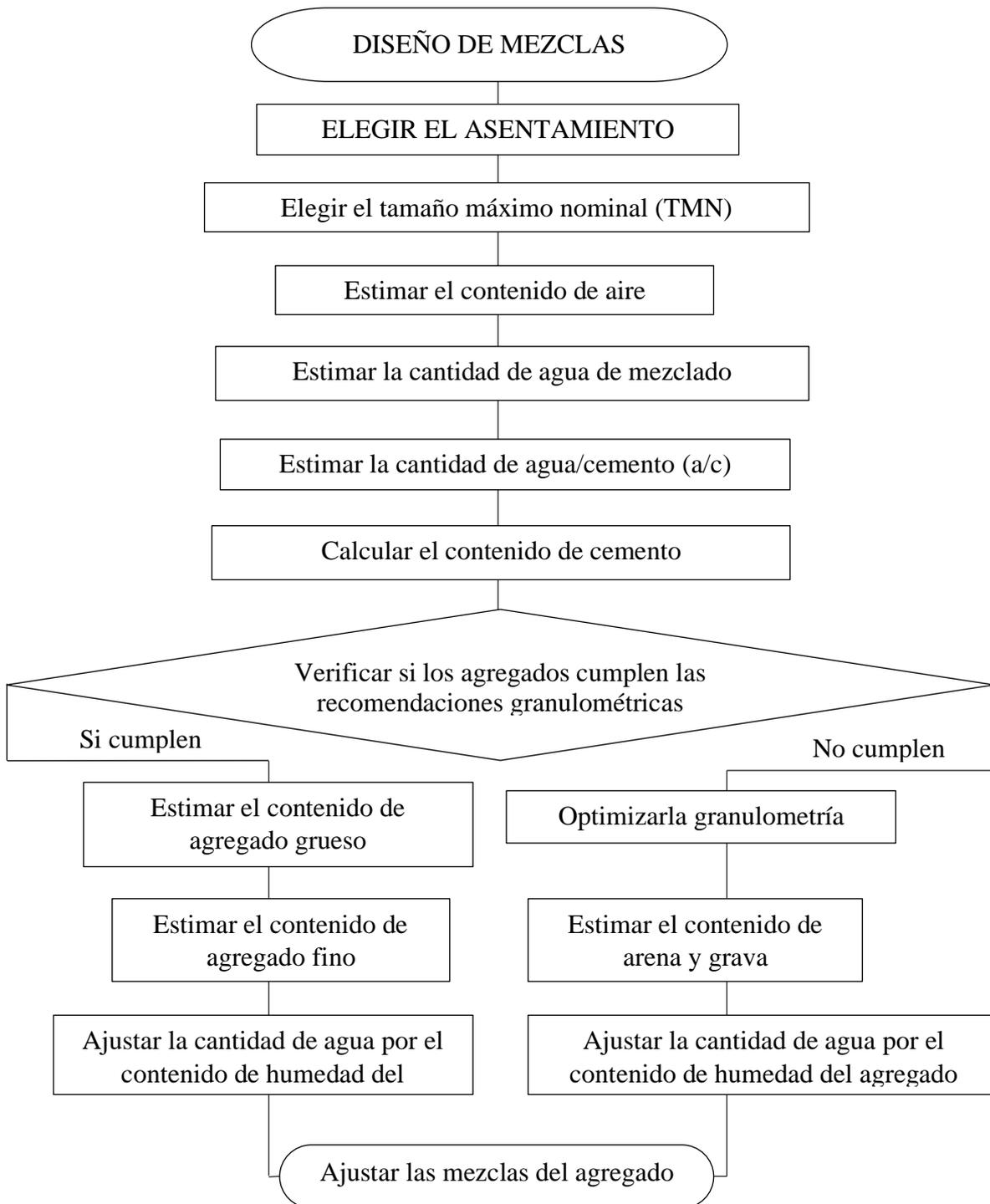
Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de una unidad cúbica de concreto, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y primordialmente que endurecido cumpla con los requisitos preestablecidos por el diseñador; estos criterios permiten obtener una primera aproximación de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto; estas proporciones, sea cual fuere el método empleado para determinarlas, deberán ser consideradas como valores de prueba sujetos a la revisión y ajustes sobre la base de resultados obtenidos. (Sanchez de Guzman, 2016)

La selección de las proporciones de la unidad cubica de concreto deberá permitir que éste, a la edad seleccionada, por lo general a los 28 días, alcance la resistencia en compresión promedio elegida.

El concreto deberá ser dosificado de tal manera para minimizar la frecuencia de resultados de resistencia inferiores a la resistencia de diseño especificada; la certificación del cumplimiento de los requisitos para la resistencia de diseño especificada se basará en los resultados de ensayo de probetas cilíndricas estándar de 15 x 30 cm; preparadas y ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 31 y ASTM C39:20 (2020).

Para el diseño de mezclas existen diferentes métodos cuya principal diferencia reside en encontrar los porcentajes adecuados para los agregados fino y grueso; se concluye que el fin del diseño por cualquier método es optimizar las proporciones de la mezcla de concreto; así mismo que esta cumpla las características deseadas.

Figura N° 01. Diagrama de flujo para a realizar en un diseño de mezclas.



En el diagrama de flujo, se puede ver la secuencia de pasos para realizar un diseño de mezclas. Niño, J. (2014).

2.2.7. Propiedades del concreto en estado fresco

Al principio, el concreto parece una "masa". Es suave y se puede trabajar o moldear en diferentes formas. Y se conserva así durante la colocación y compactación. La característica más importante del concreto fresco es la trabajabilidad.

2.2.7.1. Trabajabilidad - Consistencia - SLUMP

De Rivva E. (2015) se entiende por trabajabilidad a la propiedad del concreto en estado no endurecido, que determina su capacidad para ser mezclado, transportado, colocado, y compactado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad.

De Rivva E. (2015) se entiende por consistencia del concreto a la propiedad que define el comportamiento de la mezcla en diferentes condiciones de humedad; entendiéndose con ello que cuando más húmeda es la mezcla, mayor será a facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación dada por el grado de fluidez de la misma.

En la actualidad para el caso de consistencia se acepta una correlación entre la Norma Alemana y los criterios norteamericanos, considerándose consistencia seca a un asentamiento de 0" - 2", consistencia plástica con asentamiento de 3" - 4" y consistencia fluida corresponden a asentamientos mayores a 5".

La consistencia guarda relación con la trabajabilidad y el asentamiento se puede medir bajo las indicaciones de la norma ASTM C143 usando el cono de Abrams

ASTM C143M-15a:16 (2016): Método de prueba estándar para revenimiento de concreto de cemento hidráulico:

La ASTM C 143/143M - 15a:16 (2016) indica el método más usado para medir la consistencia del concreto, aunque no mide todos los factores que contribuyen a la trabajabilidad, es usado convenientemente como una prueba de control dado que ofrece una indicación de la uniformidad de la mezcla.

Bajo condiciones de laboratorio con estricto control de todos los materiales del concreto (en ausencia de aditivos plastificantes), el asentamiento está vinculado proporcionalmente al contenido de agua que tiene la mezcla y por lo tanto está inversamente relacionado con la resistencia del concreto.

2.2.8. Propiedades del concreto en estado endurecido

2.2.8.1. Resistencia a compresión

Se define como el máximo esfuerzo que puede soportar sin romperse. En vista de que el objetivo principal del concreto es tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a mencionados esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad; el cálculo de la resistencia a compresión del concreto esta normada por la ASTM C39M (2020) :Prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto; la cual define el ensayo como: “Aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla”. La resistencia a compresión es calculada por la división de la carga máxima alcanzada entre el área de la sección del espécimen.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Concreto

De la NTP - 339.047 (2023), se puede definir al concreto como una mezcla de material aglomerante, cemento Portland y el agua, con agregados fino y grueso que al endurecerse desarrolla la suficiente resistencia para soportar determinada carga sin fallar

2.3.2. Material pasante a la malla N°200

La ASTM C33 / C33M:18 (2018) hace referencia a un material extremadamente fino de un tamaño de grano menor $75\ \mu\text{m}$, constituido generalmente por arcillas, limos y en ocasionalmente polvo de roca triturado, se presenta recubriendo a los agregados e impide su correcta adhesión con la pasta.

2.3.3. Resistencia a compresión del concreto

Indica el esfuerzo máximo que puede soportar un testigo de concreto por cada centímetro cuadrado de superficie, sin fallar ni romperse (ASTM C39 / C39M – 20, 2020).

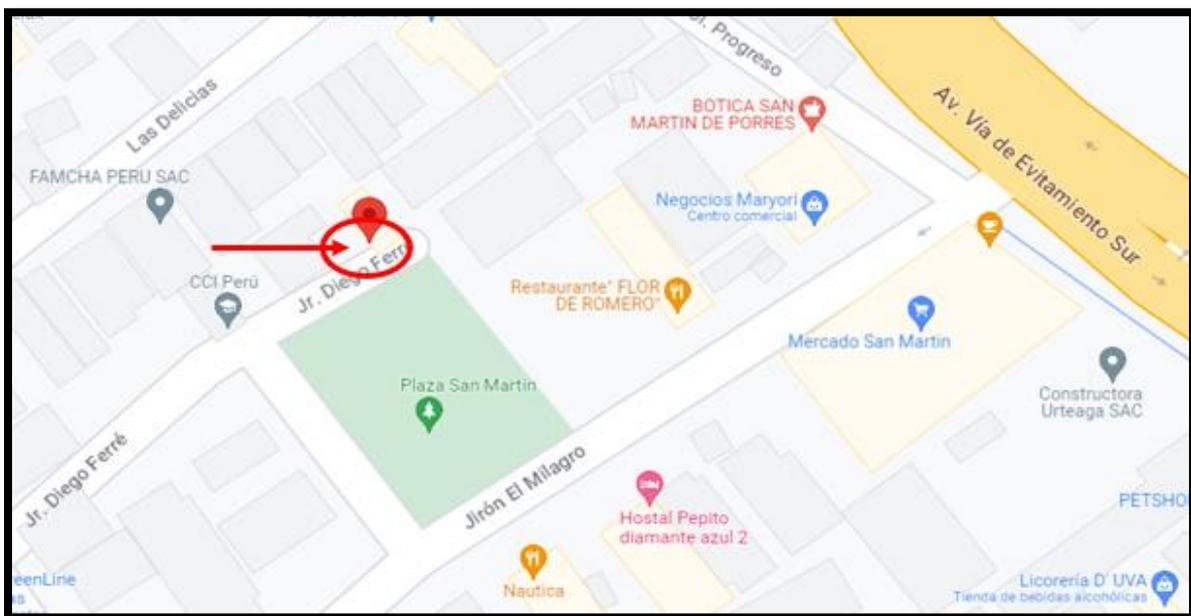
CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de la investigación

La investigación se realizó en la región Cajamarca, provincia de Cajamarca y distrito de Cajamarca, en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto GERSAN INGENIEROS SRL, cito en Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

Figura N° 02. Ubicación geográfica del laboratorio



Fuente: Google Maps.

3.2. Tiempo de realización de la investigación

La investigación se realizó entre agosto del año 2022 y enero del año 2023

3.3. Metodología

Se tiene en cuenta el tipo, nivel, diseño y método de la investigación:

- **Tipo:** Aplicada. Busca convertir el conocimiento puro, en un conocimiento práctico y útil para la sociedad; la investigación es aplicada ya que, se orienta a conseguir un nuevo conocimiento que permita soluciones de problemas prácticos según Alvares, A. (2020)

- **Nivel:** Correlacional. está dirigida a conocer la relación o grado de asociación que existe entre las dos variables según Alvares, A. (2020)
- **Diseño:** Experimental. Como el diseño es la estrategia del investigador para resolver el problema y esta investigación aplica una técnica estadística que permite valorar las causas y los efectos que tiene una variable sobre otra.

Se realizaron ensayos de las propiedades físicas del agregado fino sin presencia de material menor a setenta y cinco micrómetros, de esta manera, se tomó como base para un diseño de mezcla sin presencia de material menor a setenta y cinco micrómetros, luego se realizó ensayos para calcular las propiedades físicas del agregado con presencia de 00%, 02%, 04%, 06%, 08% y 10 % de material menor a setenta y cinco micrómetros y realizar sus respectivos diseños de mezcla para cada porcentaje del nuevo agregado fino; después se analizó estadísticamente los resultados obtenidos para corroborar la existencia de una correlación y finalmente se estableció la ecuación que grafique una curva de correlación entre la resistencia a compresión del concreto y el material pasante a la malla N°200.

3.4.Población de estudio

3.4.1. Población

En la presente investigación se considera como población al concreto elaborado con resistencia a compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

3.4.2. Tamaño de la muestra

Para encontrar el tamaño de muestra mediante un muestreo aleatorio simple, se empleó la ecuación para población infinita: $n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$, considerando un nivel de confianza $\alpha = 99.9\% \rightarrow Z_{\alpha} = 3.29052673$, de probabilidad a favor de que las curvas de correlación sean graficas de funciones polinómicas de $p = 99\%$, probabilidad en contra $q = 1\%$, y un error para el presente trabajo de investigación estimado de $e = 4\%$; se obtiene 67 probetas de concreto, distribuidas de la siguiente forma: 12 probetas con presencia de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de material menor a $75 \mu\text{m}$ en el agregado fino; para un análisis por edad del concreto se distribuyó de tres testigos a los 7 días y tres testigos a los 14 días y las sobrantes seis a los 28 días puesto que representan la resistencia a compresión del concreto, haciendo un total de 72 probetas. Se resumen la tabla N° 01,

Tabla N° 01 Distribución de probetas por porcentaje y edad.

PROCENTAJE DE FINOS DEL AGRAGADO FINO	EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	
		f'c=210 kg/cm ²	TOTAL:
0%	07 días	3	12
	14 días	3	
	28 días	6	
2%	07 días	3	12
	14 días	3	
	28 días	6	
4%	07 días	3	12
	14 días	3	
	28 días	6	
6%	07 días	3	12
	14 días	3	
	28 días	6	
8%	07 días	3	12
	14 días	3	
	28 días	6	
10%	07 días	3	12
	14 días	3	
	28 días	6	
TOTAL		72	72

Número de muestras por diseño para cada edad.

3.4.3. Unidad de análisis

Especímenes de concreto de 6” de diámetro por 12” de altura, fabricados siguiendo estrictamente la norma ASTM C31, en un total de 72 testigos distribuidos como muestra la tabla N° 01.

3.5.Procedimiento

Se describen las cuatro fases realizadas en la investigación.

Fase 01 Elección de agregados:

Se visitó canteras aledañas a Cajamarca y por criterio técnico personal se escogió la que presentó el agregado más favorable para la investigación, es decir, la que contenía menor cantidad de material pasante a la malla N° 200; eligiendo la procesadora de agregados Aguilar ubicada en la carretera entre Baños del Inca y Otuzco; adicionalmente, se lavó todo el material, verificándose así que el material es idóneo para el diseño, es decir, cumplir con usos granulométricos, densidad adecuada y demás características; a fin de que la única variable que afecte a la resistencia a compresión del concreto sea la que queremos estudiar, el porcentaje de material menor a 75 μm en el agregado fino.

Fase 02 Propiedades de los agregados:

El investigador encontró las principales características físicas que intervienen en el diseño convencional del concreto para el agregado limpio; una vez encontradas dichas características, se procedió a agregar y mezclar el agregado fino con material menor a 75 μm con el objeto de tener agregado fino con presencia de 2% , 4% , 6% , 8% y 10% de material más fino que 75 μm para posteriormente volver a obtener las principales propiedades intervinientes en el diseño convencional de mezclas de concreto para cada porcentaje.

Fase 03 Diseño de mezclas de concreto:

En esta fase, el investigador elaboró un diseño de mezcla de concreto para una resistencia de 210 kg/cm^2 para cada porcentaje de material menor a 75 μm , manteniendo la relación agua/cemento en los diseños, se verificó trabajabilidad por cada tanda preparada y elaborando finalmente 72 especímenes concreto.

Fase 04: Curado y ruptura de testigos de concreto:

Se cumplió minuciosamente con la norma para el curado y la ruptura de testigos cilíndricos de concreto y se hicieron ensayos destructivos para encontrar la resistencia a compresión del concreto a una edad de 7, 14 y 28 días, ensayando 3, 3 y 6 testigos por edad respectivamente.

A continuación, se presenta el detalle del procedimiento para la ejecución de la investigación.

3.5.1. Elección de agregados

Los agregados usados para la investigación fueron obtenidos en la procesadora de agregados “Aguilar”, cito en Tartar Chico.

3.5.2. Agregado grueso lavado.

Según la ASTM C33 / C33M:18 (2018) se considera agregado grueso al conjunto de partículas naturales o artificiales que se retienen en el tamiz N° 04, es decir, de diámetro mayor a 4.76mm. En el desarrollo de la presente, se lavó todo el material de esta manera no se tuvo presencia de finos en la muestra final.

3.5.3. Agregado fino lavado.

Según la ASTM C33 / C33M:18 (2018) se considera agregado fino a aquel material que proviene de la desintegración natural o artificial y tiene un diámetro menor a 9.51 mm, es decir, pasa la malla de 3/8 de pulgada. Para la investigación se lavó el material de esta manera no se tuvo presencia de finos en la muestra inicial, adicionando finos acordes al porcentaje en peso a utilizar en cada ensayo.

3.5.4. Material menor a 75 µm

Se considera material menor a 75 µm a aquel material que proviene de la desintegración natural o artificial y pasa por el tamiz estándar N°200, para obtener el material menor a 75µm usado en la presente investigación se tuvo de tamizar por la malla N°200 el agregado fino.

3.5.5. Agregado fino con presencia de 0, 2, 4, 6, 8 y 10 % de finos.

Para obtener muestras de agregado fino con exactamente el porcentaje de finos requerido se mezcló el agregado fino lavado con el material pasante a la malla N°200 las siguientes ecuaciones, las que se han sintetizado en el formato N° 01 cito en el anexo N°01:

$$Mu = M_L + F \quad (01)$$

$$M_L = \frac{(100 - \%_R) * Mu}{100} \quad (02)$$

$$F = (\%_R) * Mu \quad (03)$$

Donde:

M_u : Peso total de muestra a utilizar (g).

M_L : Agregado fino lavado a adicionar (g).

F : Peso de finos a adicionar (g).

$\%_R$: Porcentaje de finos requerido (%).

3.5.6. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

El procedimiento para encontrar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, se rigieron acorde a los lineamientos descritos en las normas ASTM y NTP. Para el agregado grueso se realizó el cálculo de sus propiedades de la muestra lavada, sin embargo, para el agregado fino se realizó el cálculo de sus propiedades para cada variación de material menor a 75 μm . El procesamiento de datos de cada ensayo se realizó hojas de cálculo, las cuales se presentan en el anexo N°01 y el proceso y resultados de cada propiedad se presentan en el anexo N°02. A continuación, se detalla cada uno de los ensayos realizados.

3.5.7. Análisis granulométrico

Para realizar este análisis se realizó una hoja de cálculo basándose en la norma ASTM C 136 y la NTP 400.012-2013, de este análisis se obtiene el módulo de finura y el tamaño máximo nominal.

Módulo de finura:

Después de realizar el tamizado para el ensayo de análisis granulométrico de los agregados, se calculó el módulo de finura como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N° 50, N° 100 divididos entre 100%.

Tamaño máximo y tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Para encontrar el tamaño máximo se consideró la medida de la última malla en la que no retiene material alguno, es decir, la medida de la malla por la que pasa la totalidad del material; mientras que, el tamaño máximo nominal es el menor tamiz en el que se retuvo entre el 5% y 10% del material.

Se emplearon las siguientes formulas:

$$\text{Módulo de finura: } m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3", 1\frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100} \quad (04)$$

3.5.8. Peso específico y absorción

Para sistematizar estas propiedades se realizó una hoja de cálculo basándose en la norma ASTM C 127 y la NTP 400.021-2013, de este análisis se obtiene el peso específico de masa, peso específico de masa saturado superficialmente seco, peso específico aparente y absorción; se emplearon las siguientes formulas:

En el agregado fino: (se usa método de reemplazo por agua en una fiola)

$$\text{Peso específico de masa: } P_e = \frac{w}{V-V_a} \quad (05)$$

$$\text{Peso específico de masa saturado superficialmente seca: } P_{SSS} = \frac{500}{V-V_a} \quad (06)$$

$$\text{Peso específico aparente: } P_{ea} = \frac{w}{(V-V_a) - (V-V_a)} \quad (07)$$

$$\text{Absorción: } A_b(\%) = \frac{500-w}{w} \quad (08)$$

Donde:

w : Peso en el aire de la muestra seca en el horno.

V : Volumen de la fiola (cm³).

V_a : Volumen de agua añadida a la fiola (cm³).

En el agregado grueso: (se usa método de reemplazo por agua en canastilla sumergida)

$$\text{Peso específico de masa: } P_e = \frac{A}{B-C} * 100 \quad (09)$$

$$\text{Peso específico de masa saturado superficialmente seca: } P_{SSS} = \frac{B}{B-C} * 100 \quad (10)$$

$$\text{Peso específico aparente: } P_{ea} = \frac{A}{A-C} * 100 \quad (11)$$

$$\text{Absorción: } A_b(\%) = \frac{B-A}{A} * 100 \quad (12)$$

Donde:

A: Peso en el aire de la muestra seca en el horno (g).

B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g) .

C: Peso en el agua de la muestra saturada (cm³).

3.5.9. Peso unitario suelto y compactado:

Para sistematizar el cálculo de esta propiedad se realizó una hoja de cálculo basándose en la norma ASTM C 29 y la NTP 400.017-2011, de este análisis se obtiene el peso unitario suelto y peso unitario compactado.

Se emplearon las siguientes formulas:

$$\text{Peso específico del agua: } P_e = \frac{A-B}{V_a} \quad (14)$$

$$\text{Factor del recipiente: } f = \frac{P_e}{W-M} \quad (15)$$

$$\text{Peso unitario: } PU = (G - M) * f \quad (16)$$

Donde:

A: Peso de la fiola con agua (g).

B: Peso de la fiola vacía (g) .

V_a: Volumen de la fiola (cm³).

W: Peso del molde lleno de agua (g).

M: Peso de molde vacío (g).

G: Peso del recipiente con agregado(g)

3.5.10. Diseño de mezcla

Se realizó un diseño de mezcla por unidad volumétrica para cada variación del agregado fino, se diseñó con una resistencia requerida de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ manteniendo constante la relación agua/cemento = 0.69 y la consistencia plástica (SLUMP = 3"- 4") obteniendo un volumen de pasta de 0.30314934 m^3 ; el porcentaje de cada agregado en el volumen restante se distribuyó mediante el método de combinación de agregados, variando para cada porcentaje de finos requerido. El detalle de cada diseño de mezcla se encuentra en el anexo N°03

3.5.11. Elaboración de testigos de concreto

Siguiendo las recomendaciones de la ASTM c31, se elaboró los testigos de concreto, en moldes cilíndricos de 6" de diámetro por 12" de altura; la cantidad de muestras por porcentaje de finos se detallaron en la *tabla N° 01: Distribución de probetas por porcentaje y edad.*

3.5.12. Ensayo de resistencia a compresión

Se determinó la resistencia a compresión de los testigos de concreto en una máquina de compresión uniaxial siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C 39. Se usó como resistencia el valor promedio de los datos obtenidos por cada grupo de muestras según la distribución especificada en la tabla N° 01.

3.6. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

3.6.1. Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso

3.6.1.1. Tratamiento de datos agregado grueso

Para el tratamiento de datos obtenidos en el laboratorio referentes a los ensayos realizados para las propiedades del agregado grueso fueron procesados siguiendo los formatos del anexo N°1 y la síntesis de su cálculo se encuentran en el anexo N°2 considerando como resultado cada propiedad el valor promedio de cuatro ensayos por propiedad estudiada.

3.6.1.2. Presentación de resultados agregado grueso

En la tabla N° 02 se resumen las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso lavado.

Tabla N° 02 Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso.

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal	3/4"
P. específico masa	2.62 gr/cm ³
Peso unitario suelto	1363.28 kg/m ³
Peso unitario compactado	1504.06 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	0.37%
Absorción (%)	1.10%
Módulo de finura	6.851
Abrasión (%)	27.00%
Porcentaje que pasa malla N.º 200	0.00%

Resumen de las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso; el detalle del cálculo de cada propiedad se encuentra en el anexo N°02.

3.6.2. Granulometría – Módulo de finura (m_f)

3.6.2.1. Tratamiento de datos módulo de finura

Para la granulometría y posterior cálculo del módulo de finura se realizó tres ensayos para cada porcentaje de material menor a 75 μm del agregado fino, considerando el promedio de los tres ensayos por porcentaje los cuales se resumen en la tabla N° 03; Los usos granulométricos y el cálculo del módulo de finura se encuentra en el anexo N° 02.

Tabla N° 03 Resumen de módulo de finura para porcentaje de material menor a 75 μm .

PORCENTAJE DE FINOS	MODULO DE FINURA	Δm_f
0%	3.08	
2%	3.05	-0.03
4%	3.02	-0.04
6%	2.98	-0.04
8%	2.94	-0.04
10%	2.90	-0.04

Resumen del m_f del agregado fino para cada porcentaje de material menor a 75 μm ; el detalle del cálculo se encuentra en el anexo N°02.

Tabla N° 04 Unidades y abreviaciones en el módulo de finura

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
Δm_f	Variación del módulo de Finura
$\%_f$	Porcentaje de Finos del Agregado fino
m	Pendiente de la recta
-b	Intersección de la recta con eje de las ordenadas
R	Confiabilidad de línea de tendencia

Unidades y coeficientes que se usaron para correlacionar el módulo de finura del agregado fino y el porcentaje de material menor a 75 μm .

3.6.2.2.análisis de datos módulo de finura

Para el análisis estadístico se corroboró la normalidad de los datos, como se está trabaja con una muestra de solo seis datos, se usa la prueba de Shapiro-Wilk; la tabla N° 04 indica un nivel de significancia de 0.917 el cual es mucho mayor al asumido, $\alpha = 0.05$, por lo que se concluye que los datos del módulo de finura tienden a una distribución normal, entonces, se usa la prueba de correlación de Pearson para poder verificar la existencia e identificar el tipo de correlación entre el módulo de finura y el porcentaje me material más fino que 75 μm en el agregado fino.

Tabla N° 05 Prueba de normalidad para el módulo de finura

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
m_f	0,143	6	0,200*	0,974	6	0,917

Se identifica 6 datos y un nivel de significancia de 0.917; obtenida en programa SPSS

Luego de corroborar que la muestra proviene de una distribución normal, se analizó si ambas variables se correlacionan mediante la prueba de correlación de Pearson; la tabla N° 05 indica que la correlación entre ambas variables tiene un nivel de significancia de 0.01 por consecuente es correcto afirmar que en un intervalo de confianza del 99.9% la existencia de una correlación entre ambas variables, además se observa un coeficiente de correlación de Pearson de -0.998 lo que indica una correlación negativa casi perfecta entre ambas variables, es decir, se

relacionan inversamente, lo que implica que si el porcentaje de finos aumenta entonces el módulo de finura disminuye.

Tabla N° 06 Correlación de Pearson entre porcentaje de finos y módulo de finura

		% DE FINOS (% _f)	m _f
% DE FINOS	Correlación de Pearson	1	-0,998**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	6	6
m _f .	Correlación de Pearson	-0,998**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	6	6

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Prueba de correlación, obtenida en programa SPSS

En el análisis estadístico se comprobó la existencia de la correlación negativa fuerte entre el módulo de finura y el porcentaje de material menor a 75 µm en el agregado fino. Entonces se procede a encontrar la ecuación que mejor se ajuste esta correlación.

Como se puede evidenciar en la tabla N° 03 la variación en el módulo de finura es constante, entonces, se colige que el módulo de finura en función del porcentaje de finos se puede expresar mediante la ecuación de una recta como la siguiente $m_f = m * \%_f + b$; donde; la pendiente “m” es la variación del módulo de finura para cada variación porcentual y “b” la intersección de la gráfica en el eje de las ordenadas, es decir, el valor del módulo de finura para cuando el porcentaje de finos es 0%.

De lo anterior se tiene una primera aproximación a la ecuación.

$$m_f = m * \%_f + b \quad (17)$$

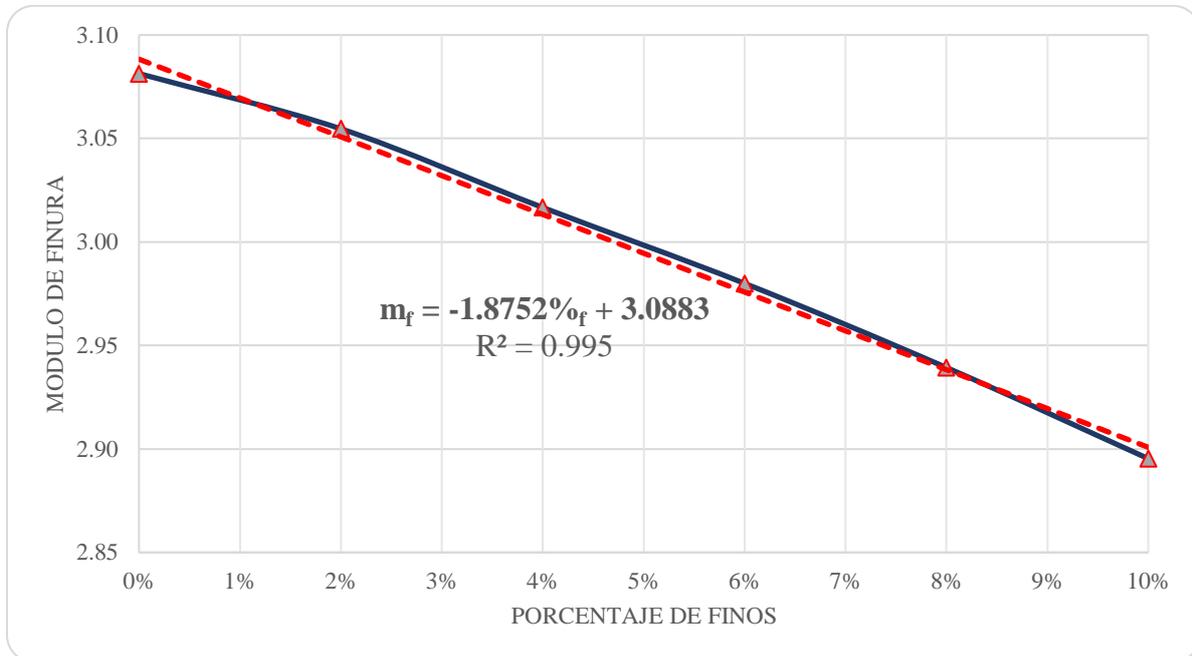
$$m_f = \frac{-0.04}{0.02} * \%_f + 3.08 \quad (18)$$

$$m_f = 2 * \%_f + 3.08 \quad (19)$$

Para analizar con mayor exactitud los datos, usando el programa Excel y se graficó el porcentaje de finos vs. módulo de finura. En la figura N° 03 se evidencia la predisposición de los puntos a una recta de esta manera se verifica que la ecuación que define más estrechamente

la correlación entre el módulo de finura y el porcentaje de finos es la ecuación de una recta; por consiguiente, se encontró, en el mismo programa, la línea de tendencia mediante una función lineal, la cual presenta un $R^2 = 0.995$ y es $m_f = -1.8752\%_f + 3.0883$.

Figura N° 03. Variación del módulo de finura vs. porcentaje de material menor a 75 μm



Gráfica y ecuación de la función que correlaciona el módulo de finura y el porcentaje de material menor a 75 μm con un nivel de confianza del 99.5%.

3.6.2.3. Presentación de resultados módulo de finura

En el análisis anterior se confirmó la existencia de una correlación negativa fuerte entre el módulo de finura y el porcentaje de material menor a 75 μm y se obtuvo dos ecuaciones para representarla, las cuales son: aplicando la ecuación de la recta se tiene a $m_f = 2 * \%_f + 3.08$ y usando la línea de tendencia se obtuvo $m_f = -1.8752\%_f + 3.0883$ que tiene mayor precisión que la anterior pues cuenta con un $R^2 = 0.995$.

3.6.3. Peso unitario suelto del agregado fino (P.U.S.)

3.6.3.1. Tratamiento de datos – peso unitario suelto

Para la obtener el peso unitario suelto seco se realizaron cuatro ensayos para cada porcentaje de material menor a 75 μm del agregado fino (porcentaje de finos), considerando el promedio

de los ensayos en cada porcentaje los cuales se resumen en la tabla N° 07. El detalle del cálculo para encontrar el peso unitario suelto seco se encuentra en anexo N°02.

Tabla N° 07 Resumen de P.U.S. por porcentaje de material menor a 75 µm

PORCENTAJE DE FINOS	PESO UNITARIO SUELTO	ΔP.U.S.
0%	1578.49 kg/m ³	
2%	1610.68 kg/m ³	32.19
4%	1639.33 kg/m ³	28.64
6%	1665.31 kg/m ³	25.98
8%	1695.14 kg/m ³	29.83
10%	1721.79 kg/m ³	26.65

Resumen del P.U.S del agregado fino para cada porcentaje de material menor a 75 µm; el detalle del cálculo se encuentra en el anexo N°02.

3.6.3.2. Análisis de datos peso unitario suelto

Para el análisis estadístico se corroboró la normalidad de los datos usando la prueba de Shapiro-Wilk; la tabla N° 08 indica un nivel de significancia de 0.971 el cual es mucho mayor al asumido, $\alpha = 0.05$, por lo que se concluye que los datos del peso unitario suelto tienden a una distribución normal, entonces, se usa la prueba de correlación de Pearson para poder verificar la existencia e identificar el tipo de correlación entre el peso unitario suelto y el porcentaje de material más fino que 75 µm en el agregado fino.

Tabla N° 08 Prueba de normalidad para el peso unitario suelto

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
P.U.S.	0,126	6	0,200*	0,984	6	0,971

Se identifican 6 datos y un nivel de significancia de 0.971; obtenida en programa SPSS

Ya corroborada la distribución normal de la muestra, se analiza si ambas variables se correlacionan mediante la prueba de Pearson; la tabla N° 09 indica que la correlación entre ambas variables tiene un nivel de significancia de 0.01 por consecuente es correcto afirmar en un intervalo de confianza del 99.9% que existe correlación entre ambas variables, además se observa un coeficiente de Pearson de 1.000 lo que indica una correlación positiva perfecta entre ambas variables, es decir, se relacionan directamente, lo que implica que si el porcentaje de finos aumenta entonces el peso unitario suelto también aumenta.

Tabla N° 09 Correlación de Pearson entre porcentaje de finos y el peso unitario suelto.

		% DE FINOS (%f)	P.U.S.
Correlación de Pearson		1	1.000**
% DE FINOS	Sig. (bilateral)		0,000
	N	6	6
Correlación de Pearson		1.000**	1
P.U.S.	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	6	6
** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

Prueba de correlación, obtenida en programa SPSS

En el análisis estadístico se comprobó la existencia de la correlación positiva entre el peso unitario suelto y el porcentaje de material menor a 75 µm en el agregado fino. Entonces, ahora se procede a encontrar la ecuación que mejor se ajusta a la correlación.

Como se evidencia en la tabla N° 07 la variación en el peso unitario suelto es poco versátil por lo que se asume que el peso unitario compactado en función del porcentaje de finos se puede expresar mediante la ecuación de una recta como la siguiente $P.U.S. = m * \%f + b$; donde; la pendiente “m” vendría a ser el promedio de la variación del peso unitario suelto para cada variación porcentual y “b” la intersección de la gráfica en el eje de las ordenadas, es decir, el valor del peso unitario compactado para cuando el porcentaje de finos es 0%.

De lo anterior se tiene una primera aproximación a la ecuación.

$$P.U.S. = m * \%f + b \quad (20)$$

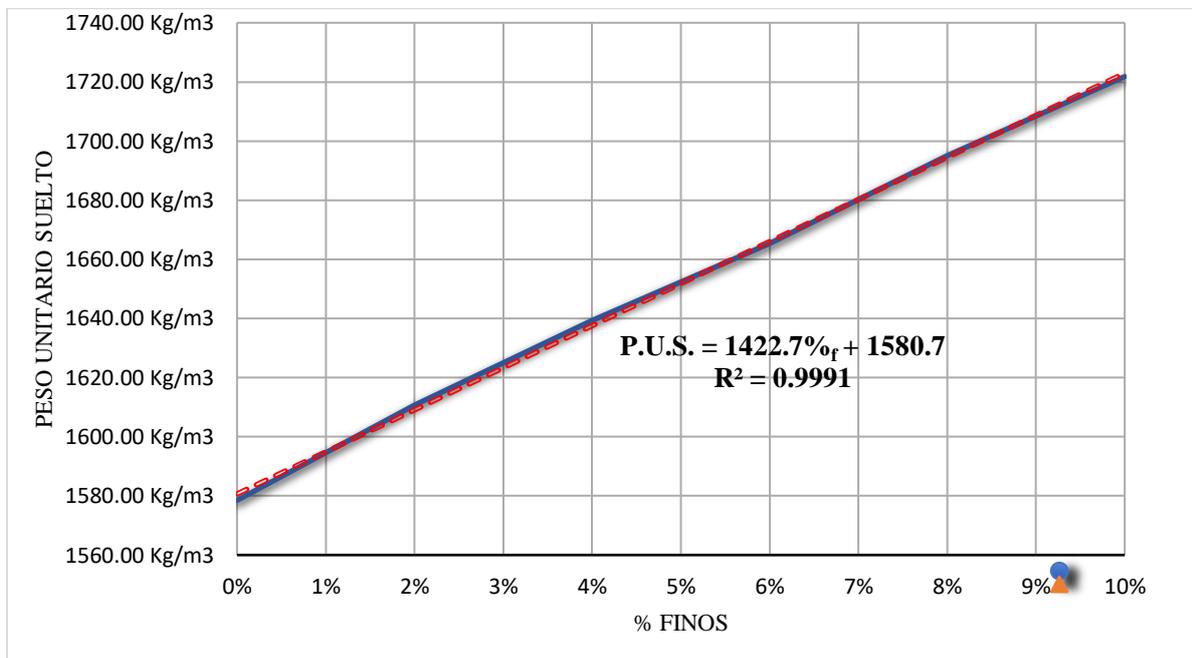
$$m = (32.19 + 28.64 + 25.98 + 29.83 + 26.65)/6 = 28.66 \quad (21)$$

$$P.U.S. = 28.66/0.02 * \%f + 1578.49 \quad (22)$$

$$P.U.S. = 1433.02 * \%f + 1578.49 \quad (23)$$

Para analizar con mayor exactitud los datos, se usó el programa Excel y se graficó el porcentaje de finos vs. peso unitario suelto; En la figura N° 04 se evidencia la predisposición de los puntos a una recta de esta manera, se corroboró que la ecuación que define más estrechamente la correlación entre el peso unitario suelto y el porcentaje de finos es la ecuación de una recta; por consiguiente se procedió a encontrar la línea de tendencia mediante una función lineal en el mismo programa, la cual presenta un $R^2 = 0.995$ y es **P.U.S. = 1433.02 * %f + 1578.49**.

Figura N° 04. Variación del P.U.S. vs. porcentaje de material menor a 75 µm



Gráfica y ecuación de la función que correlaciona el peso unitario suelto y el porcentaje de material menor a 75 µm con un 99.9% de confianza.

3.6.3.3. Presentación de resultados peso unitario suelto

En el análisis anterior se confirmó la existencia de una correlación positiva fuerte entre el peso unitario suelto y el porcentaje de material menor a 75 µm y se obtuvo dos ecuaciones para representarla, las cuales son: aplicando la ecuación de la recta se tiene a **P.U.S. = 1433.02 * %f**

+ 1578.49 y usando la línea de tendencia se obtuvo $P.U.S. = 1422.7\%_f + 1580.7$ que tiene mayor precisión que la anterior pues cuenta con un $R^2 = 0.9991$.

3.6.4. Peso unitario compactado del agregado fino (P.U.C.)

3.6.4.1. Tratamiento de datos – Peso unitario compactado

Para obtener el peso unitario compactado se realizaron cuatro ensayos para cada porcentaje de material menor a 75 μm del agregado fino (porcentaje de finos), considerando el promedio de los ensayos en cada porcentaje los cuales se resumen en la tabla N° 10. El detalle del cálculo para encontrar el peso unitario compactado se encuentra en el anexo N°02.

Tabla N° 10 Resumen de P.U.C. para porcentajes de material menor a 75 μm

PORCENTAJE DE FINOS	PESO UNITARIO COMPACTADO	ΔP.U.C.
0%	1685.54 kg/m ³	
2%	1720.06 kg/m ³	34.53
4%	1754.24 kg/m ³	34.18
6%	1778.13 kg/m ³	23.88
8%	1808.42 kg/m ³	30.29
10%	1837.23 kg/m ³	28.82

Resumen del P.U.C. del agregado fino para cada porcentaje de material menor a 75 μm ; el detalle del cálculo se encuentra en el anexo N°02.

3.6.4.2. Análisis de datos peso unitario compactado

Para el análisis estadístico se corroboró la normalidad de los datos usando la prueba de Shapiro-Wilk; la tabla N° 11 indica un nivel de significancia de 0.975 el cual es mucho mayor al asumido, $\alpha = 0.05$, por lo que se concluye que los datos del peso unitario compactado tienden a una distribución normal, entonces, se usa la prueba de correlación de Pearson para poder verificar la existencia e identificar el tipo de correlación entre el peso unitario compactado y el porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino.

Tabla N° 11 Prueba de normalidad para el peso unitario compactado

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
P.U.C.	0,120	6	0,200*	0,985	6	0,975

Se identifica 6 datos y un nivel de significancia de 0.975; obtenida en programa SPSS

Como ya se corroboró la distribución normal de la muestra, se procede a analizar si ambas variables se correlacionan mediante la prueba de Pearson; la tabla N° 12 indica que la correlación entre ambas variables tiene un nivel de significancia de 0.01 por consiguiente se afirma en un intervalo de confianza del 99.9% que existe correlación entre ambas variables, además se evidencia un coeficiente de Pearson de 0.999 lo que indica una correlación positiva casi perfecta entre ambas variables, es decir, se relacionan directamente, lo que implica que si el porcentaje de finos aumenta entonces el peso unitario compactado también aumenta.

Tabla N° 12 Correlación de Pearson el entre porcentaje de finos y el P.U.C.

		% DE FINOS (% _f)	P.U.C.
% DE FINOS	Correlación de Pearson	1	0,999**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	6	6
P.U.C.	Correlación de Pearson	0,999**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	6	6

**** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).**

Prueba de correlación, obtenida en programa SPSS

En el análisis estadístico se comprobó la existencia de la correlación positiva entre el peso unitario compactado y el porcentaje de material menor a 75 μm en el agregado fino. Entonces, ahora se procede a encontrar la ecuación que mejor se ajusta a la correlación.

Como se evidencia en la tabla N° 10 la variación en el peso unitario compactado es poco versátil, por ende, se asume que el peso unitario compactado en función del porcentaje de finos

se puede expresar mediante la ecuación de una recta como la siguiente $P.U.C. = m * \%_f + b$; donde; la pendiente “m” vendría a ser el promedio de la variación del peso unitario compactado para cada variación porcentual y “b” la intersección de la gráfica en el eje de las ordenadas, es decir, el valor del peso unitario compactado para cuando el porcentaje de finos es 0%.

De lo anterior se tiene una primera aproximación a la ecuación.

$$P.U.C. = m * \%_f + b \quad (23)$$

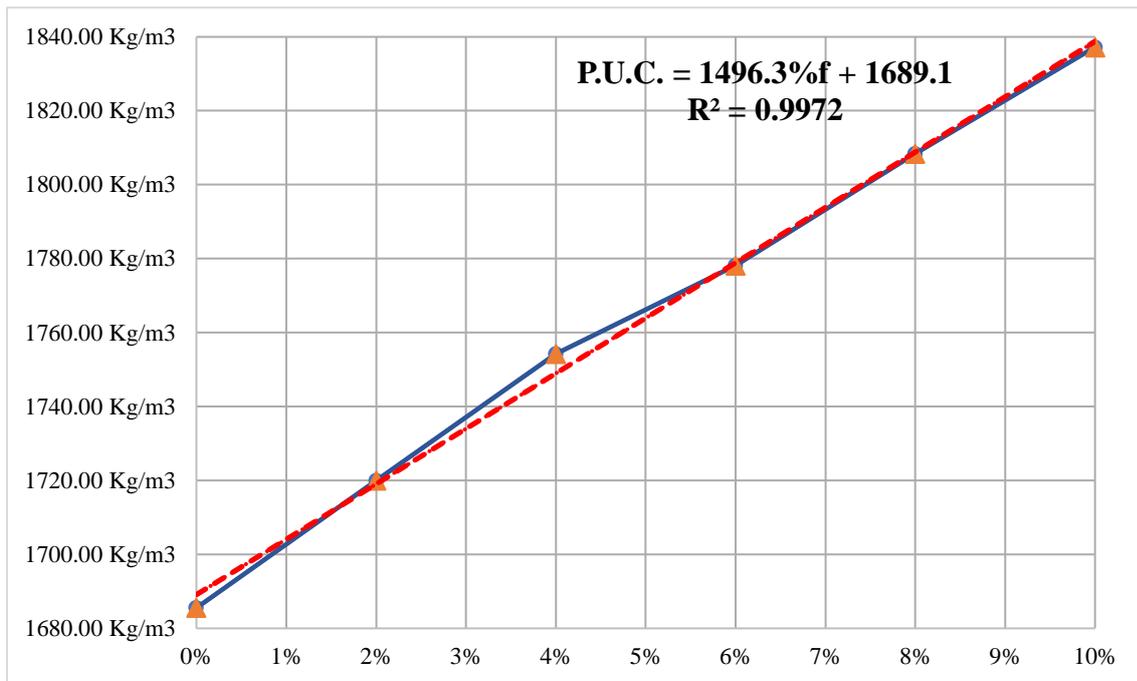
$$m = (34.53 + 34.18 + 23.88 + 30.29 + 28.82)/6 = 28.66 \quad (24)$$

$$P.U.C. = 30.34/0.02 * \%_f + 1685.54 \quad (25)$$

$$P.U.C. = 1516.96 * \%_f + 1685.54 \quad (26)$$

Para analizar con mayor exactitud los datos, se usó el programa Excel y se graficó el porcentaje de finos vs. peso unitario compactado; En la figura N° 05 se evidencia la predisposición de los puntos a una recta de esta manera se verificó que la ecuación que define más estrechamente la correlación entre el peso unitario compactado y el porcentaje de finos es la ecuación de una recta; por consiguiente se procedió a encontrar la línea de tendencia mediante una función lineal en el mismo programa, la cual presenta un $R^2 = 0.9972$ y es **$P.U.C. = 1496.3\%_f + 1689.1$**

Figura N° 05. Gráfica del P.U.C vs. porcentaje de material menor a 75 µm



Gráfica y ecuación de la función que correlaciona el peso unitario compactado y el porcentaje de material menor a 75 µm con un 99.9% de confianza.

3.6.4.3. Presentación de resultados - peso unitario compactado

En el análisis anterior se confirmó la existencia de una correlación positiva fuerte entre el peso unitario suelto y el porcentaje de material menor a 75 µm y se obtuvo dos ecuaciones para representarla, las cuales son: aplicando la ecuación de la recta se tiene a $P.U.C. = 1516.96 * \%f + 1685.54$ y usando la línea de tendencia se obtuvo $P.U.C. = 1496.3\%f + 1689.1$ que tiene mayor precisión que la anterior pues cuenta con un $R^2 = 0.9972$.

3.6.5. Peso específico del agregado fino (γ)

3.6.5.1. Tratamiento de datos - Peso específico (γ)

Para la obtención del peso específico se realizaron cuatro ensayos para cada porcentaje de material menor a 75 µm del agregado fino (porcentaje de finos), considerando el promedio de los ensayos en cada porcentaje los cuales se resumen en la tabla N° 13. El detalle del cálculo para encontrar el peso unitario compactado se encuentra en el anexo N°2.

Tabla N° 13 Resumen de P.U.C. para porcentajes de material menor a 75 μm

PORCENTAJE DE FINOS	PESO ESPECÍFICO	Δ PESO ESPECÍFICO
0%	2501.70 kg/m ³	
2%	2520.22 kg/m ³	18.52
4%	2540.19 kg/m ³	19.97
6%	2561.19 kg/m ³	21.00
8%	2585.94 kg/m ³	24.76
10%	2606.67 kg/m ³	20.72

Resumen del Peso Específico. del agregado fino para cada porcentaje de material menor a 75 μm ; el detalle del cálculo se encuentra en el anexo N°02.

3.6.5.2. Análisis de datos - Peso específico

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se corroboró la normalidad de los datos usando la prueba de Shapiro-Wilk; la tabla N° 14 indica un nivel de significancia de 0.926 el cual es mucho mayor al asumido, $\alpha = 0.05$, por lo que se concluye que los datos del peso específico tienden a una distribución normal, entonces, se usa la prueba de correlación de Pearson para poder verificar la existencia e identificar el tipo de correlación entre el peso específico y el porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino.

Tabla N° 14 Prueba de normalidad para el peso específico

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
γ	0,132	6	0,200*	0,975	6	0,926

Se identifica 6 datos y nivel de significancia de 0.926; obtenida en programa SPSS

Como ya se corroboró la distribución normal de la muestra, se procede a analizar si ambas variables se correlacionan mediante la prueba de Pearson; la tabla N° 15 indica que la correlación entre ambas variables tiene un nivel de significancia de 0.01 por consecuente es

correcto afirmar en un intervalo de confianza del 99.9% que existe correlación entre ambas variables, además se evidencia un coeficiente de Pearson de 0.999 lo que indica una correlación positiva casi perfecta entre ambas variables, es decir, se relacionan directamente, lo que implica que si el porcentaje de finos aumenta entonces el peso específico también aumenta.

Tabla N° 15 Correlación de Pearson entre porcentaje de finos y el peso específico.

		% DE FINOS (% _f)	γ
Correlación de Pearson		1	0.999**
% DE FINOS	Sig. (bilateral)		0,000
	N	6	6
Correlación de Pearson		0.999**	1
γ	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	6	6

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Prueba de correlación, obtenida en programa SPSS

En el análisis estadístico se comprobó la existencia de la correlación positiva entre el peso específico y el porcentaje de material menor a 75 μm en el agregado fino. Luego se procede a encontrar la ecuación que mejor se ajusta a la correlación.

Como se evidencia en la tabla N° 13 la variación en el peso específico es poco versátil, por consiguiente, se asume que el peso específico en función del porcentaje de finos se puede expresar mediante la ecuación de una recta como la siguiente $\gamma = m * \%f + b$; donde; la pendiente “m” es el promedio de la variación del peso específico para cada variación porcentual y “b” la intersección de la gráfica en el eje de las ordenadas, es decir, el valor del peso específico para cuando el porcentaje de finos es 0%.

De lo anterior se obtiene una primera aproximación a la ecuación.

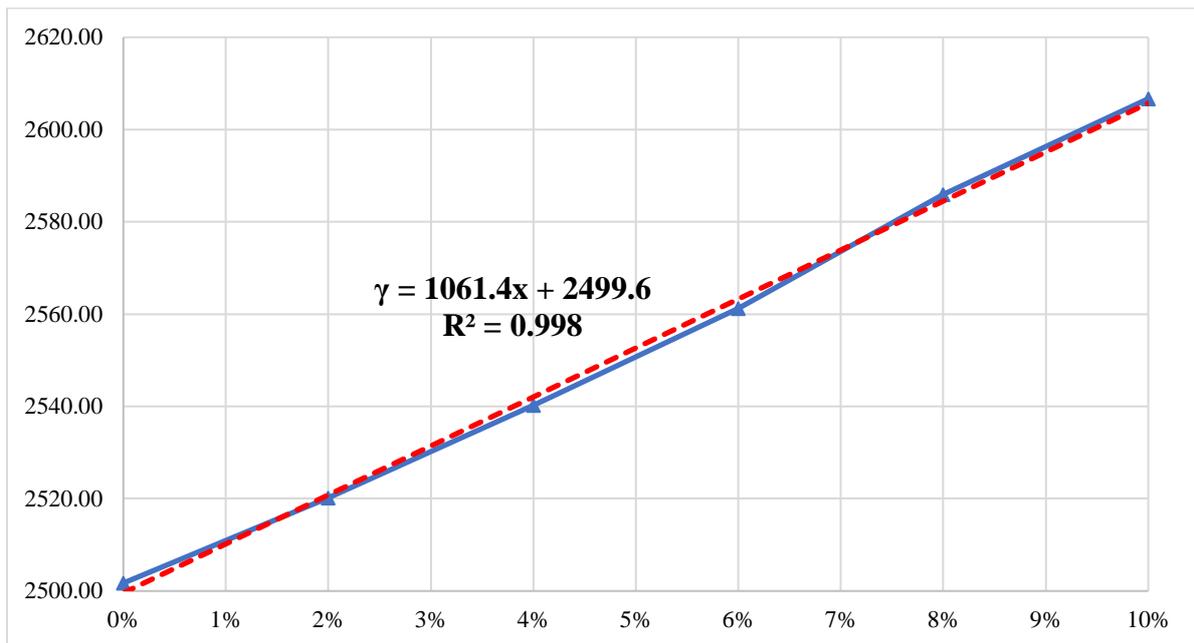
$$\gamma = m * \%f + b \tag{27}$$

$$\gamma = \frac{(18.52 + 19.97 + 21.00 + 24.76 + 20.7)/6}{0.02} * \%f + 2501.70 \tag{28}$$

$$\gamma = 1049.66 * \%f + 2501.70 \tag{29}$$

Para analizar con mayor exactitud los datos, se usó el programa Excel y se graficó el porcentaje de finos vs. peso específico; En la figura 05 se evidencia la predisposición de los puntos a una recta de esta manera se verificó que, la ecuación que define más estrechamente la correlación entre el peso específico y el porcentaje de finos, es la ecuación de una recta; por consiguiente se procedió a encontrar la línea de tendencia mediante una función lineal en el mismo programa, la cual presenta un $R^2 = 0.998$ y es $\gamma = 1061.4\%_f + 2499.6$

Figura N° 06. Gráfica del peso específico vs. porcentaje de material menor a 75 μm



Gráfica y ecuación de la función que correlaciona el peso específico y el porcentaje de material menor a 75 μm con un 99.8% de confianza.

3.6.5.3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PESO ESPECÍFICO

En el análisis anterior se confirmó la existencia de una correlación positiva fuerte entre el peso específico y el porcentaje de material menor a 75 μm y se obtuvo dos ecuaciones para representarla: empleando la ecuación de la recta $\gamma = 1049.66 * \%_f + 2501.70$ y usando una línea de tendencia $\gamma = 1061.4x + 2499.6$ que tiene mayor precisión que la anterior pues cuenta con un $R^2 = 0.998$.

3.6.6. Diseños de mezcla

La tabla N° 16 muestra las cantidad de material en kilogramos por metro cubico de concreto en todos los diseños de mezcla utilizados en la investigación; el procedimiento del diseño se encuentra en el anexo N° 03.

Tabla N° 16 Resumen de diseños de mezcla por porcentaje de material menor a 75 μ m.

DISEÑO	CANTIDADES POR METRO CÚBICO - MUESTRAS SECAS				
	CEMENTO	AGUA	AG. FINO	AG. GRUESO	SLUMP
00% FINOS	297 Kg	205 Kg	908 Kg	876 Kg	3"
02% FINOS	297 Kg	205 Kg	907 Kg	883 Kg	3.25"
04% FINOS	297 Kg	205 Kg	907 Kg	890 Kg	3.5"
06% FINOS	297 Kg	205 Kg	905 Kg	900 Kg	3.5"
08% FINOS	297 Kg	205 Kg	905 Kg	910 Kg	3.75"
10% FINOS	297 Kg	205 Kg	903 Kg	919 Kg	4"

Resumen de diseños de mezcla en kilogramos por m³, para cada porcentaje de material menor a 75 μ m - anexo N°03.

3.6.7. Resistencia a compresión del concreto

3.6.7.1. Tratamiento de datos – resistencia a compresión del concreto.

Para obtener la resistencia a compresión se realizó ruptura de testigos cilíndricos de concreto a una edad de 28 días, considerando el promedio de los ensayos como resistencia obtenida en cada diseño, los cuales se resumen en la tabla N° 17. El detalle del cálculo para la resistencia a compresión promedio se encuentra en el anexo N°04.

Tabla N° 17 Resumen de resistencia a compresión. por porcentaje de finos

PORCENTAJE DE FINOS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	% RESISTENCIA REQUERIDA
0%	277.04 kg/cm ²	131.92%
2%	232.48 kg/cm ²	110.71%
4%	226.36 kg/cm ²	107.79%
6%	220.24 kg/cm ²	104.87%
8%	209.42 kg/cm ²	99.72%
10%	195.91 kg/cm ²	93.29%

Resumen de la resistencia a compresión del concreto en kilogramos por centímetro cuadrado, para cada porcentaje de material menor a 75 μ m; el detalle del procedimiento se encuentra en el anexo N°04.

3.6.7.2. Análisis de datos – resistencia a compresión del concreto

Para el análisis estadístico, primero se corroboró la normalidad de los datos, como son solo seis se usó la prueba de Shapiro-Wilk; la tabla N° 18 indica un nivel de significancia de 0.476, el cual es mayor al asumido, $\alpha = 0.05$, de esta manera se concluye que los datos de la resistencia a compresión del concreto tienden a una distribución normal, entonces, se tiene que usar la prueba de correlación de Pearson para verificar la existencia e identificar el tipo de correlación entre la resistencia a compresión del concreto y el porcentaje de material más fino que 75 μ m en el agregado fino.

Tabla N° 18 Prueba de normalidad para la resistencia a compresión del concreto.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c	0.261	6	,200*	0.916	6	0.476

Identificase 6 gl y un nivel de significancia de 0.476; obtenida en programa SPSS

Corroborada la tendencia a una distribución normal de la muestra, se analiza la existencia de una correlación entre las variables mediante la prueba de Pearson; la tabla N° 20 indica que la correlación entre ambas variables tiene un nivel de significancia de 0.01 por consecuente es correcto afirmar en un intervalo de confianza del 99.9% que existe correlación entre ambas

variables, además el coeficiente de Pearson es - 0.931 indicando una correlación negativa fuerte entre ambas variables, es decir, se relacionan directamente; implica que, si el porcentaje de finos aumenta entonces la resistencia a compresión del concreto disminuye.

Tabla N° 19 Correlación de Pearson entre porcentaje de finos y resistencia a compresión.

		% DE FINOS (%f)	Resistencia a compresión
Correlación de Pearson		1	-0,931**
% DE FINOS	Sig. (bilateral)		0,007
	N	6	6
Correlación de Pearson		-0,931**	1
Resistencia a compresión	Sig. (bilateral)	0,007	
	N	6	6

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Prueba de correlación, obtenida en programa SPSS

En el análisis estadístico se comprobó la existencia de la correlación negativa entre la resistencia a compresión del concreto y el porcentaje de material menor a 75 µm en el agregado fino. En consecuencia, se procede a encontrar la función que mejor exprese la correlación.

En la tabla N° 20 se observa que la variación de la resistencia a compresión del concreto para cada diseño es muy variable, por lo que, a criterio del investigador y para suavizar los datos de la resistencia a compresión del concreto se aplicó el logaritmo natural, obteniéndose valores entre 5.27 y 5.62 por lo que se expresó como una función exponencial de base 5, para continuar con la primera aproximación a de la ecuación deseada, se aplicó una variante manual del método de aproximaciones sucesivas para encontrar el exponente más adecuado, obteniendo: **1.081-%f/1.5**; de lo anterior una primera aproximación a la ecuación sería: $\ln F'c = 5^{1.081-\%f/1.5}$

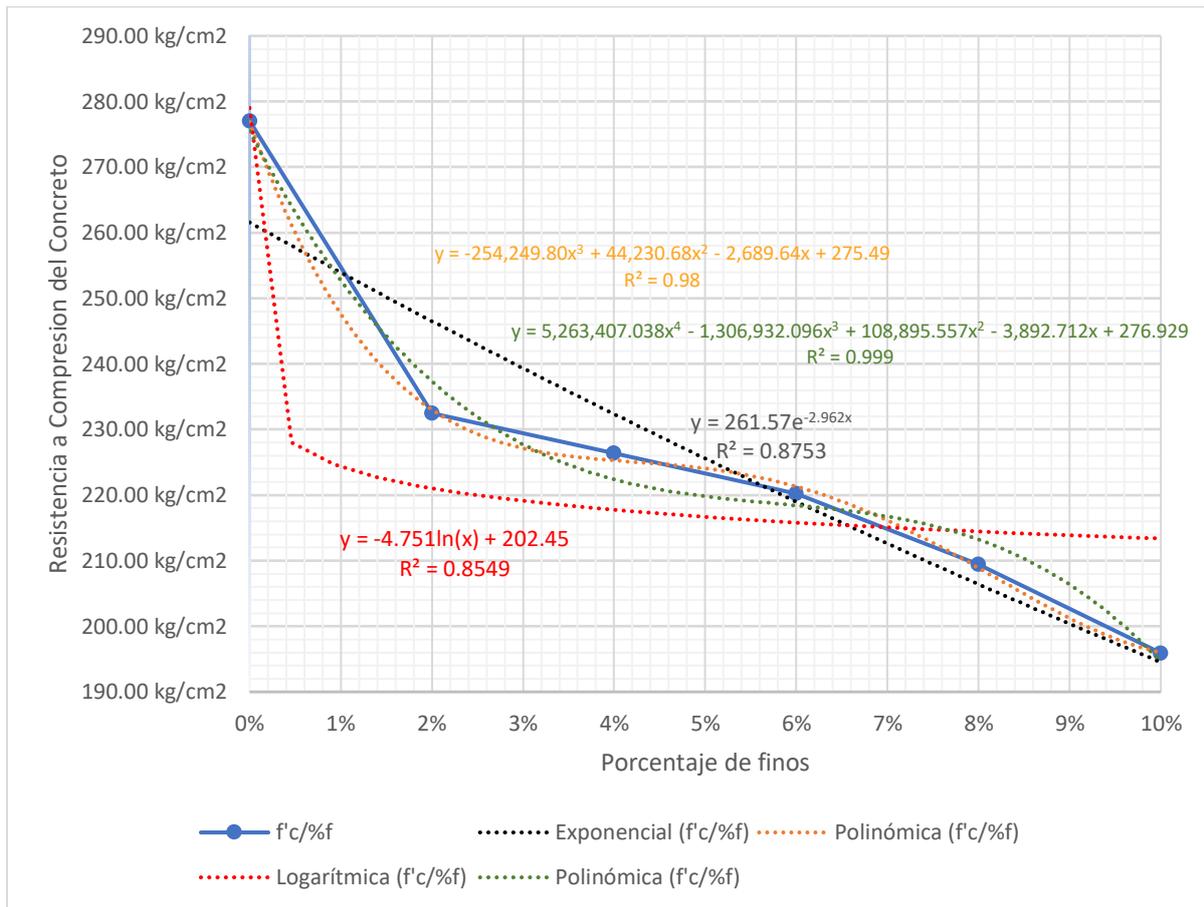
Tabla N° 20 Tabla de apoyo para encontrar una aproximación a la ecuación.

PORCENTAJE DE FINOS (%f)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (F'c)	Δ F'c	Ln(F'c)	5^(1.081-%f/1.5)
0%	277.04 kg/cm ²		5.624	5.698
2%	232.48 kg/cm ²	-44.55	5.449	5.577
4%	226.36 kg/cm ²	-6.13	5.422	5.459
6%	220.24 kg/cm ²	-6.12	5.395	5.343
8%	209.42 kg/cm ²	-10.82	5.344	5.229
10%	195.91 kg/cm ²	-13.50	5.278	5.118

En la Columna 01 se presenta el porcentaje de material menor a 75 μm; en la columna 02, la resistencia a compresión del concreto; en la columna 03, el logaritmo natural de la columna 02; en la columna 04, la mejor aproximación a la columna 03 variando el exponente de 5.

Para analizar con mayor exactitud los datos, se usó el programa Excel para graficar el porcentaje de finos vs. resistencia a compresión del concreto; En la figura 06 se evidencia la predisposición de los puntos a un brazo de parábola, por lo que se plantea la correlación entre la resistencia a compresión del concreto y el porcentaje de finos mediante una ecuación polinómica; por consiguiente, en el mismo programa se procede a encontrar la línea de tendencia mediante una función polinómica de grado 3, la cual presenta un $R^2 = 0.984$ y es $F'c = -254225.183\%f^3 + 44206.584\%f^2 - 2688.163\%f + 275.481$; también se han encontrado tres ecuaciones adicionales para correlacionar las variables estudiadas las cuales son: con un $R^2 = 0.876$ una ecuación exponencial $F'c = 261.604e^{-2.965x}$, con un $R^2 = 0.854$ una ecuación logarítmica $F'c = -4.752\ln(x) + 202.429$, y finalmente $F'c = 5,268,648.299x^4 - 1,307,955.730x^3 + 108,935.855x^2 - 3,892.434x + 276.926$ una ecuación polinómica de cuarto grado la cual tiene una mayor precisión pues tiene un $R^2 = 0.999$

Figura N° 07. Variación de resistencia a compresión del concreto vs. porcentaje de material menor a 75 µm



Gráfica y ecuaciones de funciones que correlaciona la resistencia a compresión del concreto y el porcentaje de material menor a 75 µm. Fuente: autoría propia

3.6.7.3. Presentación de resultados la resistencia a compresión del concreto

En el análisis anterior se confirmó la existencia de una correlación negativa fuerte entre la resistencia a compresión del concreto y el porcentaje de material menor a 75 µm obteniéndose 5 ecuaciones para representarla: empleando un método de aproximaciones la ecuación: $\ln F'c = 5^{1.081 - \%f/1.5}$ y usando una línea de tendencia $F'c = 5,263,407.038(\%f)^4 - 1,306,932.096(\%f)^3 + 108,895.557(\%f)^2 - 3,892.712(\%f) + 276.929$ una ecuación polinómica de cuarto grado con un $R^2=0.999$; sin embargo solo sería aplicable para porcentajes entre 0 y 10%, por lo que se elige $F'c = -254,249.801(\%f)^3 + 44,230.679(\%f)^2 - 2,689.639(\%f) + 275.485$ una ecuación polinómica de tercer grado con un $R^2 = 0.984$ que tendría mayor precisión pues cuenta con menor número de puntos de inflexión y sería extrapolable.

3.6.7.4. Resultados de la resistencia a compresión del concreto a diferentes edades

En la tabla N° 21 siguiente se resume la resistencia a compresión del concreto de las probetas a diferentes edades, se ensayaron en total 76 muestras.

Tabla N° 21 Resistencia a compresión del concreto promedio según tipo de diseño para diferentes edades, según tabla N°1

FINOS (%f)	F'c 7 DÍAS	% 7 DÍAS	F'c 14 DÍAS	% 14 DÍAS	F'c 28 DÍAS	% 28 DÍAS
0%	191.72 kg/cm ²	91.29%	223.39 kg/cm ²	106.38%	223.39 kg/cm ²	131.92%
2%	164.71 kg/cm ²	78.44%	195.84 kg/cm ²	93.26%	195.84 kg/cm ²	110.71%
4%	163.02 kg/cm ²	77.63%	189.06 kg/cm ²	90.03%	189.06 kg/cm ²	107.81%
6%	161.27 kg/cm ²	76.80%	182.20 kg/cm ²	86.76%	182.20 kg/cm ²	104.87%
8%	155.64 kg/cm ²	74.11%	175.71 kg/cm ²	83.67%	175.71 kg/cm ²	99.71%
10%	149.78 kg/cm ²	71.32%	167.08 kg/cm ²	79.56%	167.08 kg/cm ²	93.26%

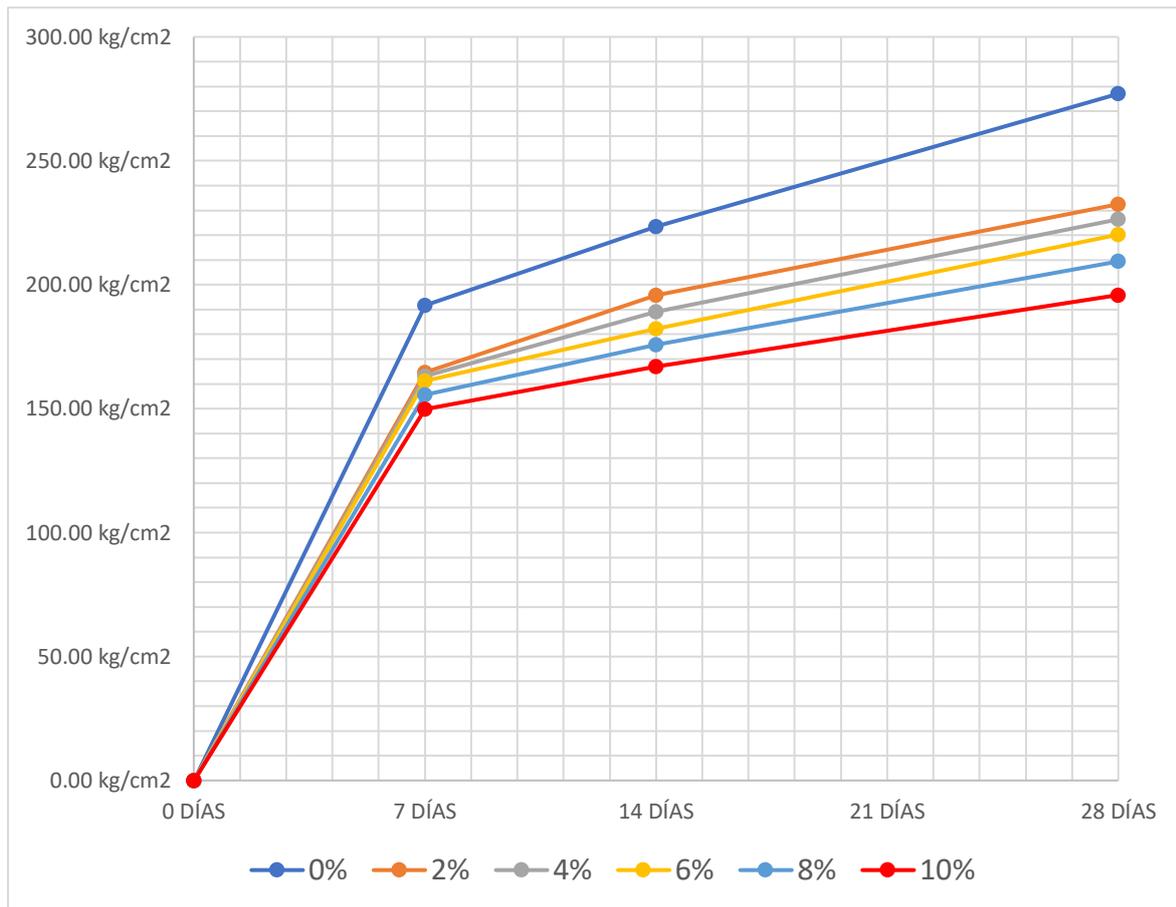
Edades y resistencia promedio de concreto.

Tabla N° 22 Porcentaje de Resistencia de diferentes diseños respecto al diseño con agregados sin presencia de material menor a 75 μm

PORCENTAJE DE FINOS (%f)	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DÍAS	%
0%	277.04 kg/cm ²	100%
2%	232.48 kg/cm ²	84%
4%	226.40 kg/cm ²	82%
6%	220.22 kg/cm ²	79%
8%	209.40 kg/cm ²	76%
10%	195.84 kg/cm ²	71%

Porcentaje de diferentes diseños respecto al diseño con 0% de finos.

Figura N° 08. Variación de resistencia a compresión vs. edad del concreto.



Gráfica de resistencia a compresión del concreto a diferentes edades para cara porcentaje de material menor a 75 µm.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.7. Análisis de los resultados obtenidos en las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

3.7.1. Agregado grueso

En la tabla N° 02, se observan los valores obtenidos en los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la (ASTM C33 / C33M – 18, 2018); el agregado grueso posee una gradación dentro de los límites establecidos en el uso granulométrico N°67 de la norma A.S.T.M. C 33M-18; por ser agregado lavado, el porcentaje de finos que pasa la malla N°200 es 0%, menor al máximo admisible de 1% y el porcentaje de abrasión es de 27% menor al máximo admisible de 50%

3.7.2. Agregado fino.

Las propiedades del agregado fino con condiciones óptimas, 0% de finos, cumplen con los parámetros establecidos en la norma (ASTM C33 / C33M – 18, 2018); su módulo de finura es de 3.08 encontrándose entre 2.3 y 3.1 los valores establecidos, por ser agregado lavado posee un porcentaje de finos que pasa la malla N°200 de 0% menor al máximo admisible de 5%. Los valores de las propiedades van variando respecto a las condiciones de finos; mientras se aumenta el porcentaje de finos que incorporamos disminuye el Módulo de Finura, mientras que aumenta en el Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado.

3.7.2.1. Análisis de los resultados obtenidos en el ensayo de análisis granulométrico.

La tabla N° 03 muestra los resultados del módulo de finura del agregado fino según el porcentaje de material más fino que la malla N°200, donde se obtuvo un valor de 3.08 para la muestra lavada y las muestras con 2%, 4%, 6%, 8% y 10% tuvieron valores promedios de: 3.05, 3.02, 2.98, 2.94 y 2.90 respectivamente; valores que cumplen con los límites establecidos en la norma para módulo de finura, sin embargo, para las adiciones de 6% ,8% y 10% de material menor a 75 micrómetros, no cumple con el valor máximo establecido para sustancias perjudiciales en el concreto según la (ASTM C33 / C33M – 18, 2018). En el capítulo anterior se demostró la existencia de una correlación negativa fuerte entre el módulo de finura y el

porcentaje de finos; es decir, una relación inversa proporcional, si uno aumenta en consecuencia el otro disminuye.

3.7.2.2. Análisis de los resultados obtenidos en el ensayo peso unitario suelto.

La Tabla 07 muestra los resultados del peso unitario suelto del agregado fino para cada porcentaje de material más fino que la malla N°200, donde se obtuvo un valor de 1578.49 kg/m³ para la muestra lavada y las muestras con 2%, 4%, 6%, 8% y 10% tuvieron valores promedios de: 1610.68 kg/m³, 1639.33 kg/m³, 1665.31 kg/m³, 1695.14 kg/m³ y 1721.79 kg/m³ respectivamente; en el capítulo anterior se demostró la existencia de una correlación positiva fuerte entre el peso unitario suelto y el porcentaje de finos, es decir, si uno aumenta por consecuencia el otro también aumenta.

3.7.2.3. Análisis de los resultados obtenidos en el peso unitario compactado.

La Tabla N° 10 muestra los resultados del peso unitario compactada del agregado fino para cada porcentaje de material más fino que la malla N°200, donde se obtuvo un valor de 1685.54 kg/m³ para la muestra lavada y las muestras con 2%, 4%, 6%, 8% y 10% tuvieron valores promedios de: 1720.06 kg/m³, 1754.24 kg/m³, 1778.13 kg/m³, 1808.42 kg/m³ y 1837.23 kg/m³ respectivamente; En el capítulo anterior se demostró la existencia de una correlación positiva fuerte entre el peso unitario compactado y el porcentaje de finos, es decir, si uno aumenta por consecuencia el otro también aumenta.

3.7.2.4. Análisis de los resultados obtenidos en el ensayo de peso específico.

La tabla N°13 muestra los resultados del peso específico del agregado fino para cada porcentaje de material más fino que la malla N°200, donde se obtuvo un valor de 2501.70 kg/m³ para la muestra lavada y las muestras con 2%, 4%, 6%, 8% y 10% tuvieron valores promedios de: 2520.22 kg/m³, 2540.19 kg/m³, 2561.19 kg/m³, 2585.94 kg/m³ y 2606.67 kg/m³ respectivamente; En el capítulo anterior se demostró la existencia de una correlación positiva fuerte entre el peso unitario compactado y el porcentaje de finos, es decir, si uno aumenta por consecuencia el otro también aumenta.

3.8. Análisis de los resultados obtenidos del ensayo a resistencia a compresión.

De la tabla N° 16 podemos concluir que el porcentaje de material más fino que la malla N°200 aporta trabajabilidad al concreto en estado fresco variando su slump de 3” en el diseño con 0% de finos hasta las 4” en el diseño con 10% de finos, siendo todos de consistencia plástica.

La tabla N° 21 muestra los valores promedio de la resistencia a compresión de los especímenes cilíndricos de concreto para cada diseño a diferentes edades, con su respectivo porcentaje de resistencia obtenida respecto a la resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se observa que, a los 7 días el diseño con 0% de finos obtiene una resistencia de 191.72 kg/cm^2 equivalente a un 91.29% de la resistencia de diseño, y las muestras con 2%, 4%, 6%, 8% y 10% tuvieron valores promedios de: 164.71 kg/cm^2 , 163.02 kg/cm^2 , 161.27 kg/cm^2 , 155.64 kg/cm^2 y 149.78 kg/cm^2 respectivamente teniendo una disminución de 41.94 kg/cm^2 entre la resistencia máxima con 0% de finos y la resistencia mínima con 10% de finos. A los 14 días, se observa que el diseño con 0% de finos supera la resistencia de diseño mientras que los restantes oscilan entre 79.56% y 93.26% disminuyendo paulatinamente con cada aumento del porcentaje de finos. A los 28 días, el diseño con 0% de finos supera la resistencia de diseño 277.04 kg/cm^2 (131.92%), sin embargo, existe una disminución bastante considerable para el diseño con 2% que alcanza 232.48 kg/cm^2 (110.71%); los diseños de 0%, 2%, 4% y 6% superan la resistencia de diseño, mientras que los diseños 8% y 10% la resistencia obtenidas no alcanza a la de diseño. En la tabla N° 21 se observa la disminución porcentual respecto al diseño sin material menor a $75\mu\text{m}$ disminuyendo hasta un 29.31% para el diseño con 10% de finos.

En la figura N° 08, se observa el comportamiento de la resistencia a compresión de los diferentes diseños a las tres edades estudiadas, en la que es evidente que el diseño con 0% de finos presenta valores mayores superando inclusive la resistencia de diseño a los 14 días; el diseño con 10% de finos presenta los valores más bajos respecto a resistencia.

3.9. Discusión de resultados contrastados con las hipótesis

Por los datos expuestos en la tabla N° 19 se corrobora la existencia de una correlación negativa fuerte entre las variables, en la figura N° 07 se plantean 5 ecuaciones para representar gráficamente la correlación siendo dos de ellas funciones polinómicas de grado 3 y 4 por lo anterior se valida la hipótesis principal.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Se llegaron a las siguientes conclusiones.

- La ecuación de la curva que mejor define la correlación entre la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm² y el porcentaje de material menor 75 micrómetros del agregado fino $F'c = -254,249.801(\%_f)^3 + 44,230.679(\%_f)^2 - 2,689.639(\%_f) + 275.485$ una ecuación polinómica de tercer grado que tiene mayor precisión matemática pues cuenta con un $R^2 = 0.984$. y menor número de puntos de inflexión.

- La resistencia a compresión del concreto para 0%, 02%, 04%, 06%, 08% y 10% es de 277.04 kg/cm², 232.48 kg/cm², 226.36 kg/cm², 220.24 kg/cm², 209.42 kg/cm² y 195.91 kg/cm² respectivamente; graficando en la figura N° 07 el porcentaje de material menor a 75 micrómetros versus la resistencia a compresión del concreto, indicando las líneas de tendencia para graficar y proyectar la correlación.

- Se graficaron los resultados de las características físicas del agregado fino por cada variación de material más fino que 75 µm proponiéndose las siguientes ecuaciones, para el módulo de finura con un 99.5% de precisión: $mf = -1.8752\%_f + 3.0883$, para el peso unitario suelto con un 99.8% de precisión: $P.U.S = 1422.7\%_f + 1580.7$, para el peso unitario compactado con un 99.7% de precisión: $P.U.C = 1496.3\%_f + 1689.1$ y para el peso específico con un 99.8% de precisión: $\gamma = 1061.4\%_f + 2499.6$.

5.3. Recomendaciones.

Se recomienda:

- Realizar un análisis de las variables presentadas en esta investigación, discerniendo entre los finos producto de la trituración de rocas y los finos de limos y arcillas.
- Realizar un estudio de las características físicas y mecánicas presentadas en esta investigación para otras resistencias diferentes a las de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Continuar la investigación presentada para muestras de agregado fino con porcentajes de material menor a $75 \mu\text{m}$ mayores al 10%. Puesto que, existen canteras con estas condiciones y la ecuación planteada no es extrapolable por tener tres puntos de inflexión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Risco, A. (21 de 04 de 2020). *Clasificación de las investigaciones*. Lima: Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe>
- ASTM C -117-17. (2017). *Método de prueba estándar para materiales mas finos que 75 μm (tamiz N°200) en agregados minerales mediante lavado*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM C 143/143M - 15a:16. (2016). *Método de ensayo estándar para revenimiento del concreto de cemento hidráulico*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM Internacional.
- ASTM C128-22. (2023). *Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM C33 / C33M – 18. (2018). *Especificación estándar para agregados de concreto*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM C39 / C39M – 20. (2020). *Prueba estándar para la resistencia a compresión de probetas colindricas de concreto*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- Burga Arango, W. M. (2022). *Influencia de la superficie específica de los agregados; de río y de cerro, en la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en Cajamarca*. Cajamarca.
- Lezama Leiva, J. (2013). *Notas de Tecnología de Concreto*. Cajamarca.
- Meléndez, A. (2016). *Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso fino) para un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Huaraz-2016*. Perú: Universidad San Pedro Huaraz.
- Niño Hernández, J. R. (2014). *Tecnología del concreto Tomo 1: Materiales, propiedades y diseño de mezclas*. (3.ª ed.). Bogotá, Colombia: Asocreto.
- NTP - 339.047:23. (2023). *CONCRETO. Definiciones y terminología relativa al concreto y agregados*. 5º Edición. Lima.
- NTP - 339.088:19. (2019). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland*. Lima, Perú.

- NTP 400.022:18. (2018). *Método de ensayo normalizado para la densidad y densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú.
- Pacsi Catacora, R. A. (2018). Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante del tamiz N° 200 (ASTM), elaborados en la ciudad de Puno. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Palomino Silva, J., Hennings Otoyá, J., & Echevarría Alvarado, V. R. (2017). ANÁLISIS MACROECONÓMICO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ. *Quipukamayoc*, 25(47), 95–101. doi:<https://doi.org/10.15381/quipu.v25i47.13807>
- Rivva Lopez, E. (2004). *Naturaleza y Materiales del concreto* (3.ª ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rivva Lopez, E. (2015). *Diseño de Mezclas* (3.ª ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Sanchez de Guzman, D. (2016). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO* (5º ed.). Santa Fe de Bogota, Colombia: Bhandar Editores LTDA.
- Tejada Arias, L. M. (2013). Estudio de la influencia de materiales muy finos de los agregados en la resistencia a compresión del concreto. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/404>

ANEXOS

ANEXO N° 01. Formatos para propiedades de agregados

A. Agregado fino

1. Material pasante a la malla N° 200

MATERIAL PASANTE A LA MALLA N° 200 - FORMATO N°01 A.S.T.M.c-117

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Agregado Fino Procesado

FECHA: 24/09/2022

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON (m%) DE FINOS

DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
PESO DE MUESTRA DESEADA (a)	a1	a2	a3	a4
PESO DE MUESTRA LAVADA (b = (100-m)*a/100)	(100-m)*a1/100	(100-m)*a2/100	(100-m)*a3/100	(100-m)*a4/100
PESO DE MATERIAL PASANTE A MALLA 200 (c=a-b)	m*a1/100	m*a2/100	m*a3/100	m*a4/100

2. Análisis granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO – FORMATO 2 NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

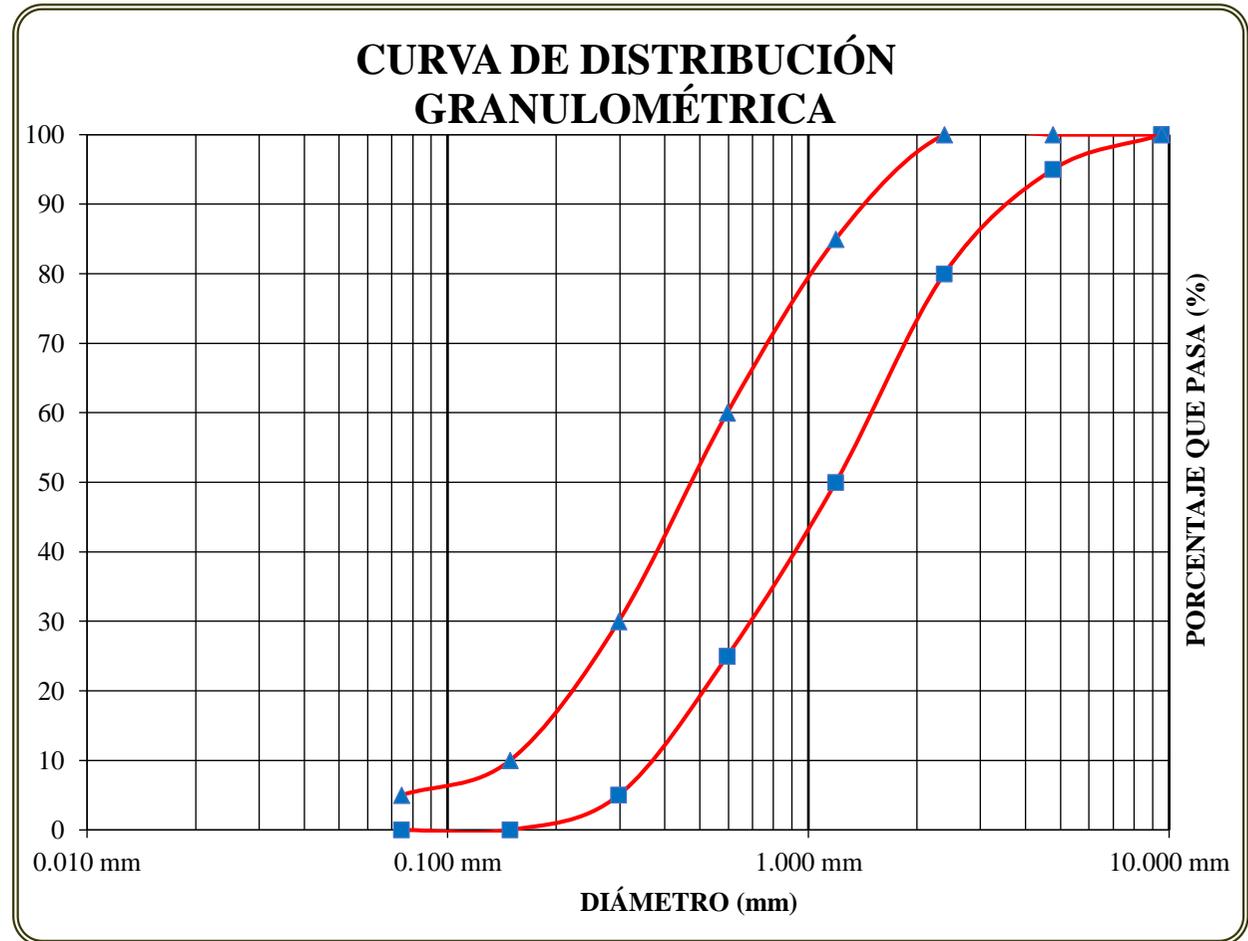
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON __% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	0%	PESO MUESTRA TOTAL :	1500 g
PESO DE FINOS :	0 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100.00	100.00
N° 4	4.763 mm	95.00	100.00
N° 8	2.381 mm	80.00	100.00
N° 16	1.191 mm	50.00	85.00
N° 30	0.595 mm	25.00	60.00
N° 50	0.298 mm	5.00	30.00
N° 100	0.149 mm	0.00	10.00
N° 200	0.074 mm	0.00	5.00

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET. (a)	% RET. PARCIAL (b)=100*(a)/1500 %	% RET. ACUM. (c)	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	(a1)	(b1)	(c1) = (b1)	100% - (c1)
N° 4	4.763 mm	(a2)	(b2)	(c2) = (b2)+(b1)	100% - (c2)
N° 8	2.381 mm	(a3)	(b3)	(c3) = (b2)+(b1)	100% - (c3)
N° 16	1.191 mm	(a4)	(b4)	(c4) = (b2)+(b1)	100% - (c4)
N° 30	0.595 mm	(a5)	(b5)	(c5) = (b2)+(b1)	100% - (c5)
N° 50	0.298 mm	(a6)	(b6)	(c6) = (b2)+(b1)	100% - (c6)
N° 100	0.149 mm	(a7)	(b7)	(c7) = (b2)+(b1)	100% - (c7)
N° 200	0.074 mm	(a8)	(b8)	(c8) = (b2)+(b1)	100% - (c8)
CAZOLETA		(a9)	(b9)	(c9) = (b2)+(b1)	100% - (c9)

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100} = \frac{\sum_{i=1}^{i=7} c_i}{100}$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Fineza



3. Peso específico y absorción.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN – FORMATO 3
NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 0% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	(a) %	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	(a) * 5 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola: (b)	(b1)	(b1)	(b1)	(b1)
Volumen de la fiola: (500 ml)	500 ml	500 ml	500 ml	500 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco: (c)	(c1)	(c1)	(c1)	(c1)
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra: (d)	(d1)	(d2)	(d3)	(d4)
Peso de muestra superficialmente seca: (500 g)	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno: (e)	(e1)	(e2)	(e3)	(e4)
Volumen de agua añadida: (f) = (d) - (b) - (500 g)	(f1)	(f2)	(f3)	(f4)
PESO ESPECÍFICO DE MASA(kg/m³): (g) = 1000*(e)/(500-(f))	(g1)	(g1)	(g3)	(g4)
	Promedio[(g1);(g2);(g3);(g4)]			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIE SECA(kg/m³): (h) = 1000*(500)/(500-(f))	(h1)	(h2)	(h3)	(h4)
	Promedio[(h1);(h2);(h3);(h4)]			
PESO ESPECÍFICO APARENTE(kg/m³): (i) = 1000*(e)/[(500-(f))-(500-(e))]	(i1)	(i2)	(i3)	(i4)
	Promedio[(i1) ;(i2) ;(i3) ;(i4)]			
ABSORCIÓN: (j) = (500-(e))/(e)	(j1)	(j2)	(j3)	(j4)
	Promedio[(j1);(j2);(j3);(j4)]			

4. Peso unitario suelto y peso unitario compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO – FORMATO 4
NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA

Peso de la fiola seca:	(a)
Peso de fiola más agua:	(b)
Volumen de fiola:	500.00
Peso específico del agua:	$1000*((b)-(a))/500$

B. CALCULO DEL: factor f

Peso del molde seco:	(d)
Peso del molde más agua:	(e)
Volumen del molde:	$(f) = ((e)-(d))/(c)$
Factor f:	$(g) = (f)/(c)$

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	(h)	(h)	(h)	(h)
Peso del recipiente más muestra suelta:	(i1)	(i2)	(i3)	(i4)
Peso de muestra suelta	$(j1) = (i1) - (h)$	$(j2) = (i2) - (h)$	$(j3) = (i3) - (h)$	$(j4) = (i4) - (h)$
Factor f	(g)	(g)	(g)	(g)
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	$(k1)=(j1)*(g)/1000$	$(k2)=(j2)*(g)/1000$	$(k3)=(j3)*(g)/1000$	$(k4)=(j4)*(g)/1000$
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	promedio(h1,h2,h3,h4)			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	(h)	(h)	(h)	(h)
Peso del recipiente más muestra compactada:	(l1)	(l2)	(l3)	(l4)
Peso de muestra compactada:	$(m1) = (l1) - (h)$	$(m2) = (l2) - (h)$	$(m3) = (l3) - (h)$	$(m4) = (l4) - (h)$
Factor f	(g)	(g)	(g)	(g)
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	$(n1)=(m1)*(g)/1000$	$(n2)=(m2)*(g)/1000$	$(n3)=(m3)*(g)/1000$	$(n4)=(m4)*(g)/1000$
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	promedio(n1,n2,n3,n4)			

B. Resultados del concreto

1. Resultados de resistencia de concreto a compresión.

TESIS:

"CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO"

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	37	38	39
CÓDIGO	0% 28 días Muestra 07	0% 28 días Muestra 08	0% 28 días Muestra 09
FECHA DE VACIADO (a)	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

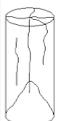
DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO (b)	(b1)	(b2)	(b3)
PESO (g) (c)	(c1)	(c2)	(c3)
DIÁMETRO (cm) (d)	(d1)	(d2)	(d3)
ALTURA (cm) (e)	(e1)	(e2)	(e3)
TIPO DE FRACTURA (f)	(f1)	(f2)	(f3)

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días) (g) = (b) - (a)	(g1)	(g2)	(g3)
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²) (h) = $\pi * (d)^2 / 4$	(h1)	(h2)	(h3)
VOLUMEN (cm ³) (i) = (h) * (e)	(i1)	(i2)	(i3)
ESBELTEZ (j) = (e) / (d)	(j1)	(j2)	(j3)
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (k) = (c) / (i)	(k1)	(k2)	(k3)
CARGA MÁXIMA (kN) (l)	(l1)	(l2)	(l3)
CARGA MÁXIMA (kg) (m) = 101.9716 * (l)	(m1)	(m2)	(m3)
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (n) = (l) / (m)	(n1)	(n2)	(n3)
PORCENTAJE OBTENIDO (%) (o) = (n) / (210) %	(o1)	(o2)	(o3)

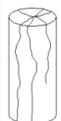
PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA



Tipo 1:
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre las capas.



Tipo 2:
Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

ANEXO N° 02. Propiedades físicas de agregados

A. Agregado grueso

1. Peso específico

<p>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29</p>

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

<p>CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL</p>

Descripción	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	2742.70 g	2743.20 g	2742.50 g	2742.80 g
Peso de canastilla sumergida	875.00 g	875.00 g	875.00 g	875.00 g
Peso de la muestra superficialmente Seca	3000.00 g	3000.00 g	3000.00 g	3000.00 g
Peso de la muestra secada al horno	2966.80 g	2966.30 g	2966.70 g	2966.60 g
Peso de la muestra sumergida en el agua	1867.70 g	1868.20 g	1867.50 g	1867.80 g
Peso Específico de Masa	2.620 g/cm³	2.621 g/cm³	2.620 g/cm³	2.620 g/cm³
	2.620 g/cm³			
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	2.649 g/cm³	2.651 g/cm³	2.649 g/cm³	2.650 g/cm³
	2.650 g/cm³			
Peso Específico de Aparente	2.699 g/cm³	2.701 g/cm³	2.699 g/cm³	2.700 g/cm³
	2.700 g/cm³			

2. Peso unitario suelto y peso unitario compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA	B. CALCULO DEL: factor f
Peso de la fiola seca: 0.192 kg	Peso del molde seco: 4.230 kg
Peso de fiola más agua: 0.691 kg	Peso del molde más agua: 13.630 kg
Volumen de fiola: 0.001 m ³	Volumen del molde: 0.009 m ³
Peso específico del agua: 997.0 kg/m³	Factor f: 106.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	4.230 kg	4.230 kg	4.230 kg	4.230 kg
Peso del recipiente más muestra suelta:	17.980 kg	17.900 kg	17.920 kg	17.960 kg
Peso de muestra suelta	13.750 kg	13.670 kg	13.690 kg	13.730 kg
Factor f	106.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1458.4 kg/m³	1449.9 kg/m³	1452.0 kg/m³	1456.3 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1454.1 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	4.230 kg	4.230 kg	4.230 kg	4.230 kg
Peso del recipiente más muestra compactada:	19.020 kg	19.040 kg	19.030 kg	19.040 kg
Peso de muestra compactada:	14.790 kg	14.810 kg	14.800 kg	14.810 kg
Factor f	106.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1568.7 kg/m³	1570.8 kg/m³	1569.7 kg/m³	1570.8 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1570.0 kg/m³			

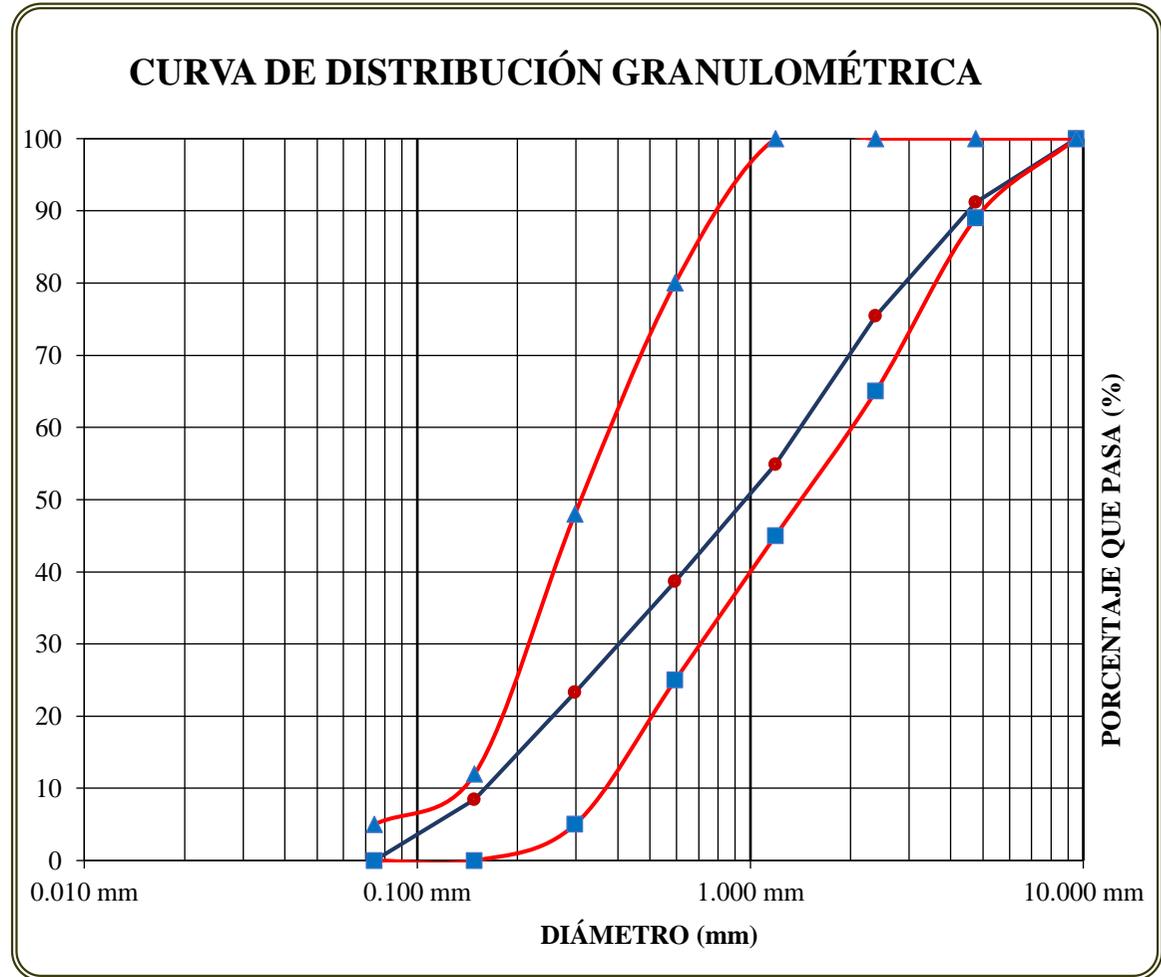
3. Análisis granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29

USO GRANULIMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.			
TAMIZ		AGREGADO GRUESO ÓPTIMO	
N°	Abertura	Porcentaje que pasa	
3"	76.200 mm	100.00 %	100.00 %
2 ½"	63.500 mm	100.00 %	100.00 %
2"	50.800 mm	100.00 %	100.00 %
1 ½"	38.100 mm	100.00 %	100.00 %
1"	25.400 mm	100.00 %	100.00 %
¾"	19.050 mm	90.00 %	100.00 %
½"	12.700 mm	45.00 %	70.00 %
3/8	9.525 mm	20.00 %	55.00 %
N° 4	4.763 mm	0.00 %	10.00 %
N° 8	2.381 mm	0.00 %	5.00 %
N° 16	1.191 mm	0.00 %	0.00 %
N° 30	0.595 mm	0.00 %	0.00 %
N° 50	0.298 mm	0.00 %	0.00 %
N° 100	0.149 mm	0.00 %	0.00 %
N° 200	0.074 mm	0.00 %	0.00 %
N° 200	0.037 mm	0.00 %	0.00 %
Cazoleta	--	0.00 %	0.00 %

Peso Seco Inicial =				8000.00 g	
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00 g	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00 g	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00 g	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00 g	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00 g	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	742.00 g	9.28	9.28	90.73
½"	12.70	2713.00 g	33.91	43.19	56.81
3/8"	9.53	2643.00 g	33.04	76.23	23.78
N°4	4.75	1902.00 g	23.78	100.00	0.00
N°8	3.36	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 16	1.18	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 30	0.60	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 50	0.30	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 100	0.15	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 200	0.075	0.00 g	0.00	100.00	0.00
Cazoleta	--	0.00 g	0.00	100.00	0.00
TOTAL		8000.00 g			
MÓDULO DE FINURA =				6.855	

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Fineza



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f	
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6557 g	6559 g	6555 g	6558 g
Peso de muestra suelta	4560 g	4562 g	4558 g	4561 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1578.4 kg/m³	1579.1 kg/m³	1577.7 kg/m³	1578.8 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1578.5 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	6865 g	6895 g	6849 g	6857 g
Peso de muestra compactada:	4868 g	4898 g	4852 g	4860 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1685.0 kg/m³	1695.4 kg/m³	1679.5 kg/m³	1682.2 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1685.5 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 0% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	0%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	0 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	996.38 g	996.33 g	996.31 g	996.39 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	490.25 g	489.78 g	490.16 g	490.02 g
Volumen de agua añadida:	304.14 g	304.09 g	304.07 g	304.15 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2503.06 kg/m ³	2500.03 kg/m ³	2501.71 kg/m ³	2502.02 kg/m ³
	2501.70 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2552.84 kg/m ³	2552.19 kg/m ³	2551.93 kg/m ³	2552.97 kg/m ³
	2552.49 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2634.19 kg/m ³	2637.62 kg/m ³	2633.99 kg/m ³	2636.36 kg/m ³
	2635.54 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.99%	2.09%	2.01%	2.04%
	2.03%			

C. Agregado fino con 2% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29**

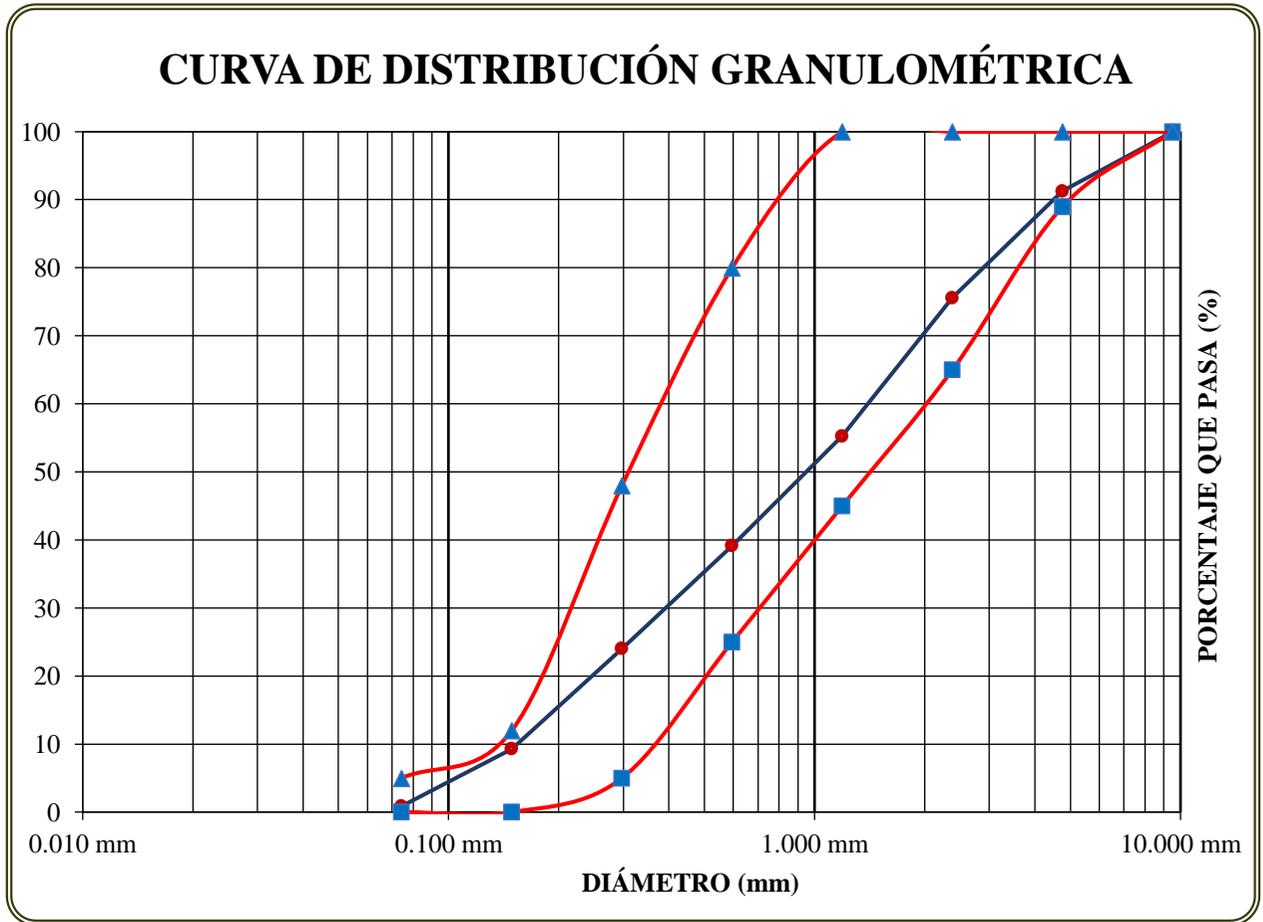
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 2% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	2%	PESO MUESTRA TOTAL :	1500 g
PESO DE FINOS :	30.61 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	131.00	8.73	8.73	91.27
N° 8	2.381 mm	235.00	15.67	24.40	75.60
N° 16	1.191 mm	305.00	20.33	44.73	55.27
N° 30	0.595 mm	242.00	16.13	60.87	39.13
N° 50	0.298 mm	227.00	15.13	76.00	24.00
N° 100	0.149 mm	221.00	14.73	90.73	9.27
N° 200	0.074 mm	126.00	8.40	99.13	0.87
CAZOLETA		13.00 g	0.87	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(\geq 3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100} = 3.05$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Fineza



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f	
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6650 g	6652 g	6648 g	6651 g
Peso de muestra suelta	4653 g	4655 g	4651 g	4654 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1610.6 kg/m³	1611.3 kg/m³	1609.9 kg/m³	1610.9 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1610.7 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	6965 g	6995 g	6948 g	6957 g
Peso de muestra compactada:	4968 g	4998 g	4951 g	4960 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1719.6 kg/m³	1730.0 kg/m³	1713.7 kg/m³	1716.9 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1720.1 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 2% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	2%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	10 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	997.39 g	997.42 g	997.41 g	997.38 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	491.09 g	491.03 g	491.07 g	490.97 g
Volumen de agua añadida:	305.15 g	305.18 g	305.17 g	305.14 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2520.35 kg/m ³	2520.43 kg/m ³	2520.51 kg/m ³	2519.60 kg/m ³
	2520.22 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2566.08 kg/m ³	2566.47 kg/m ³	2566.34 kg/m ³	2565.94 kg/m ³
	2566.21 kg/m³			
PESO ESPECIFÍCO APARENTE:	2641.12 kg/m ³	2642.08 kg/m ³	2641.58 kg/m ³	2642.04 kg/m ³
	2641.70 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.81%	1.83%	1.82%	1.84%
	1.82%			

D. Agregado fino con 4% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29**

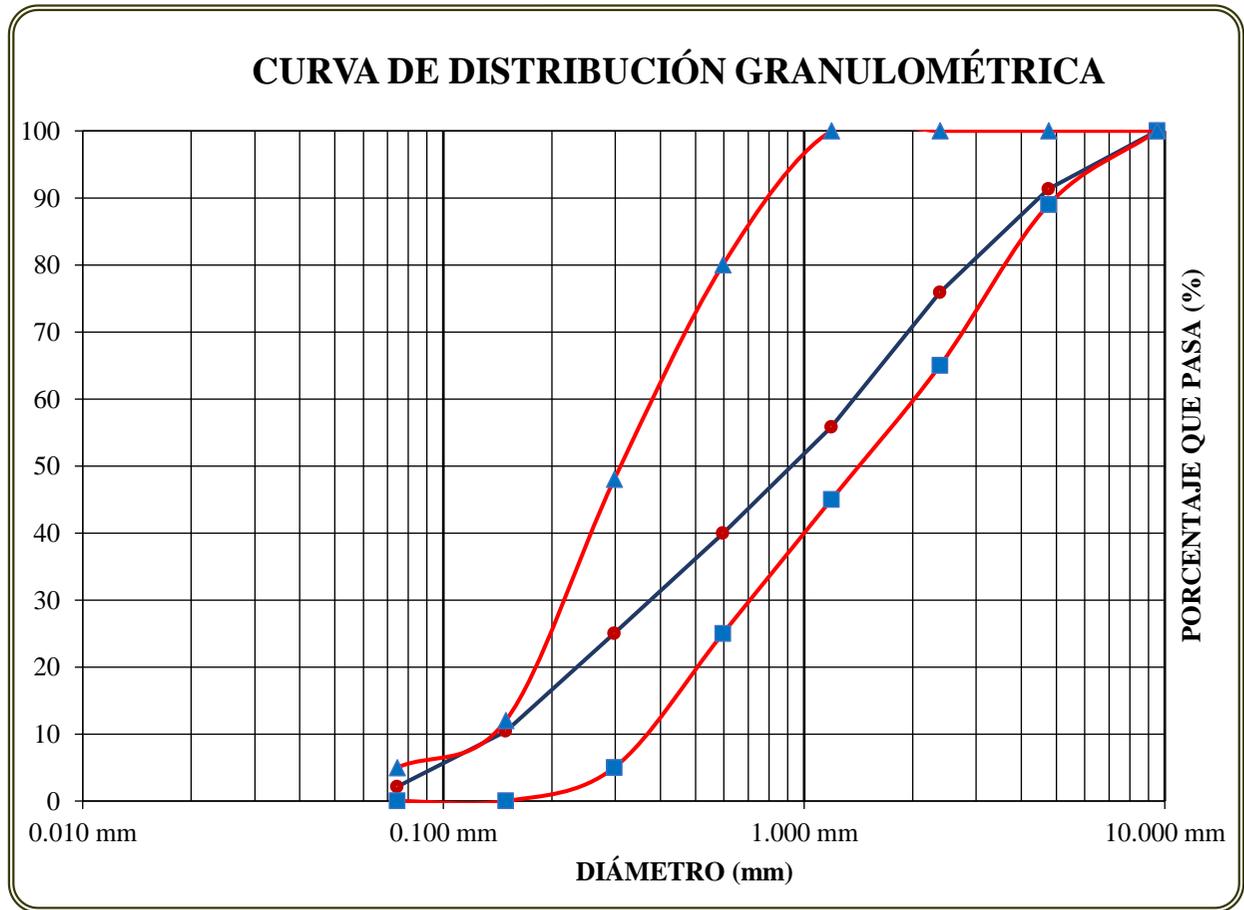
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 4% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	4%	PESO MUESTRA TOTAL : 1500 g	
PESO DE FINOS :	62.50 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	130.00	8.67	8.67	91.33
N° 8	2.381 mm	232.00	15.47	24.13	75.87
N° 16	1.191 mm	301.00	20.07	44.20	55.80
N° 30	0.595 mm	238.00	15.87	60.07	39.93
N° 50	0.298 mm	224.00	14.93	75.00	25.00
N° 100	0.149 mm	219.00	14.60	89.60	10.40
N° 200	0.074 mm	124.00	8.27	97.87	2.13
CAZOLETA		32.00 g	2.13	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100} = 3.02$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Finura



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO				
GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29				
A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA			B. CALCULO DEL: factor f	
Peso de la fiola seca:	192.01 g		Peso del molde seco:	1997 g
Peso de fiola más agua:	690.19 g		Peso del molde más agua:	4865 g
Volumen de fiola:	500 cm ³		Volumen del molde:	2.878 kg
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³		Factor f:	346.1 (1/m³)
C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6735 g	6738 g	6730 g	6729 g
Peso de muestra suelta	4738 g	4741 g	4733 g	4732 g
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1640.0 kg/m³	1641.1 kg/m³	1638.3 kg/m³	1637.9 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:		1639.3 kg/m³		
D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	7064 g	7094 g	7047 g	7055 g
Peso de muestra compactada:	5067 g	5097 g	5050 g	5058 g
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1753.9 kg/m³	1764.3 kg/m³	1748.0 kg/m³	1750.8 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:		1754.2 kg/m³		

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 2% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	4%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	20 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	998.31 g	998.38 g	998.33 g	998.34 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	492.59 g	492.52 g	492.55 g	492.51 g
Volumen de agua añadida:	306.07 g	306.14 g	306.09 g	306.10 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2540.04 kg/m ³	2540.60 kg/m ³	2540.10 kg/m ³	2540.02 kg/m ³
	2540.19 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2578.25 kg/m ³	2579.18 kg/m ³	2578.52 kg/m ³	2578.65 kg/m ³
	2578.65 kg/m³			
PESO ESPECIFÍCO APARENTE:	2640.95 kg/m ³	2642.56 kg/m ³	2641.59 kg/m ³	2642.08 kg/m ³
	2641.79 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.50%	1.52%	1.51%	1.52%
	1.51%			

E. Agregado fino con 6% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29**

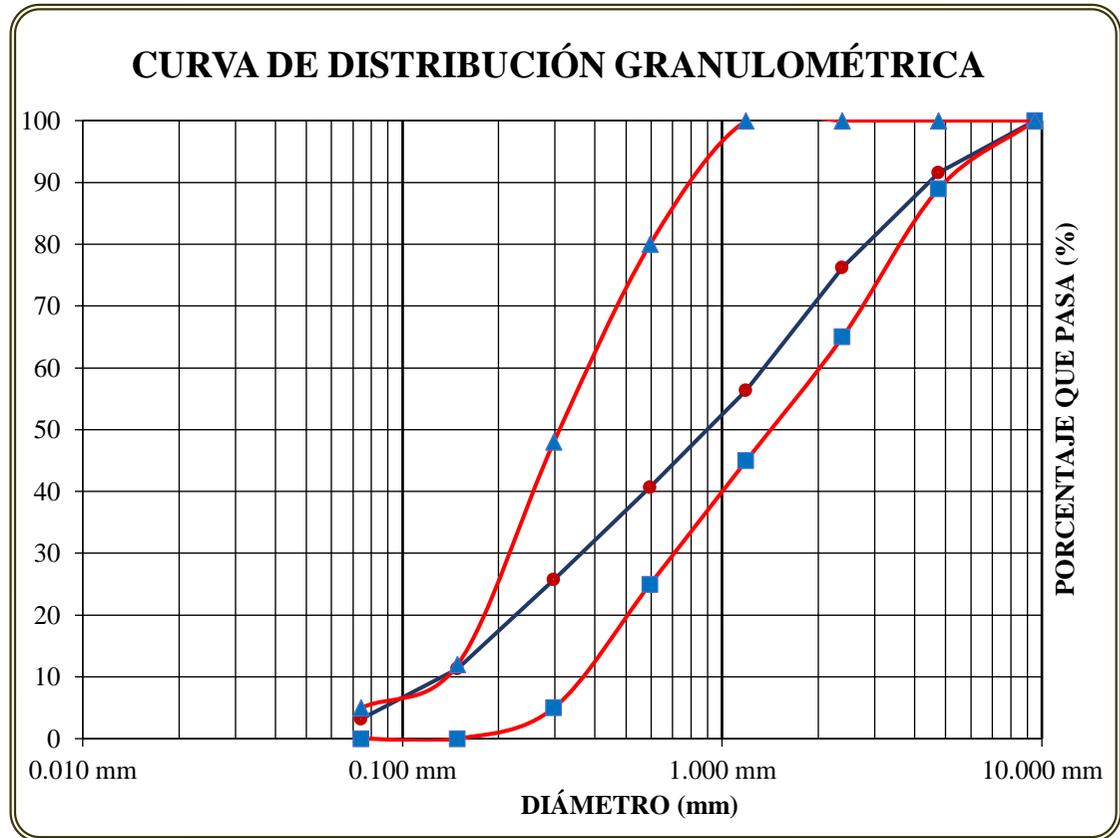
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 6% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	6%	PESO MUESTRA TOTAL : 1500 g	
PESO DE FINOS :	95.74 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	126.00	8.40	8.40	91.60
N° 8	2.381 mm	230.00	15.33	23.73	76.27
N° 16	1.191 mm	298.00	19.87	43.60	56.40
N° 30	0.595 mm	236.00	15.73	59.33	40.67
N° 50	0.298 mm	224.00	14.93	74.27	25.73
N° 100	0.149 mm	216.00	14.40	88.67	11.33
N° 200	0.074 mm	122.00	8.13	96.80	3.20
CAZOLETA		48.00 g	3.20	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{74} = 2.98$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Finura



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f	
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6808 g	6810 g	6806 g	6809 g
Peso de muestra suelta	4811 g	4813 g	4809 g	4812 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1665.2 kg/m³	1665.9 kg/m³	1664.5 kg/m³	1665.6 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1665.3 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	7133 g	7164 g	7115 g	7124 g
Peso de muestra compactada:	5136 g	5167 g	5118 g	5127 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1777.8 kg/m³	1788.5 kg/m³	1771.6 kg/m³	1774.7 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1778.1 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 2% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	6%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	30 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	999.56 g	999.61 g	999.63 g	999.58 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	493.41 g	493.37 g	493.43 g	493.39 g
Volumen de agua añadida:	307.32 g	307.37 g	307.39 g	307.34 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2560.774 kg/m ³	2561.231 kg/m ³	2561.809 kg/m ³	2560.936 kg/m ³
	2561.188 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2594.976 kg/m ³	2595.650 kg/m ³	2595.919 kg/m ³	2595.246 kg/m ³
	2595.448 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2651.459 kg/m ³	2652.527 kg/m ³	2652.279 kg/m ³	2651.922 kg/m ³
	2652.047 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.34%	1.34%	1.33%	1.34%
	1.34%			

F. Agregado fino con 8% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29**

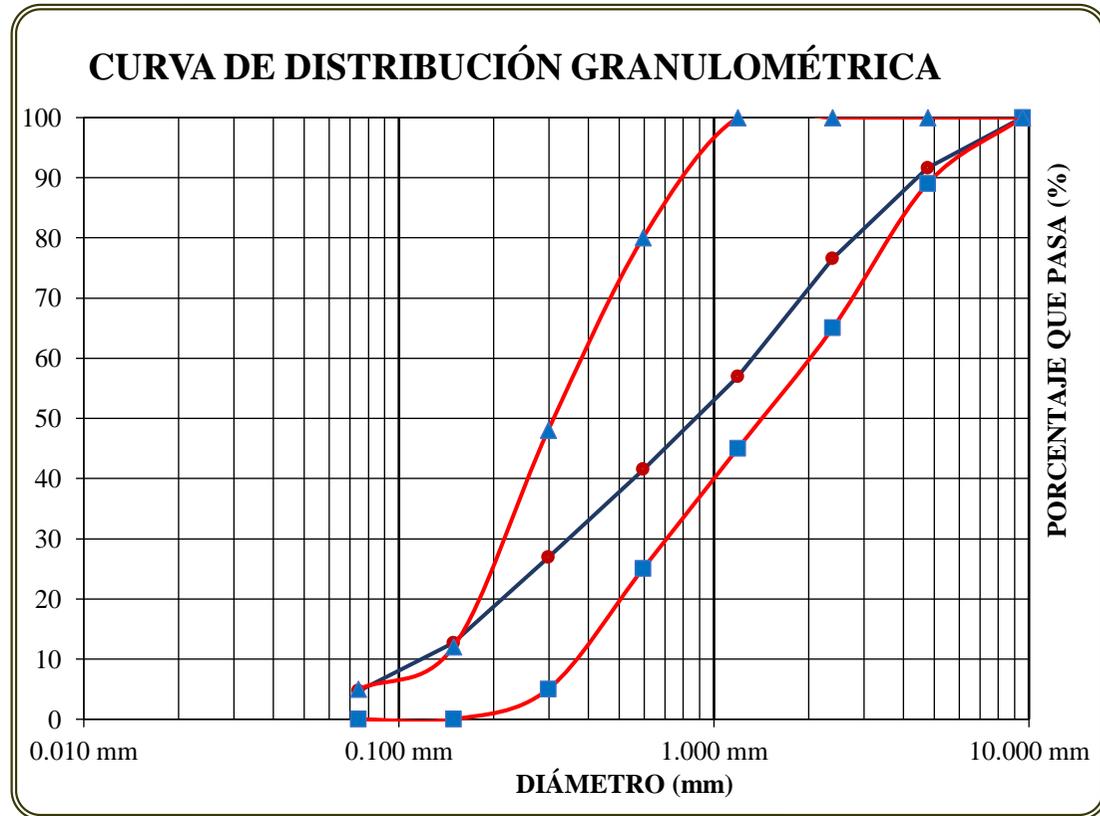
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 8% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	8%	PESO MUESTRA TOTAL : 1500 g	
PESO DE FINOS :	130.43 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	126.00	8.40	8.40	91.60
N° 8	2.381 mm	226.00	15.07	23.47	76.53
N° 16	1.191 mm	294.00	19.60	43.07	56.93
N° 30	0.595 mm	232.00	15.47	58.53	41.47
N° 50	0.298 mm	219.00	14.60	73.13	26.87
N° 100	0.149 mm	213.00	14.20	87.33	12.67
N° 200	0.074 mm	120.00	8.00	95.33	4.67
CAZOLETA		70.00 g	4.67	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{78} = 2.94$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Finura



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f		
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g	
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g	
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg	
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)	
	192.01 g			
C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6894 g	6896 g	6892 g	6895 g
Peso de muestra suelta	4897 g	4899 g	4895 g	4898 g
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1695.1 kg/m³	1695.7 kg/m³	1694.4 kg/m³	1695.4 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1695.1 kg/m³			
D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	7220 g	7252 g	7203 g	7211 g
Peso de muestra compactada:	5223 g	5255 g	5206 g	5214 g
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1807.9 kg/m³	1819.0 kg/m³	1802.0 kg/m³	1804.8 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1808.4 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 8% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	8%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	40 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	1000.96 g	1000.99 g	1000.94 g	1000.95 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	494.61 g	494.63 g	494.67 g	494.65 g
Volumen de agua añadida:	308.72 g	308.75 g	308.70 g	308.71 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2585.79 kg/m ³	2586.30 kg/m ³	2585.83 kg/m ³	2585.86 kg/m ³
	2585.95 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2613.97 kg/m ³	2614.38 kg/m ³	2613.70 kg/m ³	2613.83 kg/m ³
	2613.97 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2660.77 kg/m ³	2661.02 kg/m ³	2659.95 kg/m ³	2660.27 kg/m ³
	2660.50 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.09%	1.09%	1.08%	1.08%
	1.08%			

G. agregado fino con 10% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29**

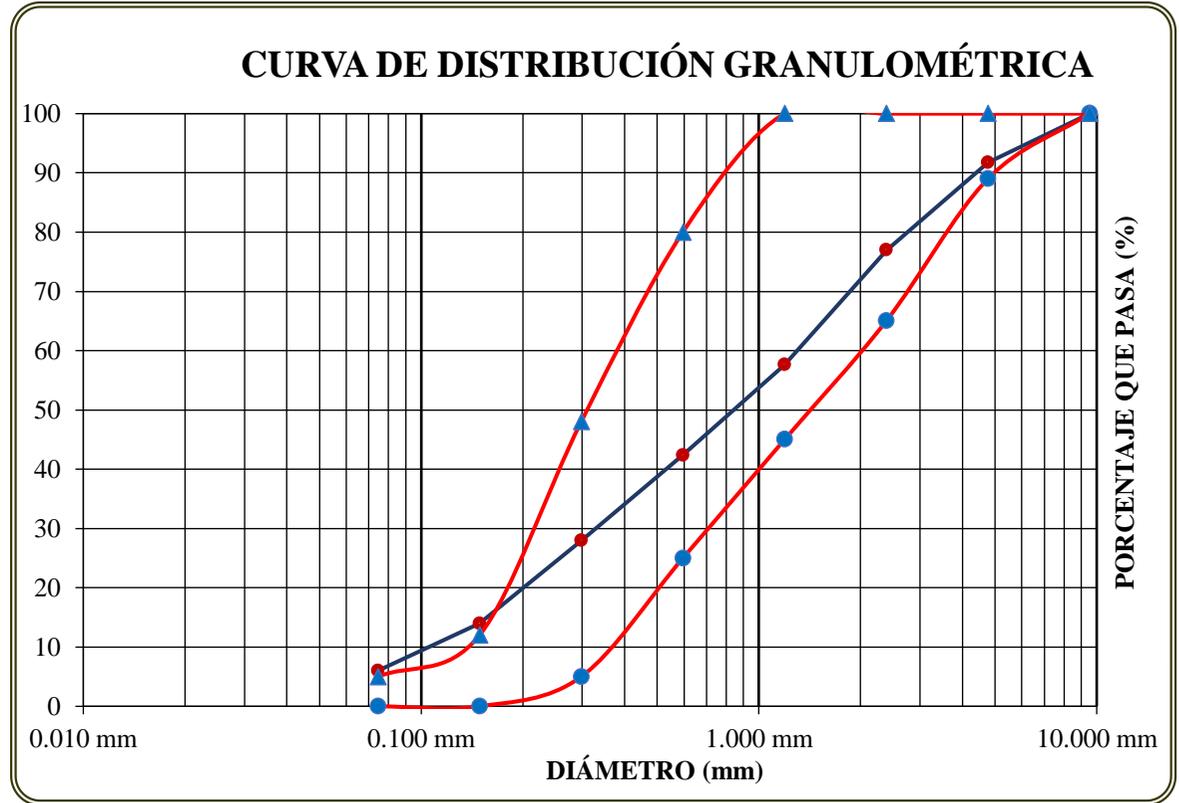
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 10% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	10%	PESO MUESTRA TOTAL : 1500 g	
PESO DE FINOS :	166.67 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	124.00	8.27	8.27	91.73
N° 8	2.381 mm	222.00	14.80	23.07	76.93
N° 16	1.191 mm	290.00	19.33	42.40	57.60
N° 30	0.595 mm	229.00	15.27	57.67	42.33
N° 50	0.298 mm	216.00	14.40	72.07	27.93
N° 100	0.149 mm	210.00	14.00	86.07	13.93
N° 200	0.074 mm	119.00	7.93	94.00	6.00
CAZOLETA		90.00 g	6.00	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{82} = 2.90$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Finura



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f	
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6976 g	6969 g	6972 g	6968 g
Peso de muestra suelta	4979 g	4972 g	4975 g	4971 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1723.4 kg/m³	1721.0 kg/m³	1722.1 kg/m³	1720.7 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1721.8 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	7303 g	7336 g	7285 g	7295 g
Peso de muestra compactada:	5306 g	5339 g	5288 g	5298 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1836.6 kg/m³	1848.0 kg/m³	1830.4 kg/m³	1833.9 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1837.2 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 10% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	10%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	50 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	1002.16 g	1002.15 g	1002.22 g	1002.28 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	495.31 g	495.43 g	495.37 g	495.35 g
Volumen de agua añadida:	309.92 g	309.91 g	309.98 g	310.04 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2605.80 g	2606.29 g	2606.94 g	2607.65 g
	2606.67 g			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2630.47 g	2630.33 g	2631.30 g	2632.13 g
	2631.06 g			
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2671.72 g	2670.49 g	2672.04 g	2673.09 g
	2671.84 g			
ABSORCIÓN:	0.95%	0.92%	0.93%	0.94%
	0.94%			

ANEXO N° 03. Diseños de mezcla

A. Diseño de mezcla con 0% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 00% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.08
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2501.70
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2552.49
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2635.54
Absorción	%	1.10	2.03
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1578.49
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1685.54
Contenido de Humedad	(%)	0.32	4.51
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	0
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	210
Relación Agua/Cemento		0.69
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Cemento:	Bolsas:	6.99
Cemento por m ³ :	m ³	0.09614934

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	52.07
% agregado grueso:	%	47.93

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.30314934
Cemento:	m ³	0.09614934
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.69685066
Agregado fino:	m ³	0.36283569
Agregado grueso:	m ³	0.33401498

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	907.71
Agregado grueso seco:	kg/m ³	875.59
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua efectiva:	l/m ³	189.32
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	948.64
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	878.40
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.20
Agregado grueso:	2.95
Agua (l/bolsa):	27.08

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.90
Agregado grueso:	3.25
Agua (l/bolsa):	27.08

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	5348 gr	10696 gr
Agregado fino:	3.20	17076 gr	34151 gr
Agregado grueso:	2.95	15811 gr	31622 gr
Agua:	27.08	3408 ml	6815 ml

B. Diseño de mezcla con 02% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 02% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.05
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2520.22
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2566.21
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2641.70
Absorción	%	1.1	1.82
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1610.68
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1720.06
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.5
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	2
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	210
Relación Agua/Cemento		0.69
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Cemento:	Bolsas:	6.99
Cemento por m ³ :	m ³	0.09614934

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	51.66
% agregado grueso:	%	48.34

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.30314934
Cemento:	m ³	0.09614934
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.69685066
Agregado fino:	m ³	0.35997195
Agregado grueso:	m ³	0.33687872

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	907.21
Agregado grueso seco:	kg/m ³	883.10
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua efectiva:	l/m ³	205.72
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	929.89
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	885.93
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.15
Agregado grueso:	3.00
Agua (l/bolsa):	29.43

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.85
Agregado grueso:	3.30
Agua (l/bolsa):	29.43

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	5348 gr	10696 gr
Agregado fino:	3.15	16738 gr	33476 gr
Agregado grueso:	3.00	15947 gr	31893 gr
Agua:	29.43	3703 ml	7406 ml

C. Diseño de mezcla con 4% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 04% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.02
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2540.19
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2578.65
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2641.79
Absorción	%	1.1	1.51
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1639.33
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1754.24
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	4
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	210
Relación Agua/Cemento		0.69
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Cemento:	Bolsas:	6.99
Cemento por m ³ :	m ³	0.09614934

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	51.25
% agregado grueso:	%	48.75

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.30314934
Cemento:	m ³	0.09614934
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.69685066
Agregado fino:	m ³	0.35715306
Agregado grueso:	m ³	0.33969760

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	907.24
Agregado grueso seco:	kg/m ³	890.49
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua efectiva:	l/m ³	202.96
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	929.92
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	893.34
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.15
Agregado grueso:	3.00
Agua (l/bolsa):	29.03

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.80
Agregado grueso:	3.30
Agua (l/bolsa):	29.03

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	5348 gr	10696 gr
Agregado fino:	3.15	16739 gr	33477 gr
Agregado grueso:	3.00	16080 gr	32160 gr
Agua:	29.03	3653 ml	7307 ml

D. Diseño de mezcla con 6% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 06% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.851	2.98
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2561.19
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2595.45
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2652.05
Absorción	%	1.1	1.34
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1665.31
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1778.13
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	6
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	210
Relación Agua/Cemento		0.69
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Cemento:	Bolsas:	6.99
Cemento por m ³ :	m ³	0.09614934

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	50.72
% agregado grueso:	%	49.28

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.30314934
Cemento:	m ³	0.09614934
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.69685066
Agregado fino:	m ³	0.35346251
Agregado grueso:	m ³	0.34338815

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	905.28
Agregado grueso seco:	kg/m ³	900.16
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua efectiva:	l/m ³	201.52
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	927.92
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	903.05
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.10
Agregado grueso:	3.05
Agua (l/bolsa):	28.83

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.75
Agregado grueso:	3.35
Agua (l/bolsa):	28.83

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	5348 gr	10696 gr
Agregado fino:	3.10	16703 gr	33405 gr
Agregado grueso:	3.05	16255 gr	32510 gr
Agua:	28.83	3627 ml	7255 ml

E. Diseño de mezcla con 08% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 08% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	2.94
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2585.94
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2613.97
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2613.97
Absorción	%	1.1	1.08
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1695.14
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1808.42
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	8
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	210
Relación Agua/Cemento		0.69
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Cemento:	Bolsas:	6.99
Cemento por m ³ :	m ³	0.09614934

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	50.20
% agregado grueso:	%	49.80

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.30314934
Cemento:	m ³	0.09614934
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.69685066
Agregado fino:	m ³	0.34984745
Agregado grueso:	m ³	0.34700321

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	904.68
Agregado grueso seco:	kg/m ³	909.64
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua efectiva:	l/m ³	199.25
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	927.30
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	912.55
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.10
Agregado grueso:	3.05
Agua (l/bolsa):	28.50

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.70
Agregado grueso:	3.35
Agua (l/bolsa):	28.50

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	5348 gr	10696 gr
Agregado fino:	3.10	16691 gr	33383 gr
Agregado grueso:	3.05	16426 gr	32852 gr
Agua:	29.23	3586 ml	7173 ml

F. Diseño de mezcla con 10% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 08% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	2.90
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2606.67
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2631.06
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2671.84
Absorción	%	1.1	0.94
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1721.79
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1837.23
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	10
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	210
Relación Agua/Cemento		0.69
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Cemento:	Bolsas:	6.99
Cemento por m ³ :	m ³	0.09614934

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	49.70
% agregado grueso:	%	50.30

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.30314934
Cemento:	m ³	0.09614934
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.69685066
Agregado fino:	m ³	0.34630559
Agregado grueso:	m ³	0.35054508

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	902.70
Agregado grueso seco:	kg/m ³	918.93
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	297.10
Agua efectiva:	l/m ³	198.09
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	925.27
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	921.87
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.10
Agregado grueso:	3.10
Agua (l/bolsa):	28.33

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.65
Agregado grueso:	3.40
Agua (l/bolsa):	28.33

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	5348 gr	10696 gr
Agregado fino:	3.10	16543 gr	33086 gr
Agregado grueso:	3.10	16482 gr	32964 gr
Agua:	29.05	3656 ml	7313 ml

ANEXO N° 04. Resistencia a compresión del concreto

A. Resistencia a compresión del concreto con 00% de finos.

1. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 00% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 00% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F'c DISEÑO 210 KG/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
1	0% Muestra 01	15.05 cm	177.89 cm ²	33884.15 kg	190.47 kg/cm ²	90.70%
2	0% Muestra 02	15.05 cm	177.89 cm ²	34716.24 kg	195.15 kg/cm ²	92.93%
3	0% Muestra 03	15.03 cm	177.42 cm ²	33626.16 kg	189.53 kg/cm ²	90.25%
	PROMEDIO	15.04 cm	177.74 cm ²	34075.52 kg	191.72 kg/cm ²	91.29%

2. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 00% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 00% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
19	0% Muestra 04	15.02 cm	177.19 cm ²	39733.24 kg	224.25 kg/cm ²	106.78%
20	0% Muestra 05	15.04 cm	177.66 cm ²	39941.26 kg	224.82 kg/cm ²	107.06%
21	0% Muestra 06	15.07 cm	178.37 cm ²	39439.56 kg	221.11 kg/cm ²	105.29%
	PROMEDIO	15.04 cm	177.74 cm ²	39704.69 kg	223.39 kg/cm ²	106.38%

3. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 00% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 00% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F´c DISEÑO 210 kg/cm²

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f´c OBTENIDO	% del f´c
37	0% Muestra 07	15.00 cm	176.71 cm ²	51542.58 kg	291.67 kg/cm ²	139%
38	0% Muestra 08	15.01 cm	176.95 cm ²	50989.89 kg	288.16 kg/cm ²	137%
39	0% Muestra 09	15.02 cm	177.19 cm ²	49084.04 kg	277.02 kg/cm ²	132%
40	0% Muestra 10	15.17 cm	180.74 cm ²	50957.26 kg	281.93 kg/cm ²	134%
41	0% Muestra 11	15.03 cm	177.42 cm ²	50193.49 kg	282.90 kg/cm ²	135%
42	0% Muestra 12	15.22 cm	181.94 cm ²	51490.57 kg	283.01 kg/cm ²	135%
	PROMEDIO	15.08 cm	178.49 cm ²	50709.64 kg	284.12 kg/cm ²	135%

B. Resistencia a compresión del concreto con 04% de finos.

1. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 02% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”
TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
4	2% Muestra 01	15.15 cm	180.27 cm ²	29836.90 kg	165.52 kg/cm ²	78.82%
5	2% Muestra 02	15.16 cm	180.50 cm ²	29312.76 kg	162.39 kg/cm ²	77.33%
6	2% Muestra 03	15.19 cm	181.22 cm ²	30124.46 kg	166.23 kg/cm ²	79.16%
	PROMEDIO	15.17 cm	180.66 cm ²	29758.04 kg	164.71 kg/cm ²	78.44%

2. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 02% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
22	2% Muestra 04	15.12 cm	179.55 cm ²	34889.59 kg	194.31 kg/cm ²	92.53%
23	2% Muestra 05	15.13 cm	179.79 cm ²	35250.57 kg	196.06 kg/cm ²	93.36%
24	2% Muestra 06	15.15 cm	180.27 cm ²	35538.13 kg	197.14 kg/cm ²	93.88%
	PROMEDIO	15.13 cm	179.87 cm ²	35226.10 kg	195.84 kg/cm ²	93.26%

3. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 02% de finos.

<p>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39</p>

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 28 días.

<p>CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²</p>

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
43	2% Muestra 07	15.13 cm	179.79 cm ²	41690.08 kg	231.88 kg/cm ²	110%
44	2% Muestra 08	15.08 cm	178.60 cm ²	40381.78 kg	226.10 kg/cm ²	108%
45	2% Muestra 09	14.99 cm	176.48 cm ²	42912.72 kg	243.16 kg/cm ²	116%
46	2% Muestra 10	15.03 cm	177.42 cm ²	40694.83 kg	229.37 kg/cm ²	109%
47	2% Muestra 11	15.11 cm	179.32 cm ²	41586.07 kg	231.92 kg/cm ²	110%
48	2% Muestra 12	15.07 cm	178.37 cm ²	41460.64 kg	232.44 kg/cm ²	111%
	PROMEDIO	15.07 cm	178.32 cm ²	41453.10 kg	232.48 kg/cm²	111%

C. Resistencia a compresión del concreto con 04% de finos.

1. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 04% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”
TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
7	4% Muestra 01	15.10 cm	179.08 cm ²	29085.37 kg	162.42 kg/cm ²	77.34%
8	4% Muestra 02	15.05 cm	177.89 cm ²	28904.88 kg	162.48 kg/cm ²	77.37%
9	4% Muestra 03	15.08 cm	178.60 cm ²	29320.92 kg	164.17 kg/cm ²	78.17%
	PROMEDIO	15.08 cm	178.53 cm ²	29103.72 kg	163.02 kg/cm ²	77.63%

2. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 04% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
25	4% Muestra 04	15.07 cm	178.37 cm ²	33592.51 kg	188.33 kg/cm ²	89.68%
26	4% Muestra 05	15.05 cm	177.89 cm ²	33919.84 kg	190.67 kg/cm ²	90.80%
27	4% Muestra 06	15.09 cm	178.84 cm ²	33650.63 kg	188.16 kg/cm ²	89.60%
	PROMEDIO	15.07 cm	178.37 cm ²	33721.00 kg	189.06 kg/cm ²	90.03%

3. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 04% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
49	4% Muestra 07	15.08 cm	178.60 cm ²	39525.22 kg	221.30 kg/cm ²	105%
50	4% Muestra 08	15.09 cm	178.84 cm ²	42302.93 kg	236.54 kg/cm ²	113%
51	4% Muestra 09	14.99 cm	176.48 cm ²	39132.63 kg	221.74 kg/cm ²	106%
52	4% Muestra 10	14.98 cm	176.24 cm ²	40285.93 kg	228.58 kg/cm ²	109%
53	4% Muestra 11	15.11 cm	179.32 cm ²	40138.07 kg	223.84 kg/cm ²	107%
54	4% Muestra 12	15.06 cm	178.13 cm ²	40280.83 kg	226.13 kg/cm ²	108%
	PROMEDIO	15.05 cm	177.94 cm ²	40277.60 kg	226.36 kg/cm²	108%

D. Resistencia a compresión del concreto con 06% de finos.

1. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 06% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”
TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
10	6% Muestra 01	15.02 cm	177.19 cm ²	28734.58 kg	162.17 kg/cm ²	77.22%
11	6% Muestra 02	15.03 cm	177.42 cm ²	28086.04 kg	158.30 kg/cm ²	75.38%
12	6% Muestra 03	15.01 cm	176.95 cm ²	28903.86 kg	163.34 kg/cm ²	77.78%
	PROMEDIO	15.02 cm	177.19 cm ²	28574.83 kg	161.27 kg/cm ²	76.80%

2. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 06% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
28	6% Muestra 04	15.05 cm	177.89 cm ²	32761.44 kg	184.16 kg/cm ²	87.70%
29	6% Muestra 05	15.09 cm	178.84 cm ²	32379.05 kg	181.05 kg/cm ²	86.21%
30	6% Muestra 06	15.06 cm	178.13 cm ²	32311.75 kg	181.39 kg/cm ²	86.38%
	PROMEDIO	15.07 cm	178.29 cm ²	32484.08 kg	182.20 kg/cm ²	86.76%

3. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 06% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
55	6% Muestra 07	15.07 cm	178.37 cm ²	38352.55 kg	215.02 kg/cm ²	102%
56	6% Muestra 08	15.11 cm	179.32 cm ²	38860.36 kg	216.71 kg/cm ²	103%
57	6% Muestra 09	15.14 cm	180.03 cm ²	39238.68 kg	217.96 kg/cm ²	104%
58	6% Muestra 10	14.98 cm	176.24 cm ²	40433.79 kg	229.42 kg/cm ²	109%
59	6% Muestra 11	15.12 cm	179.55 cm ²	39856.63 kg	221.98 kg/cm ²	106%
60	6% Muestra 12	15.08 cm	178.60 cm ²	39350.85 kg	220.32 kg/cm ²	105%
	PROMEDIO	15.08 cm	178.69 cm ²	39348.81 kg	220.24 kg/cm²	105%

E. Resistencia a compresión del concreto con 08% de finos.

1. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”
TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
13	8% Muestra 01	15.05 cm	177.89 cm ²	27907.59 kg	156.88 kg/cm ²	74.70%
14	8% Muestra 02	15.09 cm	178.84 cm ²	27493.59 kg	153.73 kg/cm ²	73.21%
15	8% Muestra 03	15.03 cm	177.42 cm ²	27732.20 kg	156.31 kg/cm ²	74.43%
	PROMEDIO	15.06 cm	178.05 cm ²	27711.13 kg	155.64 kg/cm ²	74.11%

2. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”
TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
31	8% Muestra 04	15.08 cm	178.60 cm ²	31161.51 kg	174.47 kg/cm ²	83.08%
32	8% Muestra 05	15.07 cm	178.37 cm ²	31539.82 kg	176.82 kg/cm ²	84.20%
33	8% Muestra 06	15.05 cm	177.89 cm ²	31279.79 kg	175.83 kg/cm ²	83.73%
	PROMEDIO	15.07 cm	178.29 cm ²	31327.04 kg	175.71 kg/cm ²	83.67%

3. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
61	8% Muestra 07	14.99 cm	176.48 cm ²	36216.24 kg	205.22 kg/cm ²	98%
62	8% Muestra 08	15.01 cm	176.95 cm ²	36058.18 kg	203.78 kg/cm ²	97%
63	8% Muestra 09	15.07 cm	178.37 cm ²	38691.09 kg	216.92 kg/cm ²	103%
64	8% Muestra 10	15.21 cm	181.70 cm ²	37835.55 kg	208.23 kg/cm ²	99%
65	8% Muestra 11	15.04 cm	177.66 cm ²	37815.16 kg	212.85 kg/cm ²	101%
66	8% Muestra 12	15.06 cm	178.13 cm ²	37321.61 kg	209.52 kg/cm ²	100%
	PROMEDIO	15.06 cm	178.21 cm ²	37322.97 kg	209.42 kg/cm²	100%

F. Resistencia a compresión del concreto con 10% de finos.

1. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 10% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”
TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F^{’c} DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f ^{’c} OBTENIDO	% DEL f ^{’c}
16	10% Muestra 01	15.02 cm	177.19 cm ²	26699.23 kg	150.68 kg/cm ²	71.75%
17	10% Muestra 02	15.06 cm	178.13 cm ²	27018.40 kg	151.68 kg/cm ²	72.23%
18	10% Muestra 03	15.05 cm	177.89 cm ²	26146.54 kg	146.98 kg/cm ²	69.99%
	PROMEDIO	15.04 cm	177.74 cm ²	26621.39 kg	149.78 kg/cm ²	71.32%

2. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 10% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”
TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 10% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% DEL f'c
34	10% Muestra 04	15.04 cm	177.66 cm ²	30194.82 kg	169.96 kg/cm ²	80.93%
35	10% Muestra 05	15.06 cm	178.13 cm ²	29920.51 kg	167.97 kg/cm ²	79.99%
36	10% Muestra 06	15.07 cm	178.37 cm ²	29128.19 kg	163.30 kg/cm ²	77.76%
	PROMEDIO	15.06 cm	178.05 cm ²	29747.84 kg	167.08 kg/cm ²	79.56%

3. Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 10% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA: Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 10% DE FINOS F'c DISEÑO 210 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% DEL f'c
67	10% Muestra 07	15.18 cm	180.98 cm ²	36808.70 kg	203.38 kg/cm ²	97%
68	10% Muestra 08	15.20 cm	181.46 cm ²	34533.71 kg	190.31 kg/cm ²	91%
69	10% Muestra 09	15.11 cm	179.32 cm ²	34154.37 kg	190.47 kg/cm ²	91%
70	10% Muestra 10	15.17 cm	180.74 cm ²	35315.83 kg	195.39 kg/cm ²	93%
71	10% Muestra 11	15.17 cm	180.74 cm ²	36084.70 kg	199.65 kg/cm ²	95%
72	10% Muestra 12	15.15 cm	180.27 cm ²	35383.13 kg	196.28 kg/cm ²	93%
	PROMEDIO	15.16 cm	180.58 cm ²	35380.07 kg	195.91 kg/cm²	93%

ANEXO N° 05. Ficha técnica del cemento



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
 Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
 Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
 Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
 Versión 04

Planta: Pacasmayo

Cemento Portland Tipo I

11 de octubre de 2022

Periodo de despacho 01 de septiembre de 2022 - 30 de septiembre de 2022

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

QUÍMICOS

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	2.1
SO3 (%)	3.0 máx.	2.8
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	2.9
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	9
Superficie específica (cm²/g)	2600 mín.	4120
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.06
Densidad (g/cm³)	A	3.09
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	A	15.2
3 días	12.0 mín.	27.2
7 días	19.0 mín.	33.6
28 días *	28.0 mín.	42.2
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	132
Final	375 máx.	240

A No especifica

* Requisito opcional

El (la) RC 28 días corresponde al mes de agosto del 2022

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo de envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.2020.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado

Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S. R. L.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S. A. A.

ANEXO N° 06. Evidencias fotográficas.

Fotografía 01. Tesista en la procesadora de agregados.



Fotografía 02. Tesista realizando de lavado de agregados



Fotografía 03. *Tesista realizando ensayos para calcular propiedades físicas de agregados.*



Fotografía 04. *Tesista con los moldes cilíndricos realizando el ensayo de asentamiento.*



Fotografía 05. *Tesista con los moldes cilíndricos realizando el ensayo de asentamiento bajo supervisión del asesor.*



Fotografía 06. Evidencia de ruptura de probetas en el laboratorio Guersan SRL



Fotografía 07. Tesista ensayando resistencia a compresión de concreto.



Fotografía 08. Tesisista y asesor durante la ruptura de testigos de concreto.



ANEXO N° 07. Ensayos a compresión del concreto

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	1	2	3
CÓDIGO	0% 7 Días Muestra 01	0% 7 Días Muestra 02	0% 7 Días Muestra 03
FECHA DE ELABORACIÓN	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	12/09/2022	12/09/2022	12/09/2022
PESO (g)	12548	12531	12539
DIÁMETRO (cm)	15.05	15.05	15.03
ALTURA (cm)	30.13	30.17	30.07
TIPO DE FRACTURA	3	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.89	177.89	177.42
VOLUMEN (cm ³)	5359.97	5367.08	5335.08
ESBELTEZ	2.00199336	2.00465116	2.00066534
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.34	2.33	2.35
CARGA MÁXIMA (kN)	332.29	340.45	329.76
CARGA MÁXIMA (kg)	33884.28	34716.37	33626.29
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm ²)	190.47	195.15	189.53
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	90.70%	92.93%	90.25%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA



Tipo 1:
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



Tipo 2:
Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien



Tipo 4:
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

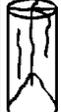
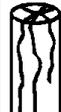
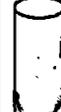
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	4	5	6
CÓDIGO	2% 7 Días Muestra 01	2% 7 Días Muestra 02	2% 7 Días Muestra 03
FECHA DE VACIADO	06/09/2022	06/09/2022	06/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	13/09/2022	13/09/2022	13/09/2022
PESO (g)	12686	12735	12698
DIÁMETRO (cm)	15.15	15.16	15.19
ALTURA (cm)	30.09	30.1	30.09
TIPO DE FRACTURA	5	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	180.27	180.50	181.22
VOLUMEN (cm ³)	5424.22	5433.19	5452.90
ESBELTEZ	1.98613861	1.98548813	1.98090849
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.34	2.34	2.33
CARGA MÁXIMA (kN)	292.6	287.46	295.42
CARGA MÁXIMA (kg)	29837.01	29312.87	30124.57
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	165.52	162.39	166.23
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	78.82%	77.33%	79.16%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas del lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	7	8	9
CÓDIGO	4% 7 Días Muestra 01	4% 7 Días Muestra 02	4% 7 Días Muestra 03
FECHA DE VACIADO	07/09/2022	07/09/2022	07/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	14/09/2022	14/09/2022	14/09/2022
PESO (g)	12509	12538	12541
DIÁMETRO (cm)	15.1	15.05	15.08
ALTURA (cm)	30.15	30.12	30.11
TIPO DE FRACTURA	3	5	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	179.08	177.89	178.60
VOLUMEN (cm ³)	5399.22	5358.19	5377.78
ESBELTEZ	1.99668874	2.0013289	1.99668435
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.32	2.34	2.33
CARGA MÁXIMA (kN)	285.23	283.46	287.54
CARGA MÁXIMA (kg)	29085.47	28904.98	29321.03
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	162.42	162.48	164.17
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	77.34%	77.37%	78.17%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas en tre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

"CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO"

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

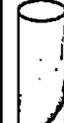
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	10	11	12
CÓDIGO	6% 7 Días Muestra 01	6% 7 Días Muestra 02	6% 7 Días Muestra 03
FECHA DE VACIADO	08/09/2022	08/09/2022	08/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	15/09/2022	15/09/2022	15/09/2022
PESO (g)	12396	12412	12390
DIÁMETRO (cm)	15.02	15.03	15.01
ALTURA (cm)	30.02	30.01	30.01
TIPO DE FRACTURA	3	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.19	177.42	176.95
VOLUMEN (cm ³)	5319.13	5324.44	5310.28
ESBELTEZ	1.99866844	1.99667332	1.99933378
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.33	2.33
CARGA MÁXIMA (kN)	281.79	275.43	283.45
CARGA MÁXIMA (kg)	28734.69	28086.15	28903.96
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	162.17	158.30	163.35
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	77.22%	75.38%	77.78%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas en tre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas del lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

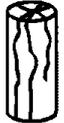
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	13	14	15
CÓDIGO	8% 7 Días Muestra 01	8% 7 Días Muestra 02	8% 7 Días Muestra 03
FECHA DE VACIADO	09/09/2022	09/09/2022	09/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	16/09/2022	16/09/2022	16/09/2022
PESO (g)	12461	12452	12459
DIÁMETRO (cm)	15.05	15.09	15.03
ALTURA (cm)	30.09	30.12	30.1
TIPO DE FRACTURA	5	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.89	178.84	177.42
VOLUMEN (cm ³)	5352.85	5386.71	5340.41
ESBELTEZ	1.99933555	1.99602386	2.00266134
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.31	2.33
CARGA MÁXIMA (kN)	273.68	269.62	271.96
CARGA MÁXIMA (kg)	27907.70	27493.69	27732.31
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	156.88	153.73	156.31
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	74.70%	73.21%	74.43%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas en tre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	16	17	18
CÓDIGO	10% 7 Días Muestra 01	10% 7 Días Muestra 02	10% 7 Días Muestra 03
FECHA DE VACIADO	10/09/2022	10/09/2022	10/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	17/09/2022	17/09/2022	17/09/2022
PESO (g)	12404	12398	12421
DIÁMETRO (cm)	15.02	15.06	15.05
ALTURA (cm)	30.05	30.02	30.04
TIPO DE FRACTURA	5	3	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	7	7	7
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.19	178.13	177.89
VOLUMEN (cm ³)	5324.44	5347.50	5343.96
ESBELTEZ	2.00066578	1.99335989	1.99601329
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.32	2.32
CARGA MÁXIMA (kN)	261.83	264.96	256.41
CARGA MÁXIMA (kg)	26699.33	27018.50	26146.64
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	150.69	151.68	146.98
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	71.75%	72.23%	69.99%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas en tre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

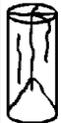
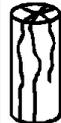
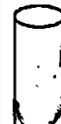
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	19	20	21
CÓDIGO	0% 14 Días Muestra 04	0% 14 Días Muestra 05	0% 14 Días Muestra 06
FECHA DE ELABORACIÓN	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	19/09/2022	19/09/2022	19/09/2022
PESO (g)	12496	12519	12524
DIÁMETRO (cm)	15.02	15.04	15.07
ALTURA (cm)	30.13	30.17	30.07
TIPO DE FRACTURA	3	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.19	177.66	178.37
VOLUMEN (cm ³)	5338.62	5359.95	5363.52
ESBELTEZ	2.00599201	2.00598404	1.99535501
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.34	2.34	2.34
CARGA MÁXIMA (kN)	389.65	391.69	386.77
CARGA MÁXIMA (kg)	39733.39	39941.41	39439.71
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	224.25	224.82	221.11
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	106.78%	107.06%	105.29%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, m enos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas del lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

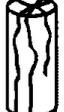
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	22	23	24
CÓDIGO	2% 14 Días Muestra 04	2% 14 Días Muestra 05	2% 14 Días Muestra 06
FECHA DE VACIADO	06/09/2022	06/09/2022	06/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	20/09/2022	20/09/2022	20/09/2022
PESO (g)	12646	12660	12657
DIÁMETRO (cm)	15.12	15.13	15.15
ALTURA (cm)	30.1	30.12	30.15
TIPO DE FRACTURA	5	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	179.55	179.79	180.27
VOLUMEN (cm ³)	5404.56	5415.30	5435.04
ESBELTEZ	1.99074074	1.99074686	1.99009901
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.34	2.34	2.33
CARGA MÁXIMA (kN)	342.15	345.69	348.51
CARGA MÁXIMA (kg)	34889.72	35250.70	35538.26
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	194.31	196.06	197.14
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	92.53%	93.36%	93.88%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien.
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

"CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO"

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

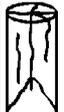
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	25	26	27
CÓDIGO	4% 14 Días Muestra 04	4% 14 Días Muestra 05	4% 14 Días Muestra 06
FECHA DE VACIADO	07/09/2022	07/09/2022	07/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	21/09/2022	21/09/2022	21/09/2022
PESO (g)	12520	12541	12535
DIÁMETRO (cm)	15.07	15.05	15.09
ALTURA (cm)	30.14	30.1	30.1
TIPO DE FRACTURA	3	5	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	178.37	177.89	178.84
VOLUMEN (cm ³)	5376.00	5354.63	5383.13
ESBELTEZ	2	2	1.99469848
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.34	2.33
CARGA MÁXIMA (kN)	329.43	332.64	330
CARGA MÁXIMA (kg)	33592.64	33919.97	33650.76
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	188.33	190.67	188.16
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	89.68%	90.80%	89.60%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas en tre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas del lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

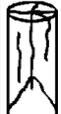
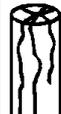
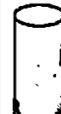
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	28	29	30
CÓDIGO	6% 14 Días Muestra 04	6% 14 Días Muestra 05	6% 14 Días Muestra 06
FECHA DE VACIADO	08/09/2022	08/09/2022	08/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	22/09/2022	22/09/2022	22/09/2022
PESO (g)	12456	12462	12490
DIÁMETRO (cm)	15.05	15.09	15.06
ALTURA (cm)	30.01	30.01	30.03
TIPO DE FRACTURA	3	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.89	178.84	178.13
VOLUMEN (cm ³)	5338.62	5367.03	5349.28
ESBELTEZ	1.99401993	1.98873426	1.9940239
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.32	2.33
CARGA MÁXIMA (kN)	321.28	317.53	316.87
CARGA MÁXIMA (kg)	32761.56	32379.17	32311.87
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	184.16	181.05	181.39
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	87.70%	86.21%	86.38%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	31	32	33
CÓDIGO	8% 14 Días Muestra 04	8% 14 Días Muestra 05	8% 14 Días Muestra 06
FECHA DE VACIADO	09/09/2022	09/09/2022	09/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022
PESO (g)	12453	12460	12430
DIÁMETRO (cm)	15.08	15.07	15.05
ALTURA (cm)	30.1	30.12	30.11
TIPO DE FRACTURA	5	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	178.60	178.37	177.89
VOLUMEN (cm ³)	5376.00	5372.44	5356.41
ESBELTEZ	1.99602122	1.99867286	2.00066445
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.32	2.32	2.32
CARGA MÁXIMA (kN)	305.59	309.3	306.75
CARGA MÁXIMA (kg)	31161.62	31539.94	31279.91
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	174.47	176.83	175.83
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	83.08%	84.20%	83.73%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA



Tipo 1:
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



Tipo 2:
Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



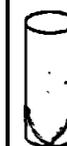
Tipo 3:
Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien



Tipo 4:
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

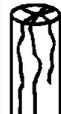
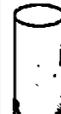
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	34	35	36
CÓDIGO	10% 14 Días Muestra 04	10% 14 Días Muestra 05	10% 14 Días Muestra 06
FECHA DE VACIADO	10/09/2022	10/09/2022	10/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	24/09/2022	24/09/2022	24/09/2022
PESO (g)	12421	12417	12402
DIÁMETRO (cm)	15.04	15.06	15.07
ALTURA (cm)	30.06	30.03	30.04
TIPO DE FRACTURA	5	3	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	14	14	14
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.66	178.13	178.37
VOLUMEN (cm ³)	5340.41	5349.28	5358.17
ESBELTEZ	1.99867021	1.9940239	1.9933643
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.32	2.31
CARGA MÁXIMA (kN)	296.11	293.42	285.65
CARGA MÁXIMA (kg)	30194.93	29920.62	29128.30
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	169.96	167.97	163.30
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	80.93%	79.99%	77.76%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	37	38	39
CÓDIGO	0% 28 días Muestra 07	0% 28 días Muestra 08	0% 28 días Muestra 09
FECHA DE ELABORACIÓN	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	03/10/2022	03/10/2022	03/10/2022
PESO (g)	12515	12535	12505
DIÁMETRO (cm)	15	15.01	15.02
ALTURA (cm)	30.05	30.05	29.965
TIPO DE FRACTURA	5	5	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	176.71	176.95	177.19
VOLUMEN (cm ³)	5310.27	5317.36	5309.38
ESBELTEZ	2.00333333	2.00199867	1.99500666
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.36	2.36	2.36
CARGA MÁXIMA (kN)	475.46	480.04	481.35
CARGA MÁXIMA (kg)	48483.61	48950.64	49084.22
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	274.36	276.63	277.02
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	130.65%	131.73%	131.91%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

"CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO"

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

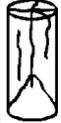
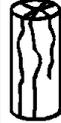
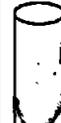
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	40	41	42
CÓDIGO	0% 28 días Muestra 10	0% 28 días Muestra 11	0% 28 días Muestra 12
FECHA DE VACIADO	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	03/10/2022	03/10/2022	03/10/2022
PESO (g)	12640	12500	12515
DIÁMETRO (cm)	15.17	15.03	15.22
ALTURA (cm)	30.05	30.2	30.1
TIPO DE FRACTURA	3	5	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	180.74	177.42	181.94
VOLUMEN (cm ³)	5431.32	5358.15	5476.28
ESBELTEZ	1.98088332	2.0093147	1.97766097
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.33	2.33	2.29
CARGA MÁXIMA (kN)	499.72	478.23	494.95
CARGA MÁXIMA (kg)	50957.45	48766.07	50471.04
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	281.93	274.86	277.41
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	134.25%	130.89%	132.10%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien.
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

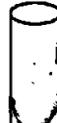
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	43	44	45
CÓDIGO	2% 28 días Muestra 07	2% 28 días Muestra 08	2% 28 días Muestra 09
FECHA DE VACIADO	06/09/2022	06/09/2022	06/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	04/10/2022	04/10/2022	04/10/2022
PESO (g)	12480	12635	12445
DIÁMETRO (cm)	15.13	15.08	14.99
ALTURA (cm)	30.2	30.05	30
TIPO DE FRACTURA	3	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	179.79	178.60	176.48
VOLUMEN (cm ³)	5429.69	5367.07	5294.37
ESBELTEZ	1.99603437	1.99270557	2.00133422
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.30	2.35	2.35
CARGA MÁXIMA (kN)	408.84	396.01	420.83
CARGA MÁXIMA (kg)	41690.23	40381.93	42912.88
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm ²)	231.88	226.10	243.16
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	110.42%	107.67%	115.79%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, m enos de 25 mm de grietas en tre capas.
	Tipo 2: Co no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, co no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	46	47	48
CÓDIGO	2% 28 días Muestra 10	2% 28 días Muestra 11	2% 28 días Muestra 12
FECHA DE VACIADO	06/09/2022	06/09/2022	06/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	04/10/2022	04/10/2022	04/10/2022
PESO (g)	12475	12460	12500
DIÁMETRO (cm)	15.03	15.11	15.07
ALTURA (cm)	29.8	30.01	30.01
TIPO DE FRACTURA	3	3	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	177.42	179.32	178.37
VOLUMEN (cm ³)	5287.18	5381.27	5352.82
ESBELTEZ	1.98270126	1.98610192	1.99137359
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.36	2.32	2.34
CARGA MÁXIMA (kN)	399.08	407.82	406.59
CARGA MÁXIMA (kg)	40694.99	41586.22	41460.80
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm ²)	229.37	231.92	232.45
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	109.22%	110.44%	110.69%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, m enos de 25 mm de grietas en tre capas.
	Tipo 2: Co no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, co no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, co nos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

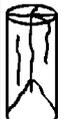
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	49	50	51
CÓDIGO	4% 28 días Muestra 07	4% 28 días Muestra 08	4% 28 días Muestra 09
FECHA DE VACIADO	07/09/2022	07/09/2022	07/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	05/10/2022	05/10/2022	05/10/2022
PESO (g)	12445	12425	12470
DIÁMETRO (cm)	15.08	15.09	14.99
ALTURA (cm)	30.03	30	30.01
TIPO DE FRACTURA	3	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	178.60	178.84	176.48
VOLUMEN (cm ³)	5363.50	5365.25	5296.14
ESBELTEZ	1.99137931	1.98807157	2.00200133
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.32	2.32	2.35
CARGA MÁXIMA (kN)	387.61	414.85	383.76
CARGA MÁXIMA (kg)	39525.37	42303.08	39132.77
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	221.30	236.54	221.74
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	105.38%	112.64%	105.59%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, m enos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Co no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas del lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	52	53	54
CÓDIGO	4% 28 días Muestra 10	4% 28 días Muestra 11	4% 28 días Muestra 12
FECHA DE VACIADO	07/09/2022	07/09/2022	07/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	05/10/2022	05/10/2022	05/10/2022
PESO (g)	12415	12445	14440
DIÁMETRO (cm)	14.98	15.11	15.06
ALTURA (cm)	30.02	30.04	30.02
TIPO DE FRACTURA	3	3	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	176.24	179.32	178.13
VOLUMEN (cm ³)	5290.83	5386.65	5347.50
ESBELTEZ	2.00400534	1.98808736	1.99335989
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.35	2.31	2.70
CARGA MÁXIMA (kN)	395.07	393.62	395.02
CARGA MÁXIMA (kg)	40286.08	40138.22	40280.98
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm ²)	228.58	223.84	226.13
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	108.85%	106.59%	107.68%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA



Tipo 1:
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



Tipo 2:
Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:
Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien



Tipo 4:
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

"CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO"

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

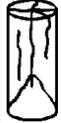
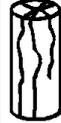
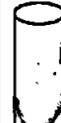
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	55	56	57
CÓDIGO	6% 28 días Muestra 07	6% 28 días Muestra 08	6% 28 días Muestra 09
FECHA DE VACIADO	08/09/2022	08/09/2022	08/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	06/10/2022	06/10/2022	06/10/2022
PESO (g)	12340	12430	12310
DIÁMETRO (cm)	15.07	15.11	15.14
ALTURA (cm)	30.03	30.03	30.03
TIPO DE FRACTURA	3	3	2

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	178.37	179.32	180.03
VOLUMEN (cm ³)	5356.38	5384.86	5406.26
ESBELTEZ	1.99270073	1.98742555	1.98348745
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.30	2.31	2.28
CARGA MÁXIMA (kN)	376.11	381.09	384.8
CARGA MÁXIMA (kg)	38352.69	38860.51	39238.83
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	215.02	216.72	217.96
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	102.39%	103.20%	103.79%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

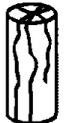
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	58	59	60
CÓDIGO	6% 28 días Muestra 10	6% 28 días Muestra 11	6% 28 días Muestra 12
FECHA DE VACIADO	08/09/2022	08/09/2022	08/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	06/10/2022	06/10/2022	06/10/2022
PESO (g)	12235	12155	12295
DIÁMETRO (cm)	14.98	15.12	15.08
ALTURA (cm)	30.02	30.01	30.02
TIPO DE FRACTURA	3	5	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	176.24	179.55	178.60
VOLUMEN (cm ³)	5290.83	5388.40	5361.71
ESBELTEZ	2.00400534	1.98478836	1.99071618
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.31	2.26	2.29
CARGA MÁXIMA (kN)	396.52	390.86	385.9
CARGA MÁXIMA (kg)	40433.94	39856.78	39350.99
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	229.42	221.98	220.32
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	109.25%	105.70%	104.92%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

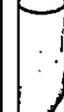
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	61	62	63
CÓDIGO	8% 28 días Muestra 07	8% 28 días Muestra 08	8% 28 días Muestra 09
FECHA DE VACIADO	09/09/2022	09/09/2022	09/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	07/10/2022	07/10/2022	07/10/2022
PESO (g)	12150	12130	12030
DIÁMETRO (cm)	14.99	15.01	15.07
ALTURA (cm)	30.02	30.04	29.01
TIPO DE FRACTURA	2	3	5

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	176.48	176.95	178.37
VOLUMEN (cm ³)	5297.90	5315.59	5174.45
ESBELTEZ	2.00266845	2.00133245	1.92501659
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.29	2.28	2.32
CARGA MÁXIMA (kN)	355.16	353.61	379.43
CARGA MÁXIMA (kg)	36216.38	36058.32	38691.24
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm ²)	205.22	203.78	216.92
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	97.72%	97.04%	103.29%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas del lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 μm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

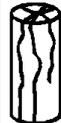
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	64	65	66
CÓDIGO	8% 28 días Muestra 10	8% 28 días Muestra 11	8% 28 días Muestra 12
FECHA DE VACIADO	09/09/2022	09/09/2022	09/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	07/10/2022	07/10/2022	07/10/2022
PESO (g)	12295	12335	12190
DIÁMETRO (cm)	15.21	15.04	15.06
ALTURA (cm)	30.05	30.04	30.03
TIPO DE FRACTURA	2	5	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	181.70	177.66	178.13
VOLUMEN (cm ³)	5460.00	5336.86	5349.28
ESBELTEZ	1.9756739	1.99734043	1.9940239
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.25	2.31	2.28
CARGA MÁXIMA (kN)	371.04	370.84	366
CARGA MÁXIMA (kg)	37835.69	37815.30	37321.75
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm ²)	208.23	212.85	209.52
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	99.16%	101.36%	99.77%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

"CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO"

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

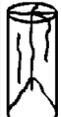
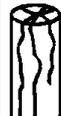
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	67	68	69
CÓDIGO	10% 28 días Muestra 07	10% 28 días Muestra 08	10% 28 días Muestra 09
FECHA DE VACIADO	10/09/2022	10/09/2022	10/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	08/10/2022	08/10/2022	08/10/2022
PESO (g)	12210	12370	12200
DIÁMETRO (cm)	15.18	15.20	15.11
ALTURA (cm)	30.02	30.1	30.05
TIPO DE FRACTURA	2	5	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	180.98	181.46	179.32
VOLUMEN (cm ³)	5433.06	5461.90	5388.44
ESBELTEZ	1.97760211	1.98026316	1.98874917
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.25	2.26	2.26
CARGA MÁXIMA (kN)	360.97	338.66	334.94
CARGA MÁXIMA (kg)	36808.83	34533.84	34154.50
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	203.38	190.31	190.47
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	96.85%	90.63%	90.70%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas en tre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

TESIS:

“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”

TESISTA:

Bach. Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR:

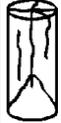
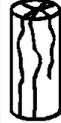
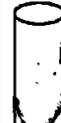
Dr. en Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	70	71	72
CÓDIGO	10% 28 días Muestra 10	10% 28 días Muestra 11	10% 28 días Muestra 12
FECHA DE VACIADO	10/09/2022	10/09/2022	10/09/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	210	210	210

DATOS DEL ENSAYO			
FECHA DE ENSAYO	08/10/2022	08/10/2022	08/10/2022
PESO (g)	12310	12290	12275
DIÁMETRO (cm)	15.17	15.17	15.15
ALTURA (cm)	30.04	30.07	30.06
TIPO DE FRACTURA	3	3	3

RESULTADOS			
EDAD DEL TESTIGO (días)	28	28	28
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	180.74	180.74	180.27
VOLUMEN (cm ³)	5429.51	5434.94	5418.81
ESBELTEZ	1.98022413	1.98220171	1.98415842
FACTOR DE CORECCIÓN	1	1	1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2.27	2.26	2.27
CARGA MÁXIMA (kN)	346.33	353.87	346.99
CARGA MÁXIMA (kg)	35315.96	36084.83	35383.26
RESISTENCIA OBTENIDA(kg/cm²)	195.39	199.65	196.28
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	93.04%	95.07%	93.47%

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.
	Tipo 2: Cono no bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

ANEXO N° 08. Constancia de laboratorio



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE: LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

HACE CONSTAR:

Que el bachiller en ingeniería civil **RAFAEL TIGLIA JESÚS ALER NIZZET**, identificado con DNI N° 71896960, exalumno de la facultad de ingeniería de la universidad nacional de Cajamarca, con autorización de su facultad ha realizado y registrado los ensayos para el desarrollo de su tesis titulada **“CURVA DE CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm² Y EL PORCENTAJE DE MATERIAL MENOR A 75 µm DEL AGREGADO FINO”** en el periodo comprendido entre junio y diciembre del año 2022; todos los ensayos han quedado registrados en este laboratorio.

Se expide la presente constancia a petición del interesado para los fines que estime pertinentes.

Cajamarca, 30 de enero de 2023

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZÁLES
GERENTE GENERAL
DNI N° 45697545