

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DEL FILLER CALIZO COMO
MATERIAL CEMENTANTE EN LA RESISTENCIA
A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO TRUJILLO -
2021”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Michael Jesus Miller La Rosa

Luis David Sigüenza Rubio

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Mg. Ing. Cinthya Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Nixon Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Germán Sagastegui Vásquez	45373822
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Maricela y Luis, por todo el amor, consejos y aliento que me brindan siempre en cada etapa de mi vida y muy especial a mi abuelita Hilaría por todo su cariño y mi abuelito Milciades que está lejos de mi lado, pero siempre presente en mi corazón.

Luis David Sigüenza Rubio

A mis padres, por siempre haberme brindado todo su apoyo y ser los pilares en el transcurso de mi vida desde mis primeros años hasta la culminación de mi carrera universitaria y lo que el destino me depare a continuación.

Michael Jesús Miller La Rosa

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios que iluminó mi camino durante toda mi travesía universitaria y con su voluntad divina hacer posible llegar a cumplir todos mis objetivos en el futuro.

A mis padres, por el apoyo incondicional y por todos los sacrificios que han hecho por darme lo mejor de ellos sin buscar beneficio propio.

A nuestro asesor, el ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz, por ser un gran ejemplo de profesional, amigo y persona; quién ha sido pieza fundamental para la realización de esta investigación.

A todos mis amigos Michael, Karin, Esteban, Leo, Wesley, Gregorio y Ower por todo su apoyo en toda la ejecución de esta investigación y en especial a Nicolás Hermoza que partió muy pronto a lado de Dios pero que sin su ayuda esto no fuera una realidad, descansa en paz amigo.

Luis David Sigüenza Rubio

En primer lugar, agradezco a mis padres, Patricia y Jesús, que con su sabiduría, fortaleza y perseverancia me enseñaron a ser un hombre de bien y a nunca rendirme ante las situaciones más adversas.

A mi tío Virgilio, que si no fuera por su ayuda y consejos no hubiera podido llegar a donde estoy ahora.

A todo el personal del laboratorio de concreto por la ayuda que nos brindaron durante el proceso de elaboración de esta tesis; y en especial a Nicolás Hermoza, asistente de laboratorio, por ser un gran ejemplo de amigo, estudiante y persona; que en paz descanse.

A todos los amigos y familiares que me ayudaron directa e indirectamente en el desarrollo de esta investigación; en especial a mi madrina Amelia, mis hermanas Nicole, Fátima y Fabiana, y a mis amigos Luis, Harold, Stephanny, Nadia, Diana, Carla y Martín.

Michael Jesús Miller La Rosa

TABLA DE CONTENIDO

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Objetivos	18
1.4. Marco teórico	19
1.5. Hipótesis	40
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	42
2.1. Tipo de investigación	42
2.2. Operacionalización de variables	43
2.3. Población y muestra	44
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	48
2.5. Procedimiento	50
2.6. Desarrollo de tesis	51
2.7. Aspectos éticos	61

CAPÍTULO III: RESULTADOS	62
3.1. Caracterización del agregado fino	62
3.2. Caracterización del agregado grueso	63
3.3. Diseño de mezcla	64
3.4. Resistencia a la compresión del concreto	65
3.5. Análisis de costos	66
3.6. Análisis de datos	68
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	72
4.1. Discusión	72
4.2. Conclusiones	82
REFERENCIAS	85
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes principales del Clinker Portland	27
Tabla 2. Composición total del cemento Portland	28
Tabla 3. Clasificación general del agregado según su tamaño	31
Tabla 4. Clasificación del agregado según su densidad	32
Tabla 5. Requisitos para mezclado y curado	34
Tabla 6. Especificaciones de composición del filler calizo	38
Tabla 7. Hipótesis general	40
Tabla 8. Hipótesis específicas	41
Tabla 9. Operacionalización de la variable “Resistencia a la compresión”	44
Tabla 10. Clasificación de variables	44
Tabla 11. Muestra total de probetas	47
Tabla 12. Resultados de la caracterización del agregado fino	62
Tabla 13. Resultados de la caracterización del agregado grueso	63
Tabla 14. Resumen de pesos por tanda de 25 litros de cada diseño de mezcla	64
Tabla 15. Resumen de proporción en volumen de cada diseño de mezcla	64
Tabla 16. Costos de materiales para elaboración de concreto	66
Tabla 17. Normalidad de los datos de Resistencia a la compresión	69
Tabla 18. Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 7 días de curado y $Ra/c=0.5$)	70
Tabla 19. Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 28 días de curado y $Ra/c=0.5$)	70
Tabla 20. Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 56 días de curado y $Ra/c=0.5$)	70
Tabla 21. Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 7 días de curado y $Ra/c=0.6$)	71
Tabla 22. Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 28 días de curado y $Ra/c=0.6$)	71
Tabla 23. Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 56 días de curado y $Ra/c=0.6$)	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Detalle de moldes cilíndricos	36
Figura 2. Procedimiento experimental graficado en un diagrama de procesos	50
Figura 3. Curva granulométrica del agregado fino en tres muestras	62
Figura 4. Curva granulométrica del agregado grueso en tres muestras	63
Figura 5. Resistencias alcanzadas de acuerdo al % de filler calizo ($R_a/c = 0.5$)	65
Figura 6. Resistencias alcanzadas de acuerdo al % de filler calizo ($R_a/c = 0.6$)	65
Figura 7. Análisis de costos totales para ambas relaciones agua/cemento	68

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Estimación del tamaño de muestra	45
Ecuación 2. Módulo de finura del agregado fino	51
Ecuación 3. Contenido de humedad	52
Ecuación 4. Peso específico aparente del agregado fino (kg/m^3)	53
Ecuación 5. Peso específico de masa del agregado fino (kg/m^3)	53
Ecuación 6. Peso específico SSS del agregado fino (kg/m^3)	53
Ecuación 7. Porcentaje de absorción del agregado fino	53
Ecuación 8. Volumen interno de un recipiente (m^3)	54
Ecuación 9. Peso unitario suelto seco (kg/m^3)	54
Ecuación 10. Peso unitario compactado seco (kg/m^3)	55
Ecuación 11. Módulo de finura del agregado grueso	56
Ecuación 12. Peso específico aparente del agregado grueso (kg/m^3)	57
Ecuación 13. Peso específico de masa del agregado grueso (kg/m^3)	57
Ecuación 14. Peso específico SSS del agregado grueso (kg/m^3)	57
Ecuación 15. Porcentaje de absorción del agregado grueso	57
Ecuación 16. Porcentaje de agregado fino	59
Ecuación 17. Porcentaje de agregado grueso	60
Ecuación 18. Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	61
Ecuación 19. Ecuación general del peso específico	67

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia del filler calizo como material cementante en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Trujillo. En general, se busca implementar un material alternativo que reemplace al cemento; con similares propiedades y con ello mejorar las características mecánicas del concreto. El proyecto consistió en hacer 240 probetas cilíndricas de concreto de 04 x 08 pulgadas, en grupos con 0%, 5%, 10% y 15% de reemplazo del cemento por filler calizo para 02 relaciones agua/cemento; posteriormente se sometieron a ensayos de compresión en una prensa hidráulica a los 07, 28 y 56 días de curado obteniendo las resistencias axiales de cada espécimen. Adicionalmente se realizó un análisis de costos para determinar la viabilidad económica. Con los resultados obtenidos se determinó que el reemplazo del 5% presenta mejores características mecánicas en comparación con las dosificaciones de 10% y 15%; y respecto al análisis de costos se demostró que existe una relación inversamente proporcional, dado que el costo disminuye cuando el porcentaje de filler calizo utilizado es más alto. En conclusión, la investigación es altamente viable, siendo la dosificación con 5% de reemplazo y relación agua/cemento de 0.50 la más óptima.

PALABRAS CLAVES: Concreto, filler calizo, resistencia a la compresión, análisis de costos.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La construcción se puede definir como la combinación de materiales y servicios para la producción de bienes tangibles. Una de las características que la distingue de otras industrias es su planta móvil y su producto fijo, éste distinto en cada caso, además es una importante proveedora de bienes de capital fijo e indispensable para el sano crecimiento de la economía. La resistencia a la compresión siendo una de las principales propiedades mecánicas en los materiales de construcción y de influencia directa ante esfuerzos máximos; es así que en la actualidad es indispensable en la elaboración de construcciones como puentes, pavimentos, edificaciones, etc.; dado que la dependencia de la vida útil de una construcción, es directamente relacionada con adecuadas resistencias a la compresión que, por las fallas de esta propiedad, la vida útil empieza a disminuir hasta llegar a un posible colapso y como consecuencia pérdidas económicas, materiales y/o humanas. (Martínez, 2010)

En España, se elaboraron morteros con la inclusión del filler calizo en el cemento portland en porcentajes de 0, 5, 10 y 15%; todas estas para edades de 28 días las cuales fueron evaluadas en ensayos de flexo - tracción obteniendo una resistencia promedio de 7.5 N/mm² y de compresión obteniendo una resistencia promedio de 58.5 N/mm². (CSIC, 1994)

En Argentina, elaboraron concreto en el cual el material cementante había sido adicionado con filler calcáreo donde se evaluaron en edades de 1, 3, 7, 28, 90 y 180 días de curado; con ensayos de resistencia a la flexión y resistencia a la compresión. Los resultados de las pruebas fueron considerados admisibles en su totalidad. (Bonavetti, 1998)

En Colombia, se evaluó el desempeño del cemento portland adicionado con calizas de diferentes grados de pureza donde realizaron 3 muestras por cada diferente porcentaje de adición calcárea; siendo los porcentajes de adición de 15, 20 y 25 % y utilizando también 3 distintos niveles de pureza como >80%, 70-80 % y < 80% en edades de 3, 7 y 28 días. (Tobón & Kazes, 2008)

En Perú, se evaluó una comparativa de la influencia del microfiller calizo utilizado en la elaboración de dos tipos de cementos comerciales diferentes, que pertenecen a las empresas de cemento Sol y cemento Inka. Las probetas que se realizaron se sometieron a los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión habiendo tenido en cuenta 4 diferentes edades que fueron las de 3, 7, 14 y 28 días y 3 diferentes relaciones agua/cemento de 0.45, 0.55 y 0.60. (Bernable, 2012)

La entidad que normaliza las especificaciones del concreto en el Perú es el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante la norma técnica peruana E.060.

En la actualidad no existen muchos estudios nacionales e internacionales donde se emplee el filler calizo como un material de sustitución del cemento Portland, solo se han desarrollado investigaciones que adicionan el filler calizo en distintos porcentajes al cemento, para lo cual esta investigación buscara encontrar la viabilidad del filler calizo como un material cementante y reemplazante parcial del cemento en la elaboración de un concreto convencional.

Bernable (2012), demuestra que el concreto elaborado con cemento INKA tipo Ico teniendo como base una relación agua/cemento de 0.45 y una edad de curado de 28 días, posee una resistencia a la compresión inferior al concreto elaborado con cemento SOL tipo 1, en 6.4 %. Teóricamente el valor esperado para esta relación agua cemento es de 380

kg/cm², sin la inclusión de aire ni aditivo, por lo que ambos concretos sobrepasan este valor. Así mismo recomienda que luego de elaborados los morteros o concretos, es necesario realizar un cuidadoso curado de los mismos, para lograr una adecuada hidratación de cemento y, consecuentemente, una óptima resistencia mecánica. Se comprobó que concretos preparados con cemento con microfiller calizo adquiere mayor ganancia de resistencia en los primeros días.

Bonavetti (1998), sustenta que, con los resultados obtenidos en la evaluación del efecto físico que produce el filler calcáreo sobre el cemento portland, se producen dos efectos contrapuestos: el efecto filler y el efecto de dilución. El primero produce un incremento en el grado de hidratación del cemento, en tanto que el segundo provoca una menor cantidad de cemento para hidratar. Además, cuando la relación agua - (cemento + filler) es menor a 0.37 se adiciona un tercer factor que es la disponibilidad de espacio para alojar los productos de hidratación. También hace mención que para las investigaciones futuras se aconseja dosificar en peso y realizar correcciones diarias en las dosificaciones en función de las características y contenido de humedad de los agregados a fin de obtener resultados óptimos. En obras pequeñas, para la construcción de vigas y columnas de amarre, dinteles o elementos no estructurales, los agregados pueden ser dosificados en volumen aparente y el cemento portland en bolsas enteras.

Tobón y Kazes (2008), determinó que la adición de calizas en el cemento portland en diferentes grados de pureza en el concreto convencional puede influenciar directamente en el tiempo de fraguado y expansiones para las diferentes muestras de cemento adicionado. Adicionalmente sugiere que para futuras investigaciones no se tome en cuenta las calizas de alta pureza puesto que no presentan ningún tipo de actividad puzolánica.

Las tres tesis arribadas anteriormente nos proporcionaron la información y recomendaciones necesarias para la realización de este proyecto de investigación: se aprecia así que el uso de filler calizo como adición en el cemento portland para la elaboración de un concreto convencional genera un mejoramiento significativo en las propiedades mecánicas; haciendo más viable el estudio de este material en otras funciones como el ser utilizado como material cementante.

En Perú no hay empresas que utilicen el filler calizo como material cementante para fines constructivos, solo se ha investigado como material adicionado del cemento portland en todos sus tipos.

Las propiedades mecánicas y físicas del concreto son muy importantes en el ámbito de la construcción ya que dependen de muchos factores que modifican sus características. (SENCICO, 2014)

El problema del agrietamiento del concreto, que es muy común, a veces erróneamente se piensa que el culpable es el cemento, cuando en realidad muchas veces es causado por malas prácticas en la aplicación del concreto. El agua es un factor que influye en el agrietamiento, a mayor cantidad de agua, mayor será la tendencia al agrietamiento ya que se incrementa la contracción y disminuye la resistencia. Además, a mayor cantidad de agua se crean mayor cantidad de poros esto genera una disminución en la resistencia a la compresión del concreto. (ASOCRETO, 2015)

“La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de puentes, edificios y otras estructuras.” (Aristizábal, 1997)

El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 Kg/cm² y 350 Kg/cm². El concreto desarrolla la resistencia adecuada en un periodo de 28 días, es por eso que después del mezclado, el concreto va ganando resistencia día tras día. Durante ese periodo es necesario mantenerlo húmedo, si el concreto se seca durante ese tiempo, la resistencia se verá interrumpida y dejará de ganar fuerza. (ASOCRETO, 2018)

Los factores que afectan la resistencia a la compresión son:

- Dosificación del cemento.
- Medios utilizados para comprimir el concreto, como apisonado, vibrado, etc.
- Cantidad de agua.
- La unión del cemento y los agregados.
- El uso del concreto que ya fraguo.
- El colado del concreto en cimentaciones donde el suelo está seco y no se ha mojado cuidadosamente.
- El empleo de agregados o agua que contengan impurezas, como arcilla, tierra vegetal o materia orgánica.
- Un curado defectuoso.

La variación de uno de estos puede generar un buen o mal desempeño del mismo. El lograr que el concreto tenga las propiedades mecánicas y las propiedades físicas admisibles y además que al sustituir porcentualmente el cemento portland por el filler calizo como nos permita avanzar en la búsqueda de bajar costos unitarios y tener una alternativa diferente al momento de llegar a realizar un proyecto de alta envergadura. Es por eso que es de suma importancia conocer y caracterizar bien los agregados a utilizar para no perjudicar las propiedades del concreto. (Menéndez, Triviño, & Hernández, 1993)

La importancia de realizar esta investigación es de dar a conocer un material alternativo que cumpla parcialmente la misma función del cemento con el uso de diferentes tipos de porcentajes; autores como Bernable (2012), Bonavetti (1998), entre otros, ya han expuesto investigaciones sobre el filler calizo y en los cuales se basará esta investigación; por todo ello se tratara de otorgar un nuevo concepto de materiales que tengan funciones cementantes y sean alternativa de sustitución del cemento portland en la elaboración de un concreto convencional para lograr mejores resultados en los ensayos de compresión; así también se promueve a futuras investigaciones utilicen otros materiales como cementantes para abrir así nuevos horizontes en el sector de la construcción y proporcionar un mejor beneficio económico nacional.

Las consecuencias de no realizar este estudio conllevan al desperdicio de un material con propiedades óptimas para su uso en el concreto, que por desconocimiento se desaprovecha en la búsqueda de nuevas tecnologías del concreto; es así que el filler calizo proporciona un nuevo material cementante al ámbito de la construcción y provee un nuevo recurso para la investigación en el campo de la ingeniería. Como bien lo afirma Bernable (2012), “Hay nuevos sistemas de construcción que están siendo utilizados en todo el mundo; en nuestro país (Perú) las nuevas estrategias y tecnologías deberían de obtener todo el respaldo posible si se requiere que esta industria progrese”.

La ejecución de esta investigación tiene la finalidad de encontrar nuevos materiales en el ámbito de la tecnología de concreto y la construcción; dado que en la presente investigación el material a utilizarse de forma innovadora es el filler calizo, siendo este un material poco conocido y mayormente desechado por las plantas cementeras; es por ello que se opta en reutilizar el material propuesto y así aprovechar los beneficios de su composición química donde se encuentra al carbonato de calcio, por tal motivo este material sugiere que

proporcionara un beneficio en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Para certificar su viabilidad se sustituirá porcentualmente del total de cemento portland a utilizar por filler calizo en la elaboración de probetas de concreto y además a ello se buscará encontrar el beneficio económico mediante la evaluación de precios unitarios con el fin que esta investigación en obras de alta envergadura sea tomada en cuenta y, por tanto, aplicada.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida influye el filler calizo como material cementante en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Trujillo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del filler calizo como material cementante en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Trujillo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar los ensayos de caracterización de los agregados en base a lo estipulado en las normas técnicas peruanas.
- Definir el diseño de mezcla a utilizar en la elaboración de probetas de concreto.
- Elaborar probetas de concreto con diferentes porcentajes de sustitución de filler calizo en relaciones agua/cemento de 0.50 y 0.60.
- Realizar los ensayos de resistencia a la compresión de las probetas a los 7, 28 y 56 días de curado, según la Norma Técnica Peruana 339.034.
- Evaluar la variación de los resultados de resistencia a la compresión.
- Realizar un análisis de costos de las diferentes dosificaciones.
- Determinar la viabilidad del proyecto con los resultados obtenidos.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Antecedentes

Bernable (2012) estudió sobre la calidad del concreto en su estado fresco y endurecido usando un Cemento Inka tipo Ico con microfiller calizo y estableciendo un referente de comparación con un Cemento Sol Tipo I. Para el propósito del estudio, el tipo de diseño de investigación que hizo uso el autor es el experimental, dado que con ello ejecutó dosificaciones con factores de relaciones agua/cemento 0.45, 0.55 y 0.60 y un asentamiento medio de 3” a 4”. Para cada diseño se evaluó el asentamiento, la consistencia, contenido de aire, peso unitario, fluidez, exudación tiempo de fragua, temperatura interna, pH, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y resistencia a la flexión. Los resultados de resistencia a la compresión de esta investigación indican que las probetas de concreto elaboradas con cemento INKA tipo Ico en todas las relaciones agua/cemento a 28 días de curado fueron menores a los elaborados con cemento SOL tipo I. Se concluye que las resistencias iniciales de las mezclas con cemento con microfiller calizo se incrementan por la actividad del CaCO_3 . La resistencia final de las mezclas elaboradas con este tipo de cemento, suele ser menor a la que se obtendría con el cemento tipo 1, en razón a que en edades mayores el CaCO_3 ya no genera mayor incremento en la resistencia a comparación de las mezclas con cemento tipo 1 cuya resistencia se incrementa hasta los 45 días.

Esta investigación nos permitió tener una referencia de las diferentes relaciones agua/cemento utilizados por el investigador, teniendo así en consideración trabajar con los rangos cercanos a los que mejor desempeño se obtuvo; así también nos brinda un precedente, donde la resistencia a compresión de los concretos con filler calizo es inferior a una elaboración de concreto convencional, todo lo considerado se tomará muy en cuenta para las dosificaciones a realizar y posterior comparación de resultados.

González de la Cotera (2012) investigó un cemento portland ecológico. El investigador se planteó como objetivo estudiar el comportamiento del Cemento Portland de los tipos I y V, con adiciones de filler calizo en porcentajes del 3% y 5% en masa, para obtener la reducción de la emisión de dióxido de carbono (CO_2) y adicionalmente de Óxidos de azufre y nitrógeno (SO_2NO_x) y material particulado; para lograr este cometido el investigador por una investigación de tipo experimental. Es así que la investigación, analiza los parámetros de control: pérdida por ignición y residuo insoluble, el comportamiento de pastas, en estado fresco como la fluidez y el fraguado y en estado endurecido la resistencia a la compresión. Los resultados demuestran que con respecto a la fluidez de las pastas incrementan en el caso de cementos fillerizados en porcentajes del 20% al 30%; en el fraguado se obtiene que los cementos fillerizados se da la rápida formación de ettringita (aluminato de calcio + sulfato de calcio) la cual acelera el proceso de fraguado; finalmente los valores de resistencia a la compresión del cemento tipo I con 3% de contenido de caliza no tiene variaciones considerables a los 3,7 y 28 días, por lo contrario la adición al 5% modifica su resistencia al 60% y en el caso del cemento tipo V se obtiene un incremento a los 3 y 7 días y una ligera reducción a los 28 días. Como conclusión las resistencias a la compresión son similares en las primeras edades en el caso de tipo I y se incrementan hasta los 28 días de tipo V.

Esta investigación nos proporcionó un alcance sobre la composición química del filler calizo, y la reacción química en dos diferentes tipos de cemento: uno adicionado (Tipo V) y otro sin adición (Tipo I), que junto a las edades y los ensayos mecánicos evaluados nos da pautas sobre el comportamiento de este material; además nos permite tener un concepto ambientalista que con el uso de filler calizo pueden llegar a contribuir al desarrollo sostenible de la industria reduciendo emisiones de carbono y material particulado.

Hidalgo (2018) estudió la comparativa de propiedades de concreto sin adiciones minerales frente a concretos con adiciones de filler calizo en diferentes proporciones. El investigador hizo uso de un diseño de investigación tipo experimental, estableciendo dosificaciones con adición de filler calizo en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% al cemento portland tipo I mediante el método ACI 211, manteniendo una relación agua/cemento de 0.49 para todas las proporciones, Slump de diseño proyectado de 4” y la inclusión de aditivos Neoplast MR500 (reductor de agua) y Neoplast WR 21 (retardante de agua). Las evaluaciones que se elaboraron en este estudio fueron las de resistencia a compresión en edades de 1, 3, 7, 14 y 28 días de curado, permeabilidad por cloruros, trabajabilidad, temperatura, tiempo de fragua y peso unitario. Los resultados de esta investigación indican que la resistencia a la compresión de los diseños evaluados, cumplieron los parámetros mínimos de diseño de acuerdo a las normas vigentes; siendo el diseño con 10% de filler calizo adicionado el de mayor resistencia a la edad de 1 día, en hasta 56 kg/cm². En tanto, la resistencia a la edad de 28 días, fue mayor en hasta 89 kg/cm² en el diseño con 0% de filler adicionado. Como conclusión, el concreto cementante que presentó el mejor comportamiento en los ensayos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad, fue el que tuvo una adición de 10% de adición de filler calizo en su dosificación.

Esta investigación permitió tener una referencia sobre los diferentes porcentajes de filler calizo utilizados en un cemento tipo I y las alternativas de mejora con respecto a las pruebas en estado fresco y endurecido al incluir aditivos en el mezclado, además con los valores obtenidos por el investigador en el ensayo de compresión nos hace comprender el comportamiento filler calizo y la mejora en las resistencias iniciales de un concreto. Finalmente nos proporciona una guía en la elaboración de un correcto diseño de mezcla mediante el método ACI 211.

Bonavetti (1998) indagó sobre los cementos con filler calcáreo. Tiene como objetivo analizar la influencia de filler calcáreo sustituyendo porcentualmente al cemento Portland con varios tipos de finura de Blaine; por ello que para los fines redactados el investigador opta por un diseño de investigación tipo experimental. Clasificó con nomenclaturas de T, S y M los tipos de finura del filler calcáreo y los cuales tuvieron una equivalencia de 360 m²/kg, 710 m²/kg y 1020 m²/kg respectivamente; todo ello basado en la norma IRAM 1592. Los porcentajes de adición de filler calcáreo respecto al cemento fueron de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%; con relaciones agua/cemento de 0.30 y 0.40 para lo cual, los estudios que se llevaron a cabo sobre estos temas fueron los de resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, absorción de agua, absorción de Tetracloruro de carbono (CCl₄) y relación gel-espacio; todos estos estudios evaluados en edades 1, 3, 7, 28, 90 y 180 días de curado. Los resultados de la investigación respecto a la resistencia a la compresión demostraron que la incorporación de hasta en 20% de filler calcáreo al cemento portland no afecta la resistencia a compresión en las dos relaciones agua/cemento estudiadas. Aunque la mayor ganancia de resistencia respecto a la mezcla patrón fue en el periodo entre 3 y 28 días de curado. En conclusión, la disminución de la ganancia de resistencia a edades avanzadas de las pastas con filler pone en evidencia que el efecto filler pierde importancia a medida que transcurre el tiempo de hidratación.

Esta investigación nos dio un alcance sobre el comportamiento que tiene el filler calizo en prolongados tiempos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión en dos tipos de relaciones agua/cemento; también nos aporta la técnica idónea para hallar la finura del filler calcáreo, que es aplicando ensayos de finura de Blaine y finalmente nos brinda un precedente del método químico utilizado para encontrar la composición química del filler calizo, como lo es la difracción de rayos X.

Díaz (2018) estudió la influencia del mármol reciclado respecto al cemento portland en la elaboración de morteros. El objetivo de la investigación fue analizar la influencia al reemplazar el cemento portland Tipo I con porcentajes de mármol reciclado, el cual dicho material se compone de carbonato de calcio (CaCO_3), para lograr este cometido el autor opta por emplear el diseño de investigación experimental. Las dosificaciones de sustitución de mármol reciclado por cemento portland Tipo I que se emplearon fueron de 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 16% y 20%, y como materia prima la arena de Ottawa, todo ello fue estudiado en morteros mediante ensayos físicos como la fluidez, la reactividad y densidad; y en mecánicos como la resistencia a la compresión en edades de 3, 7 y 28 días. El resultado de la investigación denota que la dosificación más óptima se dio con una sustitución de 20% de mármol reciclado respecto al cemento portland Tipo I, dado que en el ensayo de fluidez con un valor de 111.6% con relación agua/cemento 0.65 genero un ahorro de 9.7% de agua en base a la patrón; en el ensayo de reactividad disminuyo la expansión en 3.22% respecto a la patrón; en el ensayo de densidad la sustitución de 20% disminuyo la porosidad con lo cual en el ensayo de resistencia a la compresión supero en las tres edades estudiadas en 17.84%, 12.87% y 11.82% respectivamente, respecto a la patrón. En conclusión, se comprueba la buena reacción del mármol con el cemento, en las propiedades físicas y mecánicas, tener un mortero resistente y una mejor durabilidad.

Esta investigación presenta un material diferente al estudiado, pero que posee la misma estructura química presente en el filler calizo, siendo este el carbonato de calcio (CaCO_3). A pesar de que la aplicación de este compuesto químico se empleó en morteros, nos da un precedente de viabilidad, ya que la investigación obtuvo beneficios en el ensayo de resistencia a compresión.

Tobón y Kazes (2008) estudiaron el desempeño del cemento portland adicionado con calizas de diferentes grados de pureza. El objetivo de la investigación fue determinar la incidencia de adicionar calizas de diferentes calidades al cemento Portland Tipo III, en contraste a la caliza de alta calidad que la empresa Cementos El Cairo S.A. está incorporando a su cemento. Para alcanzar dicho objetivo el investigador opto por emplear un diseño de investigación tipo experimental. Es así que adiciono al cemento 15, 20 y 25% de calizas con porcentajes de purzas de carbonato de calcio (% de CaCO_3), $< 70\%$, $70 - 80\%$ y $>80\%$. Se evaluó la resistencia mecánica de morteros curados bajo condiciones estándar a 3, 7 y 28 días. Los resultados de la investigación determinaron que se aprecia que el cemento sin adición siempre tuvo una resistencia mecánica mayor que las muestras adicionadas con calizas de diferentes calidades. Entre las muestras de cementos adicionados se encontró que a mayor porcentaje de adición (20 a 25%) y más impura la caliza mayor es la resistencia desarrollada. Además, a edades de curado de 3 y 7 días, especialmente a 3 días, las resistencias de los cementos adicionados son muy similares a las desarrolladas por el cemento puro. Como conclusión, las calizas con una pureza menor a setenta por ciento de carbonato de calcio ($< 70\%$ de CaCO_3), son una muy buena opción de adición mineral para el cemento portland aun en cantidades superiores al 20% porque tienen efectos menos negativos sobre las resistencias mecánicas en comparación con las calizas de alta pureza.

Esta investigación utilizó calizas como adición a la mezcla de morteros, a pesar que el estudio fue realizado en un tipo de mezcla diferente, la relevancia está al centrarse en los porcentajes de pureza del carbonato de calcio y la obtención de límites permisibles en su uso respecto al cemento portland; nos brinda la importancia de la pureza del material a estudiar, para que al ser sometidos en ensayos de estado endurecido del concreto no se modifiquen drásticamente los resultados de la investigación.

1.4.2. Bases teóricas

I. Concreto

A. Definición

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Pasquel, 1998)

El concreto se define como la mezcla de un material aglomerante (cemento portland), un material de relleno (agregados), agua y en algunos casos aditivos, que endurecido forma un todo compacto (piedra artificial) y después de un cierto tiempo puede soportar grandes esfuerzos (resistencia a la compresión). Lo importante de este material radica cuando llega a su endurecimiento óptimo, ya que nos ofrece una resistencia a la compresión muy grande; siendo su punto débil es cuando es expuesto a esfuerzos de tracción (generalmente es un 10% de la resistencia a la compresión); por otro lado, el uso de este material es inadecuado para elementos estructurales que serán sometidos a esfuerzos de tracción o flexiones. Por lo general estos esfuerzos son controlados mediante la utilización de acero, en zonas donde los elementos son sometidos a fuerzas que generen tracción. (Sánchez de Guzmán, 2001)

B. Componentes

a) Cemento Portland

Es un aglomerante hidrófilo resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, en forma de un polvo muy fino que en presencia del agua endurece y adquiere propiedades resistentes y adherentes. (Pasquel, 1998)

La Norma Técnica Peruana NTP 334.001 señala que el cemento portland es un "cemento hidráulico" producido mediante la pulverización del Clinker de portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda.

Son aquellos aptos para aplicaciones estructurales y que, además, pueden utilizarse para aplicaciones no estructurales en la construcción. Los tipos de cemento para uso general, su composición, características, nomenclatura, y demás particularidades, están especificados en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009.

Fernández (2013) afirma que el cemento portland está formado, básicamente, por la molienda conjunta del producto resultante de la cocción, de una mezcla caliza y arcilla que recibe el nombre de Clinker y un material empleado como regulador de fraguado que, generalmente, es yeso deshidratado. Luego del proceso de formación del Clinker y molienda final se obtienen los siguientes compuestos:

- SILICATO TRICÁLCICO (C_3S) O “ALITA”: Este componente confiere altas resistencias iniciales al cemento, prácticamente en una semana desarrolla su resistencia y después presenta una elevación de las mismas muy lenta. Tiene mucha importancia en el calor de hidratación. (Fernández, 2013)
- SILICATO DICÁLCICO (C_2S) O “BELITA”: Este componente da pocas resistencias en los primeros días, pero luego va desarrollando

progresivamente hasta alcanzar el silicato tricálcico, además a ello tienen una incidencia menor en el calor de hidratación. (Fernández, 2013)

- ALUMINATO TRICÁLCICO (C₃A) O “CELITA”: Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador. Es el responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce sulfoaluminatos con propiedades expansivas. (Pasquel, 1998)
- FERRO ALUMINATO TETRACÁLCICO (C₄AF) O “FELITA”: Contribuye de manera escasa en la resistencia del cemento, pero a su vez, tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación. (Fernández, 2013)

Tabla 1

Componentes principales del Clinker Portland

Nombre	Composición	Peso molecular	Fórmula abreviada	Nombre del mineral
Silicato tricálcico	3CaO, SiO ₂	228	C ₃ S	Alita
Silicato dicálcico	2CaO, SiO ₂	172	C ₂ S	Belita
Aluminato tricálcico	3CaO, Al ₂ O ₃	270	C ₃ A	Celita
Ferro aluminato tetracálcico	4CaO, Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃	486	C ₄ AF	Felita

Nota: Compuestos químicos que conforman principalmente en Clinker Portland. Tomado de Hormigón, por Fernández (2013).

- OXIDO DE MAGNESIO (MgO): Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida. (Pasquel, 1998)

- OXIDO DE POTASIO Y SODIO ($K_2O_2 + Na_2O$): Tienen importancia para casos especiales de reacciones químicas, y los solubles en agua contribuyen a producir eflorescencia con agregados calcáreos. (Pasquel, 1998)
- OXIDO DE MANGANESO Y TITANIO (Mn_2O_3, TiO_2): El óxido de manganeso no tiene significación especial en las propiedades del cemento salvo en su coloración. El óxido de titanio influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos superiores al 5%. (Pasquel, 1998)

Tabla 2

Composición total del cemento Portland

Óxido	Símbolo	Contenido (%)
CaO	C	60 - 67
SiO	S	17 - 25
Al ₂ O ₃	A	3 - 8
Fe ₂ O ₃	F	0,5 - 6
MgO	M	0,1 - 4
Na ₂ O + K ₂ O	N+K	0,4 - 1,3
SO ₃	-	0,1 - 2,5
TiO ₂	-	0 - 0,5
Mn ₂ O ₃	-	0 - 0,3

Nota: Compuestos químicos que conforman típicamente el cemento Portland. Tomado de Hormigón, por Fernández (2013).

Con respecto a los tipos de cemento, según las normas vigentes, se tienen los siguientes:

- **Cemento Portland estándar o no mezclado (NTP 334.009)**

Es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización conjunta de Clinker Portland y yeso.

A su vez, los cementos Portland estándar están clasificados de acuerdo a sus propiedades específicas en:

- TIPO I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.
 - TIPO II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
 - TIPO III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
 - TIPO IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
 - TIPO V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.
- **Cemento Portland adicionado o mezclado (NTP 334.090)**

Es el cemento hidráulico obtenido mediante la pulverización conjunta de Clinker Portland, yeso y otros materiales denominados "adiciones" (escorias, caliza, etc.).

La incorporación de estas "adiciones" contribuyen a mejorar las propiedades del cemento.

El contenido de las adiciones está limitado por la norma.

Al igual que los cementos Portland estándar, los cementos adicionados se dividen en los siguientes tipos:

- TIPO IT (cemento adicionado ternario): Es un cemento hidráulico que consiste en una mezcla íntima y uniforme, producida por la molienda conjunta de Clinker Portland con: dos puzolanas diferentes, escoria granulada de alto horno o cemento de escoria y una puzolana.

- TIPO ICo (cemento portland compuesto): Es un cemento obtenido por la pulverización conjunta de Clinker, materias calizas y/o inertes hasta un máximo de 30%.

Pasquel (1998), también menciona estos tipos:

- TIPO IS (cemento Portland con escoria de alto horno): Cemento al que se ha añadido entre un 25% a 70% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- TIPO ISM (cemento Portland con escoria de alto horno modificado): Cemento al que se ha añadido menos de 25% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- TIPO IP (cemento Portland puzolánico): Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre un 15% y 40% del peso total.
- TIPO IPM (cemento Portland puzolánico modificado): Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje hasta el 15% del peso total.

b) Agregados

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas entre límites normalizados en la NTP 400.037.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica del concreto. (Sánchez de Guzmán, 2001)

Sánchez de Guzmán (2001), indica que los agregados se pueden clasificar de acuerdo a sus propiedades, tales como:

- POR SU TAMAÑO

De acuerdo al tamaño de sus partículas, se le dan diferentes denominaciones tal como se muestra en la tabla:

Tabla 3

Clasificación general del agregado según su tamaño

Tamaño de las partículas en mm (pulg.)	Denominación más corriente	Clasificación	Clasificación como agregado para concreto
inferior a 0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
entre 0.002 – 0.074 (No. 200)	Limo	Agregado fino	
entre 0.074 – 4.76 (No. 200) – (No. 4)	Arena		Material apto para producir concreto
entre 4.76 – 19.1 (No. 4) – (3/4")	Gravilla		
entre 19.1 – 50.8 (3/4") – (2")	Grava	Agregado grueso	
entre 50.8 – 152.4 (2") – (6")	Piedra		
Superior a 152.4 (6")	Rajón, piedra bola		

Nota: Clasificación del agregado según el tamaño de partícula. Tomado de Tecnología del concreto y mortero, por Sánchez de Guzmán, (2001).

- POR SU PROCEDENCIA

De acuerdo con el origen de los agregados según provengan de fuentes naturales o sean fabricados a partir de productos industriales, se pueden clasificar en:

- **Agregados naturales:** Todos aquellos que provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o de glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. (Sánchez de Guzmán, 2001)

- **Agregados artificiales:** Estos agregados se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, Clinker, limaduras de hierro y otros. Por lo general estos agregados son más ligeros o pesados que los ordinarios. (Sánchez de Guzmán, 2001)

- POR SU DENSIDAD

Esta clasificación depende de la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de poros, ya se trate de agregados naturales o artificiales. Esta distinción se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4

Clasificación del agregado según su densidad

Tipo de concreto	Peso unitario aprox. del concreto kg/m ³	Peso unitario del agregado kg/m ³	Ejemplo de utilización	Ejemplo de agregado
Ligero	400 - 800	60 - 480	Concreto para aislamientos	
	950 - 1350	480 - 1040	Concreto para rellenos y mampostería no estructural	- Piedra pómez - Perlita
	1450 - 2000		Concreto estructural	
Normal	2000 - 2500	1300 - 1600	Concreto estructural y no estructural	Canto rodado, agregados de río
Pesado	2500 - 5600	3400 - 7500	Concreto para protección contra radiación gamma o X, y contrapesas	Piedra barita, magnetita

Nota: Clasificación de agregado según el tipo de concreto y su densidad. Tomado de Tecnología del concreto y mortero, por Sánchez de Guzmán (2001).

c) Agua

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar el concreto. (Pasquel, 1998)

Pasquel (1998), indica que el agua es un elemento esencial, el cual presenta diferentes funciones durante los procesos de preparación de la mezcla y el curado del concreto, los cuales se profundizarán a continuación:

- AGUA PARA MEZCLA

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción del concreto, consiste en establecer su empleabilidad para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto. Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia,

manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, etc. (Pasquel, 1998)

- AGUA PARA CURADO

En general, el agua que es adecuada para la mezcla también lo es para el curado; sin embargo, el hierro y la materia orgánica pueden ocasionar manchas, especialmente si el agua fluye lentamente sobre el concreto y se evapora con rapidez. En algunos casos la decoloración es insignificante y cualquier agua adecuada para mezcla, incluso de calidad ligeramente menor, es adecuada para el curado; pero, es esencial que esté exenta de sustancias que ataquen al concreto endurecido. (Pasquel, 1998)

Tabla 5

Requisitos para mezclado y curado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en NaHCO ₃)	1000 ppm máximo
Sulfatos (Ion SO ₄)	600 ppm máximo
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máximo
PH	Entre 5.5 y 8

Nota: Límites permisibles máximos en ppm para el mezclado y curado del concreto. Tomado de la Norma Técnica Peruana 339.088, por la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI (2006).

C. Propiedades

Diversos autores, como Pasquel (1998) y ASOCRETO (2010), afirman que el concreto, en estado fresco y endurecido, posee varias propiedades físicas, químicas y mecánicas, tales como:

- Trabajabilidad
- Consistencia
- Segregación
- Exudación
- Elasticidad
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión
- Impermeabilidad
- Durabilidad

II. Resistencia a la compresión

A. Definición

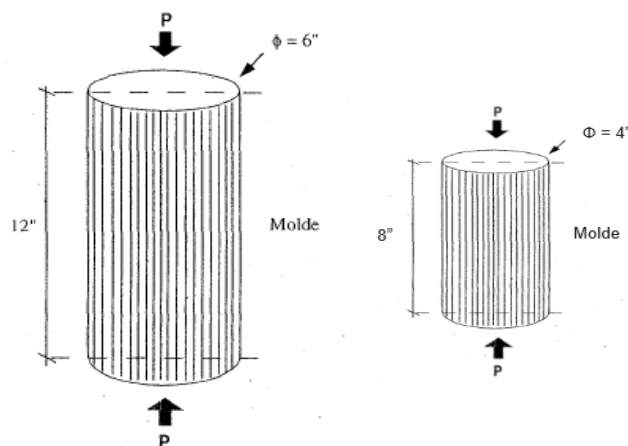
Abanto (2009) define la resistencia a la compresión como la carga máxima por una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). Se determina mediante ensayos de probetas cilíndricas normales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura (6” y 12” respectivamente, aunque puede variar a probetas de 4” de diámetro y 8” de altura), moldeadas y curadas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.034 y que son sometidas a compresión axial en máquinas especiales de laboratorio.

Los equipos que se requieren para realizar este ensayo son:

- Moldes cilíndricos, cuya longitud es el doble de su diámetro (6" y 12" o 4" y 8"). Estos deben ser de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento. Los moldes normalizados se construyen de acero.
- Barra compactadora de acero liso, de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud.
- Cuchara para muestreo y plancha de albañilería.
- Aceites derivados de petróleo, como grasa mineral blanda.

Figura 1

Detalle de moldes cilíndricos



Nota: Tomado de Tecnología del concreto, por Abanto (2009).

La resistencia en general del concreto aumenta conforme pasa el tiempo y depende principalmente del contenido de humedad que mantiene durante ese periodo de tiempo. Se sabe que la resistencia a la compresión está en función de la relación agua/cemento principalmente, por ello la búsqueda de resistencias elevadas y con ello mayor durabilidad, involucra obtener relaciones agua/cemento más bajas. (Bernable, 2012)

III. Filler calizo

A. Definición

Los filler calizos son definidos como materiales minerales, de origen natural, seleccionados mediante una adecuada preparación teniendo en cuenta su granulometría para mejorar las propiedades del cemento portland, como son la trabajabilidad y la retención de agua. Pueden tener propiedades hidráulicas latentes o puzolánicas sin que se especifique exigencias a este respecto. (González de la Cotera, 2012)

Los filler calizos son reactivos en presencia de cemento portland y dicha reactividad dependerá directamente de la naturaleza de la roca calcárea y de su estado de cristalización. Así, una calcita (CaCO_3 , mineral que comprende el mayor porcentaje de la composición de caliza) con una red cristalina desordenada brinda aumentos de resistencia más rápidos que una calcita con una red cristalina ordenada, por ende, la molienda podría "desordenar" la estructura de esta y mejorar la reactividad esperada por encima de las expectativas, debido al aumento de superficie específica que se obtiene al tener un tamaño de partícula más fino. (Bernable, 2012)

B. Composición

Para hallar la composición del filler calizo no existe una normativa peruana o especificaciones que recomienden un ensayo, técnica o método determinado; pero afortunadamente existen precedentes que emplean una técnica de caracterización de materiales no destructiva denominada difracción de rayos X, utilizada con el fin de llegar a conocer la estructura química de diversos materiales y compuestos, incluido el filler calizo.

La técnica de difracción de rayos X consiste en la aplicación de radiación X, la cual este tipo de radiación llega a generarse cuando una partícula pequeña con una elevada energía cinética incide en la muestra; la colisión de la partícula con la muestra produce una perturbación en la materia, seguidamente el difractómetro lee las perturbaciones y verifica la composición del filler calizo mostrándolas en una gráfica llamada difractograma. (Díaz, 2018)

En normas europeas se dan especificaciones para el filler calizo en su composición química; estableciendo que debe presentar carbonato de calcio (CaCO_3), mayor o igual al 75%, con la finalidad que en su adición al cemento portland que varía generalmente entre el 5% y un máximo del 30%, se obtenga mejores rendimientos de acuerdo al análisis de los ensayos proyectados. (Bernable, 2012)

Según Gonzales de la Cotera (2012) en ocasiones se encuentran elementos perjudiciales que puede contener una muestra de filler calizo, para las cuales se prescriben limitaciones con valores de alta exigencia en cuanto a la presencia de diversas arcillas y materias orgánicas. Estos valores se encuentran detallados de manera porcentual en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 6

Especificaciones de composición del filler calizo

Contenido	Ensayo de evaluación	%
Carbonato de Calcio (CaCO_3)	-	$\geq 75\%$ en masa
Arcilla	Absorción de azul de metileno	≤ 1.20 g/100g
Materia Orgánica	TOC	≤ 0.20 % masa

Nota: Materiales que componen el filler calizo. Tomado de Estudio de un cemento Portland ecológico, por Gonzáles de la Cotera (2012).

C. Características

Según Bonavetti (1998), las principales características del filler calizo son:

- Presentar un color blanco – grisáceo.
- Tiene un tamaño promedio de partículas entre 4 a 75 micras.
- Poseer un peso específico entre 2.7 g/cm^3 a 3.1 g/cm^3 .
- Poseer carbonato de calcio (CaCO_3) en su estructura; el cual es el compuesto químico que más predomina en la misma y reacciona favorablemente en la interacción con el cemento.
- No ser nocivo ante la interacción con la epidermis o el consumismo accidental.

D. Usos

Según la empresa española Calfensa (2021), el uso del filler se da en diversos sectores como:

- En obras civiles y construcción: se usa en estabilización de suelos, hormigones, morteros, fabricación de ladrillo cerámico, mezclas bituminosas, etc.
- En la industria química: adhesivos y sellantes, pinturas y barnices, desulfuración de gases, fabricación de plásticos y caucho, tuberías y accesorios de polietileno, en compuestos farmacéuticos, etc.
- En el medio ambiente: depuración de aguas, tratamiento de efluentes, valorización de residuos, reducción de emisiones de CO_2 , filtración, etc.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La sustitución del cemento portland por filler calizo en un determinado porcentaje para la elaboración de un concreto, alcanzará valores favorables de resistencia a la compresión establecidos para uso estructural.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La sustitución respecto al peso del cemento portland por filler calizo en un 5%, alcanzará resultados favorables de resistencia a la compresión del concreto y aumentará progresivamente a las edades de 7, 28 y 56 días.
- La sustitución respecto al peso del cemento portland por filler calizo en un 10% alcanzará resultados favorables de resistencia a la compresión del concreto y aumentará progresivamente a las edades de 7, 28 y 56 días.
- La sustitución respecto al peso del cemento portland por filler calizo en un 15% alcanzará resultados favorables de resistencia a la compresión del concreto y aumentará de manera progresiva a las edades de 7, 28 y 56 días.

Tabla 7

Hipótesis general

HIPÓTESIS GENERAL	COMPONENTES METODOLÓGICOS Y REFERENCIALES				
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La sustitución del cemento portland por filler calizo alcanzará resultados favorables de resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Trujillo 2021.	- Filler calizo - Resistencia a la compresión	Probetas cilíndricas de concreto	Alcanzará	Trujillo	Año 2021

Tabla 8

Hipótesis específicas

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	COMPONENTES METODOLÓGICOS Y REFERENCIALES				
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La sustitución del cemento portland por filler calizo en un 5% alcanzará resultados favorables de resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Trujillo 2021.	- Filler calizo - Resistencia a la compresión	Probetas cilíndricas de concreto	Alcanzará	Trujillo	Año 2021
La sustitución del cemento portland por filler calizo en un 10% alcanzará resultados favorables de resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Trujillo 2021.	- Filler calizo - Resistencia a la compresión	Probetas cilíndricas de concreto	Alcanzará	Trujillo	Año 2021
La sustitución del cemento portland por filler calizo en un 15% alcanzará resultados favorables de resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Trujillo 2021.	- Filler calizo - Resistencia a la compresión	Probetas cilíndricas de concreto	Alcanzará	Trujillo	Año 2021

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según su propósito

Según Baena (2017) “la investigación aplicada tiene como objeto de estudio un problema destinado a la acción y aporta nuevos hechos los cuales pueden ser útiles para la teoría”. Por lo tanto, se puede afirmar que, la presente investigación es aplicada debido a que busca determinar la influencia del filler calizo como material cementante a diferentes porcentajes en la resistencia a la compresión.

2.1.2. Según el diseño de investigación

La presente investigación se regirá por el grado de manipulación de variables, dado que se manipuló el filler calizo para determinar su efecto en la resistencia a la compresión.

Según Robles (2018) “en este tipo de investigación (Experimental) se manipulan una o más variables para determinar su efecto en una variable dependiente”. Siendo así, el tipo de investigación utilizado es el experimental, dado que se basó en la elaboración de un concreto convencional con distintos porcentajes de filler calizo en reemplazo del cemento con el fin de obtener cambios en la resistencia a la compresión del mismo.

El diseño de investigación es experimental puro debido a que se manipula de manera intencional el porcentaje de filler calizo a emplear como material cementante y con ello analizar las consecuencias generadas en la resistencia a la compresión de un concreto convencional.

Todo lo mencionado se fundamenta de acuerdo a que “El diseño experimental puro es aquel en que se manipula una o varias variables independientes para observar sus cambios en las variables dependientes en una situación de control” (Sampieri, 2006)

Los diferentes grupos de estudio se muestran en el siguiente esquema:

Grupo	Asignación	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
GC	R	-	-	O ₁
GE1	R	-	X1	O ₂
GE2	R	-	X2	O ₃
GE3	R	-	X3	O ₄

Donde:

- GC: Grupo control
- GE1, GE2, GE3: Grupos de estudio
- X1, X2, X3: Tratamientos
- O1, O2, O3, O4: Post test

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variable independiente

- Filler calizo: Se refiere al uso de diferentes porcentajes de reemplazo del cemento por filler calizo, definido como material mineral de origen natural cuyo componente principal es el carbonato de calcio. (González de la Cotera, 2012)

2.2.2. Variable dependiente

- Resistencia a la compresión: “Es una medida para determinar la capacidad que tiene el concreto de soportar una fuerza impuesta.” (ASOCRETO, 2010)

En la Tabla 9 se presenta la operacionalización de variables de investigación y en la Tabla 10 se detallan las diversas formas de clasificación de cada una de las variables

Tabla 9

Operacionalización de la variable “Resistencia a la compresión”

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	ITEMS
“Es una medida para determinar la capacidad que tiene el concreto de soportar una fuerza impuesta.” (Asocreto, 2010, p.34)	Aplicación del ensayo, sometiendo a fuerzas axiales a cada una de las probetas en estado endurecido.	CAPACIDAD DE CARGA SOPORTADA	Resistencia de diseño	kg/cm ²	NTP 339.034
			Carga máxima	kg/cm ²	
			Área de contacto	cm ²	
			Curva carga/edad	kg/cm ² días	

Tabla 10

Clasificación de variables

VARIABLE	CLASIFICACIÓN				
	Por su naturaleza	Por su escala de medición	Por su relación	Por el número de variables	Por su forma de medición
Resistencia a la compresión	Dependiente	Cuantitativa discreta	Razón	Unidimensional	Directa
Filler calizo	Independiente	Cuantitativa discreta	Razón	Unidimensional	Directa

2.3. Población y muestra

2.3.1. Unidad de estudio

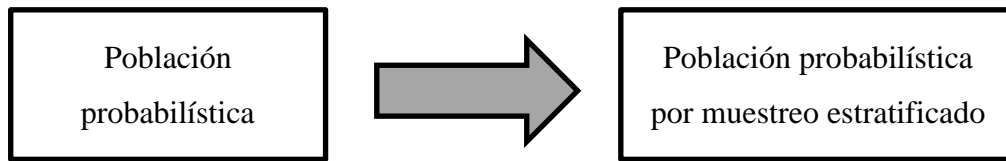
La unidad de estudio para el ensayo de compresión son las probetas de concreto normalizadas con un diámetro en la base de 04 pulgadas y una longitud o altura de 08 pulg.

2.3.2. Población

Todas las probetas cilíndricas con reemplazo del cemento portland por filler calizo en diferentes porcentajes.

2.3.3. Muestra

Debido a que todos los elementos tienen una probabilidad mayor a cero de ser seleccionadas de la muestra, la población resulta ser probabilística; por lo tanto, para obtener la muestra, el método que se utilizó fue el muestreo estratificado, dado que la población se reagrupa según estratos (porcentaje de filler calizo, número de relaciones agua/cemento y número de días de fraguado).



Para calcular el tamaño de muestra, se hizo uso del manual de estadística de la Universidad Privada del Norte (2016), donde se consideró variables cuantitativas y asumiendo poblaciones infinitas.

Estimación del tamaño de muestra

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2} \tag{1}$$

Donde:

- n_0 = Tamaño de la muestra.
- Z = es el valor de la distribución normal estandarizada para un nivel de confianza fijado por el investigador.
- S = Desviación estándar de la variable fundamental del estudio o de interés para el investigador. Obtenida por estudios anteriores, muestra piloto, criterio de experto o distribución de la variable de interés.
- E = Error del muestreo en % del estimador o en absoluto (unidades). Fijada por el investigador.

Para el ensayo de resistencia a la compresión se tomarán los siguientes valores:

$$n_0 \geq \frac{Z^2 S^2}{E^2} = \frac{(1.96)^2 (16.38)^2}{(10.5)^2}$$

$$n_0 = 9.35 \cong 10$$

Donde:

- n_0 = Tamaño de la muestra.
- $Z = 1.96$, el cual es el valor estandarizado para un 95% de confiabilidad, se tomó este valor debido a que se considera un margen de error del 5% en el equipo que se utilizara para el ensayo de compresión.
- $S = 16.38 \text{ kg/cm}^2$, esta cifra se ha obtenido al tomar el valor de coeficiente de variación del apartado de precisión que se especifica en la Norma Técnica Peruana 339.034, el cual es 7.8% para especímenes elaborados en condiciones de laboratorio, y multiplicándolo con la resistencia a la compresión promedio que se ha asignado a esta investigación, la cual es 210 kg/cm^2 .
- $E = 10.5 \text{ kg/cm}^2$, se ha considerado un error tolerable de 5% del valor promedio de resistencia a la compresión, la cual es 210 kg/cm^2 .

Según la Norma Técnica Peruana 339.034 la cantidad mínima de réplicas para la evaluación del ensayo de resistencia a compresión del concreto en probetas cilíndricas normalizadas de 4 pulgadas x 8 pulgadas es de 3 réplicas. Esta afirmación difiere del valor de la muestra calculada mediante la ecuación de estimación del tamaño de la muestra (Ecuación 1).

Finalmente, se decidió elaborar 10 réplicas para cada grupo experimental y así obtener un mejor desempeño en los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

El número total de tratamientos de probetas de concreto para evaluar la resistencia a la compresión es igual a:

$$N^{\circ} \text{ de testigos} = \text{Variable Dependiente} \times \text{Variaciones de la V. Independiente} \times \text{Tiempos de curado} \times \text{Relaciones agua/cemento} \times \text{N}^{\circ} \text{ de réplicas}$$

Reemplazando tenemos:

$$\text{Número de muestras} = (1) \times (4) \times (3) \times (2) \times (10) = 240 \text{ Probetas}$$

Finalmente, el número total de tratamientos con sustitución de filler calizo como material cementante en un concreto fueron de 240 probetas, las cuales fueron sometidas al ensayo antes mencionado.

En la tabla 11 se muestra la cantidad de réplicas de concreto que se elaboraron teniendo en cuenta relaciones agua/cemento, porcentajes de sustitución respecto al peso del cemento y las edades de curado.

Tabla 11

Muestra total de probetas

RELACIONES AGUA /CEMENTO	PORCENTAJES DEL PESO DE CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (EJEDAS DE CURADO)		
		7 DIAS	28 DIAS	56 DIAS
0.50	0%	10	10	10
	5%	10	10	10
	10%	10	10	10
	15%	10	10	10
0.60	0%	10	10	10
	5%	10	10	10
	10%	10	10	10
	15%	10	10	10
TOTAL		240 PROBETAS		

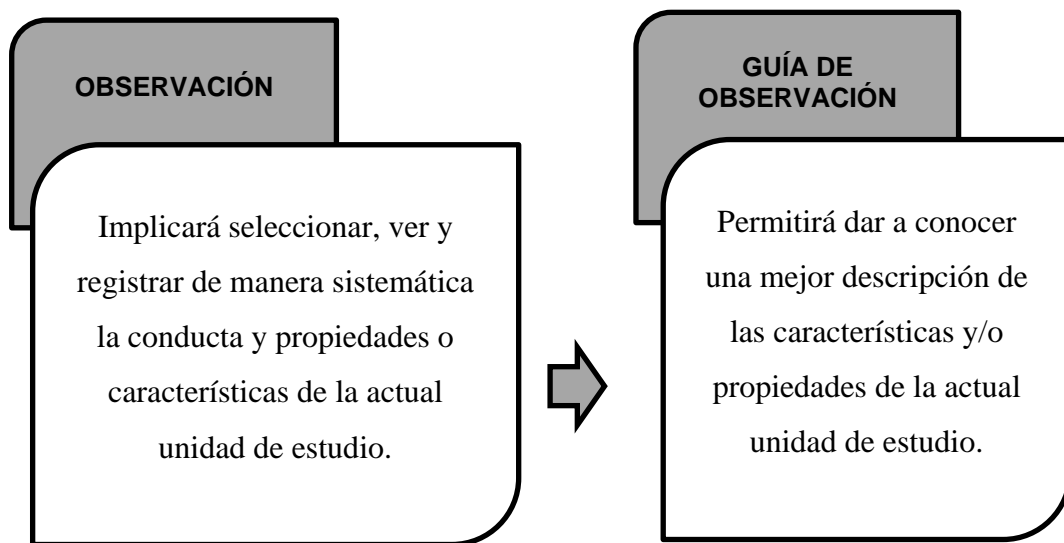
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnica de recolección de datos

La presente investigación utilizó la técnica de observación, donde esta implicó seleccionar, ver y registrar de manera sistemática la conducta y propiedades o características de la actual unidad de estudio; en el presente caso, las probetas cilíndricas de concreto.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos que se utilizó en la presente investigación fue la guía de observación, puesto que esta permitió dar a conocer una mejor descripción de las características y/o propiedades de la actual unidad de estudio.



Para hacer una adecuada recolección de datos, los ensayos se desarrollaron en el laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte.

Para la caracterización de agregados se realizaron los siguientes ensayos: Análisis granulométrico (NTP 400.012), peso específico y absorción (NTP 400.021 y NTP 400.022), porcentaje de humedad (NTP 339.185), peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017).

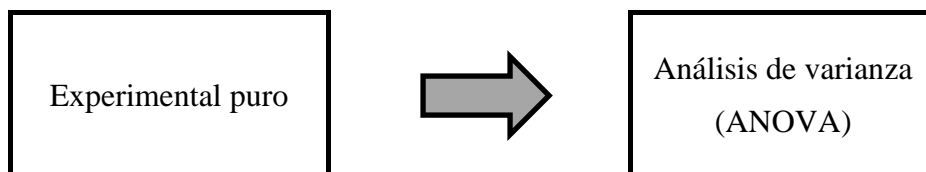
Con respecto al agua que se utilizó en la investigación presente, fue la que se provee en el laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte, dado que al ser agua potable distribuida por el sistema de alcantarillado de Trujillo y la misma ser apta para el consumo humano, cumple con los parámetros especificados en la Norma Técnica Peruana 339.088.

El diseño de mezcla se realizó siguiendo el método del módulo de finura de la combinación de agregados. También se tomó como base la Norma Técnica Peruana 339.183 y 339.033, las cuales describe el procedimiento adecuado para la elaboración, curado de especímenes y vaciado de la mezcla respectivamente. El ensayo de resistencia a la compresión se desarrolló de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.034.

2.4.3. Análisis de datos

Para el análisis estadístico de la presente investigación se empleó el método de inferencia estadística; ya que, a partir de la información empírica proporcionada por la muestra, se logró inducir el comportamiento de la población teniendo un riesgo de error mínimo mesurable en términos probabilísticos.

La prueba de hipótesis fue paramétrica porque se hizo una suposición de datos para determinar si es o no válida. Para esto fue necesario realizar una suposición de datos que se midan en escala de intervalos. Por lo tanto, se hizo uso el de **ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)** para la obtención de resultados; debido a que se cuenta con una variable dependiente.

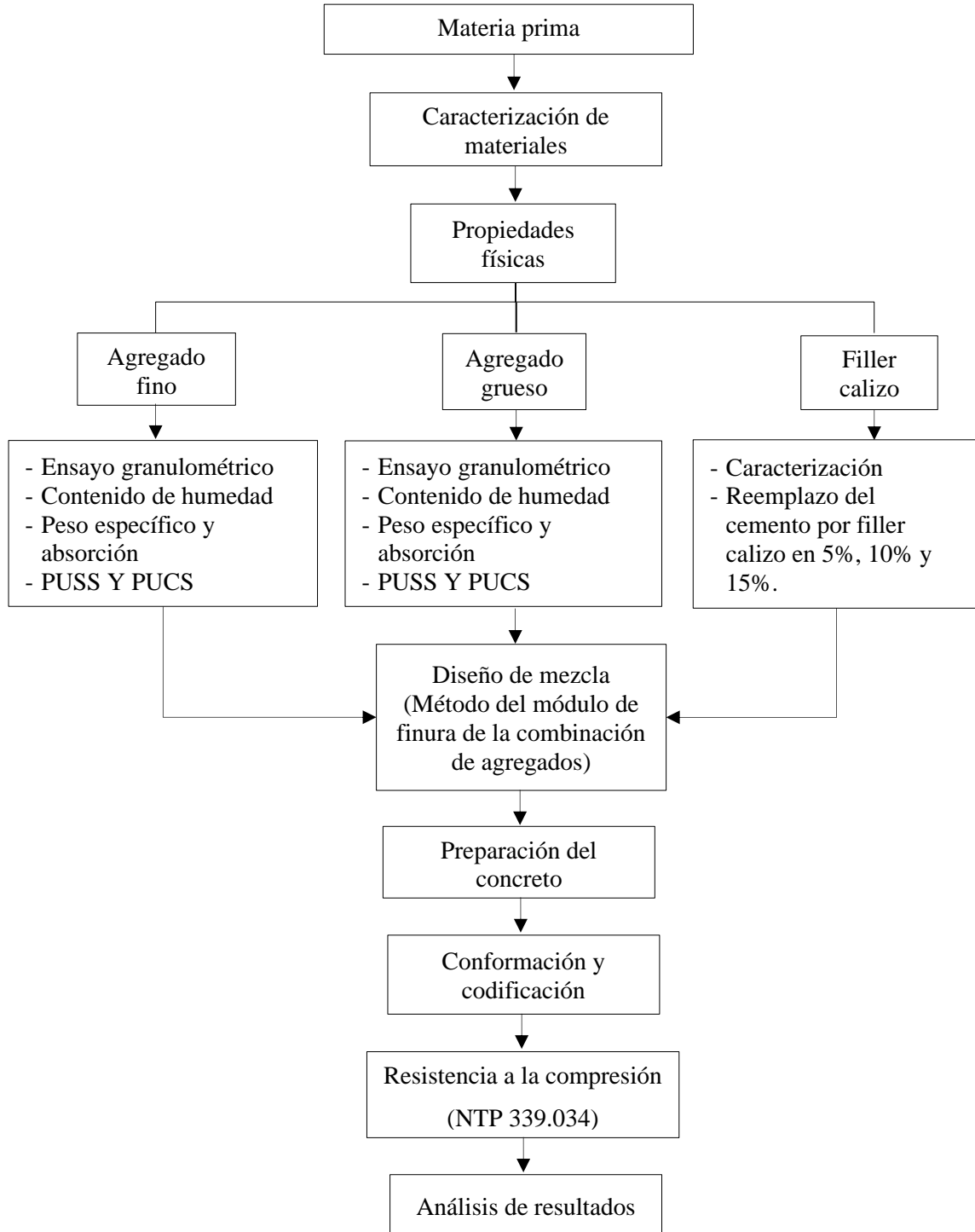


2.5. Procedimiento

En la Figura 2 se detalla todo el proceso experimental realizado en la investigación.

Figura 2

Procedimiento experimental graficado en un diagrama de procesos



2.6. Desarrollo de tesis

2.6.1. Materia Prima

Para el desarrollo de la investigación se adquirió materiales tales como agregado fino, agregado grueso, cemento y agua. Para la adquisición de estas materias primas se consideraron como primera opción las canteras ubicadas en el sector de El Milagro y en su defecto, se obtuvo en cuenta también la cercanía a la ubicación donde se desarrolló el proyecto, siendo así la mejor opción las ferreterías asociadas a DINO S.R.L. En el caso del filler calizo, este se adquirió del Laboratorio de Desarrollo e Investigación, sede en Chiclayo, de la distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L - Grupo Pacasmayo.

2.6.2. Caracterización de los agregados

A. Agregado fino

a) Ensayo granulométrico (NTP 400.012)

- Se tomó una muestra de 2 kg de agregado fino, seleccionado por cuarteo, para ser colocado en una estufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 24 horas.
- Se pesó los tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
- Se encajaron los tamices en orden decreciente de acuerdo al número.
- Se vertió el agregado desde la malla superior, se tapó y se empezó a zarandear manualmente en un aproximado de tiempo entre 5 a 15 minutos.
- Se tomó el valor del peso de cada malla con el material retenido en una balanza analítica de sensibilidad de 0.1 g y capacidad de 2 kg.

Módulo de finura del agregado fino

$$MF = \frac{(\Sigma\% \text{ retenido acumulado en N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100} \quad (2)$$

b) Contenido de humedad (NTP 339.185)

- Se tomó el peso de un recipiente metálico en una balanza de sensibilidad de 0.1 gramos (A).
- Se pesó una muestra en estado natural en el recipiente metálico (B).
- Se colocó la muestra en una estufa a $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas y posteriormente se toma la lectura del peso en estado seco (C).
- Se determinó el contenido de humedad mediante:

Contenido de humedad

$$W\% = \frac{(Ph - Ps) \times 100}{Ps} \quad (3)$$

Donde:

W%: Humedad (%)

Ph: Peso natural del material en gramos (B – A)

Ps: Peso seco del material en gramos (C – A)

c) Peso específico y absorción (NTP 400.022)

- Se sumergió 2 kg del agregado fino en agua durante 24 horas.
- Se realizó el secado del material a la intemperie hasta presentar un secado uniforme. Una vez obtenida la muestra superficialmente seca, esta se colocó en un molde cónico normalizado y se apisonó en 3 capas, con 25 apisonadas y un enrazado superficial.
- Se retiró el molde cónico, y a su vez se procuró que únicamente $\frac{3}{4}$ partes del agregado fino se mantenga de pie y en caso contrario se tuvo que volver a realizar el procedimiento explicado en el punto anterior hasta cumplir el requisito.

- Se tomó el peso del material superficialmente seco en una balanza de sensibilidad de 0.1 gramos (S).
- Se tomó el peso de una fiola de 1000 ml más agua hasta su marca de calibración (B).
- Se llenó la fiola con el material en estado superficialmente seco y se llenó con agua hasta la marca de calibración. Se tomó su peso verificando que no presente aire atrapado mediante el uso de movimientos giratorios delicadamente procurando sacar las burbujas atrapadas (C).
- Se vertió el contenido de la fiola en un depósito y se dejó secar en la estufa durante 24 horas. Se toma el peso de la muestra seca (A).
- Se utilizaron las siguientes fórmulas para obtener el peso específico y la absorción del agregado:

Peso específico aparente del agregado fino (kg/m³)

$$PEa = \frac{A}{(B + A - C)} \times 1000 \quad (4)$$

Peso específico de masa del agregado fino (kg/m³)

$$PEm = \frac{A}{(B + S - C)} \times 1000 \quad (5)$$

Peso específico SSS del agregado fino (kg/m³)

$$PEsss = \frac{S}{(B + S - C)} \times 1000 \quad (6)$$

Porcentaje de absorción del agregado fino

$$Abs (\%) = \frac{(S - A)}{A} \times 100 \quad (7)$$

d) Peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017)**Peso unitario suelto**

- Se tomaron 5 kg del total de agregado fino para ser colocado en una estufa a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
- Se determinó el volumen interno del recipiente (V) vertiendo agua en el molde hasta llenarlo. Habiendo calibrado la balanza en cero con el molde encima de esta, se tomó el peso del agua y se calculó mediante la siguiente ecuación:

Volumen interno de un recipiente (m^3)

$$\text{Volumen del recipiente} = \frac{\text{Peso del agua contenida en el recipiente}}{\text{Factor del agua según temperatura}} \quad (8)$$

- Se pesó el molde solo en una balanza (T) y se colocó sobre una superficie plana.
- Se vertió el agregado fino a una altura no mayor a 2” de la parte superior del molde hasta llenarlo.
- Se enrazó la superficie utilizando una varilla normalizada y se toma lectura de su peso (Gs).
- El peso unitario suelto seco (PUSS) se calcula mediante:

Peso unitario suelto seco (kg/m^3)

$$PUSS = \frac{(Gs - T)}{V} \quad (9)$$

- Se realizó este procedimiento tres (03) veces para poder determinar un promedio de los resultados obtenidos con el fin que el valor final represente las características de la totalidad del agregado.

Peso unitario compactado

- Se tomaron 5 kg del total del agregado fino para ser colocado en una estufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 24 horas.
- Se determinó el volumen interno del recipiente (V) vertiendo agua en el molde hasta llenarlo. Habiendo calibrado previamente la balanza en cero con el molde encima de esta, se tomó el peso del agua y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen del recipiente} = \frac{\text{Peso del agua contenida en el recipiente}}{\text{Factor del agua según temperatura}} \quad (8)$$

- Se pesó el molde solo en una balanza (T) y se colocó sobre una superficie plana.
- Se vertió el agregado fino, en tres capas compactadas por 25 golpes con una varilla metálica) a una altura no mayor a 2" de la parte superior del molde, hasta llenarlo.
- Se enrazó la superficie utilizando una varilla normalizada y se tomó lectura de su peso (Gc).
- El peso unitario compactado (PUCS) se calculó utilizando la siguiente fórmula:

Peso unitario compactado seco (kg/m^3)

$$PUCS = \frac{(Gc - T)}{V} \quad (10)$$

- Se realizó este procedimiento tres (03) veces para poder determinar un promedio de los resultados obtenidos con el fin que el valor final represente las características de la totalidad del agregado.

B. Agregado grueso

a) Ensayo granulométrico (NTP 400.012)

- Se tomaron 2 kg del agregado grueso, seleccionado por cuarteado, para ser colocado en una estufa a $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
- Se pesó los tamices $1\frac{1}{2}$ ", $3/4$ ", $3/8$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.
- Se encajaron los tamices en orden decreciente de acuerdo al tamaño de la abertura.
- Se vertió el agregado desde la malla superior, se tapó y se procedió a zarandear manualmente aproximadamente entre 5 a 15 minutos.
- Se tomó los valores de los pesos de cada malla incluido el material retenido con una balanza analítica de sensibilidad de 0.1 g y capacidad de 2 kg.
- Se determinó el módulo de finura mediante la siguiente fórmula:

Módulo de finura del agregado grueso

$$MF = \frac{(\Sigma\% \text{ ret. acum. } 1\frac{1}{2}" , 3/4" , 3/8" , N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100} \quad (11)$$

b) Contenido de humedad (NTP 339.185)

- Se utilizó el mismo procedimiento detallado para el agregado fino, y se determinó el valor de humedad mediante:

$$W\% = \frac{(Ph - Ps) \times 100}{Ps} \quad (3)$$

Donde:

W%: Humedad (%)

Ph: Peso natural del material en gramos

Ps: Peso seco del material en gramos

c) Peso específico y absorción (NTP 400.021)

- Se sumergió una muestra de preferiblemente 3 kg de agregado grueso en agua durante 24 horas.
- Se tomó el peso de la muestra saturada sumergida en agua con una balanza especial, la cual sujeta una rejilla metálica en su parte inferior (C).
- Se realizó el secado del material, utilizando una franela para cada uno de los elementos. Una vez obtenida la muestra, se tomó su peso (B).
- Se vertió la muestra superficialmente seca en un depósito y se dejó secar en la estufa durante 24 horas. Se tomó el peso de la muestra seca al horno (A).
- Se utilizaron las siguientes fórmulas para hallar el peso específico y la absorción:

Peso específico aparente del agregado grueso (kg/m³)

$$PEa = \frac{A}{(A - C)} \times 1000 \quad (12)$$

Peso específico de masa del agregado grueso (kg/m³)

$$PEm = \frac{A}{(B - C)} \times 1000 \quad (13)$$

Peso específico SSS del agregado grueso (kg/m³)

$$PEsss = \frac{B}{(B - C)} \times 1000 \quad (14)$$

Porcentaje de absorción del agregado grueso

$$Abs (\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100 \quad (15)$$

d) Peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017)

- Se realizó el mismo procedimiento detallado para el agregado fino.
- Se halló el valor del volumen del recipiente (V).
- Se tomó lectura del peso del molde vacío (T) y el peso del molde lleno con material para ambos casos, peso unitario suelto (Gs) y peso unitario compactado (Gc).
- Se reemplazaron los valores obtenidos en las siguientes fórmulas:

Peso unitario suelto

$$PUSS = \frac{(Gs - T)}{V} \quad (9)$$

Peso unitario compactado

$$PUCS = \frac{(Gc - T)}{V} \quad (10)$$

C. Filler Calizo**a) Finura**

- Se procedió a separar 50% de todo el material.
- A continuación, se tamizó el material anteriormente separado a través de la malla N° 200.
- Se tomó únicamente el material pasante a través de dicha malla y así obtener una finura similar a la que presenta el cemento.

Esto se realizó con la finalidad de uniformizar el material y disminuir la variabilidad de los resultados.

b) Peso específico

El valor del peso específico fue proporcionado por el Laboratorio de Desarrollo e Investigación, sede en Chiclayo, de la distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L. - Grupo Pacasmayo; siendo de 3000 kg/m³. Este valor es menor al peso específico del cemento utilizado en la presente investigación.

2.6.3. Diseño de mezcla (Método del módulo de finura de la combinación de agregados)

Para el cálculo de los pesos y proporciones de cada material se empleó el método de módulo de finura de la combinación de agregados. Para obtener dichos pesos se hizo uso de los datos obtenidos en la caracterización de los materiales y se tomó en cuenta también algunas consideraciones para el correcto diseño. Estas consideraciones fueron las siguientes:

- El conocimiento de las características de los materiales, dado que así se obtuvo el tipo de cemento, la cantidad a utilizar y el valor de su peso específico.
- Se halló los módulos de finura de los agregados grueso y fino, mediante los ensayos granulométricos.
- Se halló el TMN del agregado grueso con el cual se obtuvo la cantidad de aire atrapado.
- Se determinó que las dos relaciones agua/cemento a utilizar para el diseño fueran de 0.5 y 0.6, dado que son proporciones cercanas a los antecedentes presentados.
- Con el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el valor de asentamiento que adquirió la mezcla, se determinó la cantidad de agua a utilizar.
- Para la obtención del coeficiente “m” (módulo de finura de la combinación) se halló en una tabla que considera la cantidad de bolsas por metro cubico conjuntamente con el tamaño máximo nominal del agregado grueso. (Ver ANEXO N° 46)
- Para el porcentaje de agregado fino a utilizar en el diseño de mezcla se halló mediante la siguiente fórmula:

Porcentaje de agregado fino

$$\%f = \left(\frac{\text{Módulo de finura A.G.} - m}{\text{Módulo de finura A.G.} - \text{Módulo de finura A.F.}} \right) \times 100 \quad (12)$$

- Para el porcentaje de agregado grueso a utilizar en el diseño en el diseño de mezcla se halló mediante la siguiente fórmula:

Porcentaje de agregado grueso

$$\%g = (1 - \%f) \times 100 \quad (17)$$

Las dosificaciones que se elaboraron para cada mezcla de concreto fueron uniformes, con la excepción de los porcentajes de reemplazo del cemento por filler calizo en las dosificaciones de 5%, 10% y 15%.

2.6.4. Preparación del concreto

Los materiales utilizados para la preparación del concreto fueron: agregado fino, agregado grueso, agua y cemento. Se usaron herramientas tales como balanza, badilejo, baldes, recipientes y trompo de mezclado. Con los pesos y proporciones obtenidos a partir del cálculo de diseño de mezcla, se hizo uso de los componentes sólidos antes mencionados; donde los materiales fueron vertidos en el trompo de mezclado para su homogenización y con ello se obtuvo como resultado una mezcla de concreto fluida.

2.6.5. Conformación y codificación de probetas

Las probetas cilíndricas fueron conformadas en moldes de 4” de diámetro por 8” de altura, con las dosificaciones de concreto anteriormente planteadas. Luego de conformar las probetas cilíndricas se procedió a codificarlas para distinguir cuál mezcla se utilizó en cada una de ellas. Luego, se dejó que las probetas de concreto obtengan las resistencias deseadas conservándolas durante 14, 28 y 56 días en una fosa de curado, todo ello con el fin de obtener un mejor desempeño en los ensayos de resistencia a la compresión a las que fueron sometidas terminados sus respectivos periodos de curado.

2.6.6. Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034)

- Para el proceder del ensayo se hizo uso de probetas de concreto de 4” de diámetro por 8” de altura.
- Se midieron las dimensiones de los diámetros de las probetas por ambas caras.
- Se colocaron las probetas entre dos láminas de neoprenos normalizadas.
- Las probetas se pasaron a la prensa hidráulica para hallar el valor de rotura.
- Se determinó el valor de la resistencia a la compresión ($f'c$) de las probetas de concreto de la siguiente manera:

Resistencia a la compresión (kg/cm^2)

$$F'c = \text{Carga de rotura} / \text{Área de contacto} \quad (18)$$

2.7. Aspectos éticos

Finalmente, en el ámbito de los aspectos éticos; como primera consideración en el estudio realizado se prevaleció la no manipulación de datos, garantizando la no adulteración y/o cambios de los valores obtenidos en los ensayos elaborados; los valores expuestos fueron recopilados tal y como se suscribe en los reportes de control y guías de observación mostradas en los anexos. En segunda consideración, se le dio la relevancia el citar a los autores de los cuales se extrajeron información, para así efectuar satisfactoriamente todas las fases del estudio. Como tercera y última consideración, se certifica la veracidad y transparencia de los resultados obtenidos, dado que en las fases de elaboración del estudio se contó con el soporte y el atestiguamiento de los encargados de Laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte y principalmente del Ing. Vázquez Díaz, el asesor del presente estudio.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Caracterización del agregado fino

En la Tabla 12 se detallan los valores obtenidos de los ensayos empleados para la caracterización del agregado fino.

Tabla 12

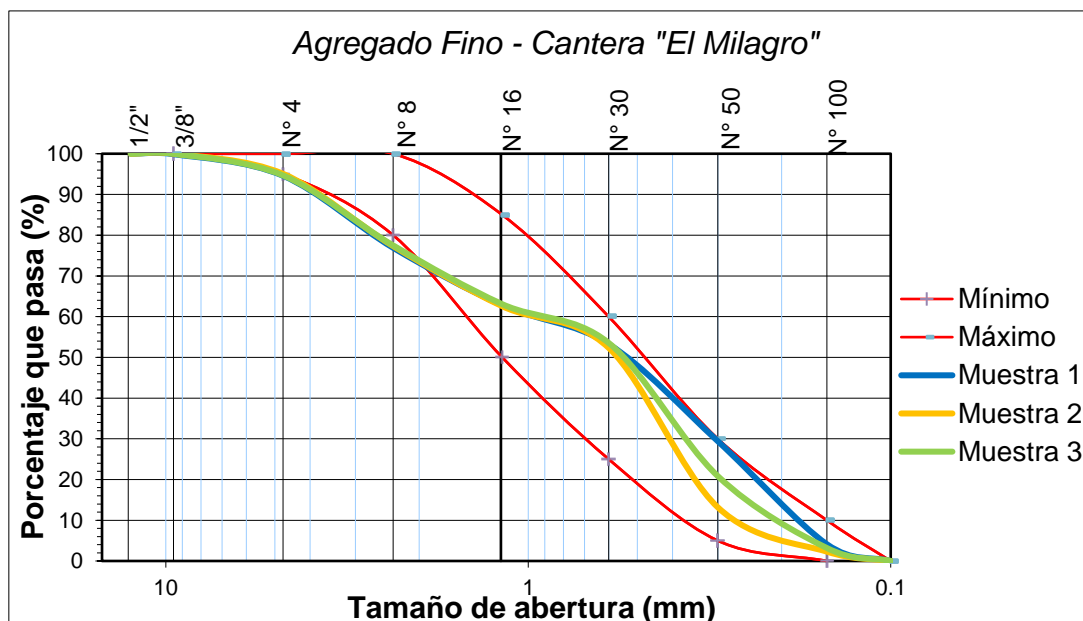
Resultados de la caracterización del agregado fino

ENSAYO	UNIDAD	VALOR
Módulo de finura	-	2.88
TMN	-	N° 4
Peso específico aparente	Kg/m ³	2715.34
Peso específico de masa	Kg/m ³	2639.05
Peso específico SSS	Kg/m ³	2667.15
Absorción	%	1.06
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1555.67
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1740.54
Contenido de Humedad	%	1.48

En la Figura 3 se aprecian las curvas granulométricas de las 3 muestras ensayadas de agregado fino, además de sus límites máximo y mínimo.

Figura 3

Curva granulométrica del agregado fino en tres muestras



3.2. Caracterización del agregado grueso

En la Tabla 13 se muestran los valores obtenidos de los ensayos utilizados para la caracterización del agregado grueso.

Tabla 13

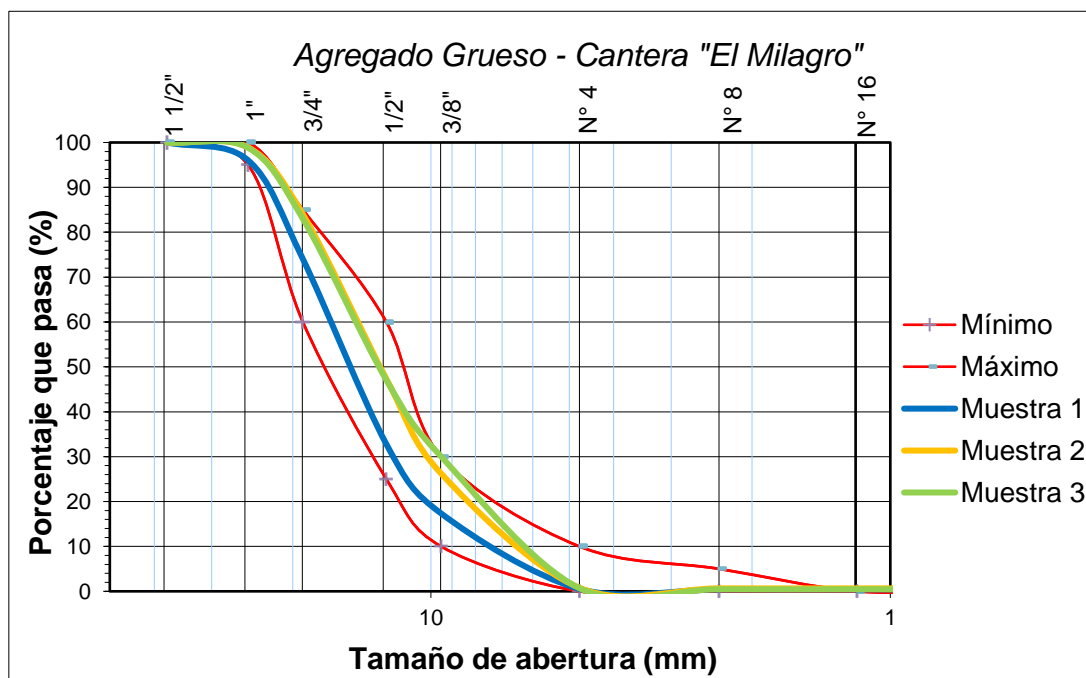
Resultados de la caracterización del agregado grueso

ENSAYO	UNIDAD	VALOR
Módulo de finura	-	6.92
TMN	-	½
Peso específico aparente	Kg/m ³	2743.75
Peso específico de masa	Kg/m ³	2616.24
Peso específico SSS	Kg/m ³	2662.71
Absorción	%	1.78
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1557.57
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1655.44
Contenido de Humedad	%	0.98

En la Figura 4 se aprecian las curvas granulométricas de las 3 muestras ensayadas de agregado grueso, además de límites máximo y mínimo.

Figura 4

Curva granulométrica del agregado grueso en tres muestras



3.3. Diseño de mezcla

En las Tablas 14 y 15 se muestran los resúmenes de los diseños de mezcla empleados.

Tabla 14

Resumen de pesos por tanda de 25 litros de cada diseño de mezcla

Material	PESOS POR TANDA DE 25 L (kg)							
	Relación agua/cemento = 0.50				Relación agua/cemento = 0.60			
	Mezcla	5%	10%	15%	Mezcla	5%	10%	15%
	Patrón	Filler	Filler	Filler	Patrón	Filler	Filler	Filler
	1	Calizo	Calizo	Calizo	2	Calizo	Calizo	Calizo
Cemento Portland	11.00	10.45	9.90	9.35	8.93	8.48	8.03	7.59
Agua	5.63	5.63	5.63	5.63	5.49	5.49	5.49	5.49
Agregado Fino	16.58	16.58	16.57	16.56	17.45	17.44	17.44	17.43
Agregado Grueso	24.56	24.55	24.54	24.53	25.85	25.84	25.83	25.82
Filler Calizo	0.00	0.55	1.10	1.65	0.00	0.45	0.89	1.34
TOTAL	57.77	57.75	57.74	57.72	57.71	57.70	57.68	57.67

Tabla 15

Resumen de proporción en volumen de cada diseño de mezcla

Material	PROPORCIÓN EN VOLUMEN							
	Relación agua/cemento = 0.50				Relación agua/cemento = 0.60			
	Mezcla	5%	10%	15%	Mezcla	5%	10%	15%
	Patrón	Filler	Filler	Filler	Patrón	Filler	Filler	Filler
	1	Calizo	Calizo	Calizo	2	Calizo	Calizo	Calizo
Cemento Portland	0.141	0.134	0.127	0.120	0.114	0.109	0.103	0.097
Agua	0.220	0.220	0.220	0.220	0.214	0.214	0.214	0.214
Agregado Fino	0.248	0.247	0.247	0.247	0.261	0.260	0.260	0.260
Agregado Grueso	0.371	0.371	0.371	0.371	0.391	0.391	0.391	0.390
Filler Calizo	0.00	0.007	0.015	0.22	0.00	0.006	0.012	0.018
Aire atrapado	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020

3.4. Resistencia a la compresión del concreto

En la figura 5 y figura 6 se muestran los resultados condensados gráficamente de los ensayos de resistencia a la compresión de las 240 probetas de concreto, donde se puede observar una disminución de estos en la mayoría de los casos.

Figura 5

Resistencias alcanzadas de acuerdo al porcentaje de filler calizo ($Ra/c = 0.5$)

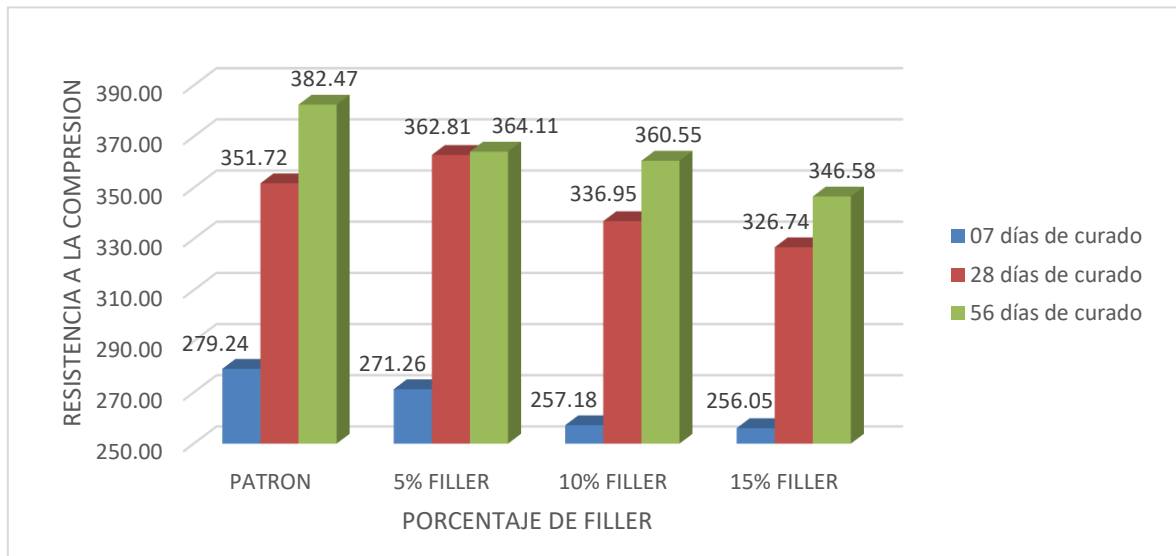
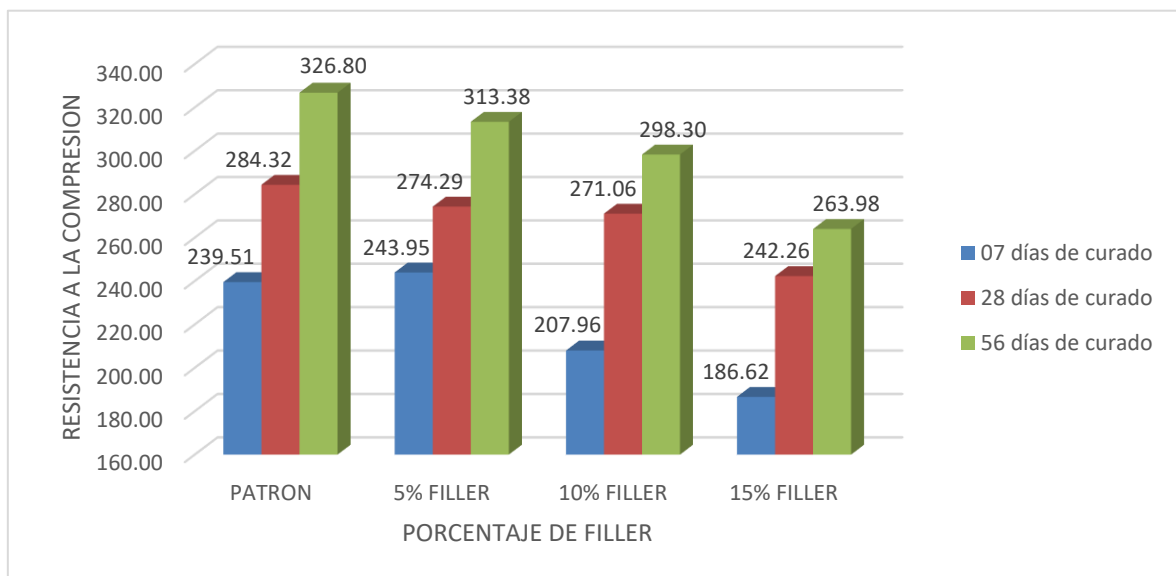


Figura 6

Resistencias alcanzadas de acuerdo al porcentaje de filler calizo ($Ra/c = 0.6$)



3.5. Análisis de costos

El análisis de costos del concreto elaborado en la presente investigación se muestran en la Figura 7. Se utilizaron los precios actualizados brindados por las tiendas donde se adquirieron los materiales para la elaboración de las probetas, los cuales incluyen el Impuesto General a la Venta (IGV). tal como se muestra en la Tabla 16. Los precios se consideraron a fecha de enero del 2021 en la ciudad de Trujillo. (Ver ANEXOS N° 47 y 48)

Tabla 16

Costos de materiales para elaboración de concreto

MATERIAL	TIENDA	UNIDAD	C.U. (S/.)
Cemento Pacasmayo Tipo I	ALCA EIRL	Bolsa	24.50
Agregado fino	GAMBOA	M ³	40.00
Agregado grueso	GAMBOA	M ³	50.00

Nota: Precios de los materiales utilizados en la elaboración de concreto, brindados por los proveedores donde se adquirieron, considerado a enero del 2021.

Con respecto al costo del agua se tomó como referencia la tarifa establecida por SEDALIB S.A., la cual es la empresa encargada de la distribución de agua en la región La Libertad, considerándola dentro de la categoría de uso comercial, obteniendo así un costo fijo de 4.381 soles por m³. (Ver ANEXO N° 49)

Con relación al costo del filler calizo, se consideró como un valor depreciable debido a que no existe un mercado comercial en Perú de este. De igual manera, considerando el costo de este material en el extranjero, la conversión a la moneda nacional demuestra ser de igual manera depreciable.

Para determinar el número de bolsas de cemento a utilizar, se determinó la cantidad de metros cúbicos que hay en una bolsa de cemento portland tipo I. Para ello se hizo uso de la ecuación general de peso específico, mostrada a continuación:

Ecuación general del peso específico

$$Pe = \frac{m}{V} \quad (19)$$

Donde:

Pe = Peso específico del cemento (3120 kg/m³)

m = Masa del cemento (42.5 kg)

V = Volumen del cemento (m³)

A continuación, se pasó a dividir las proporciones en volumen de cemento para cada mezcla, indicadas en la tabla 15, entre el valor de volumen del cemento para 1 bolsa de 42.5 kg, hallado mediante el uso de la ecuación general de peso específico (Ecuación 19), mostrado a continuación:

$$V = \frac{42.5}{3120} m^3$$

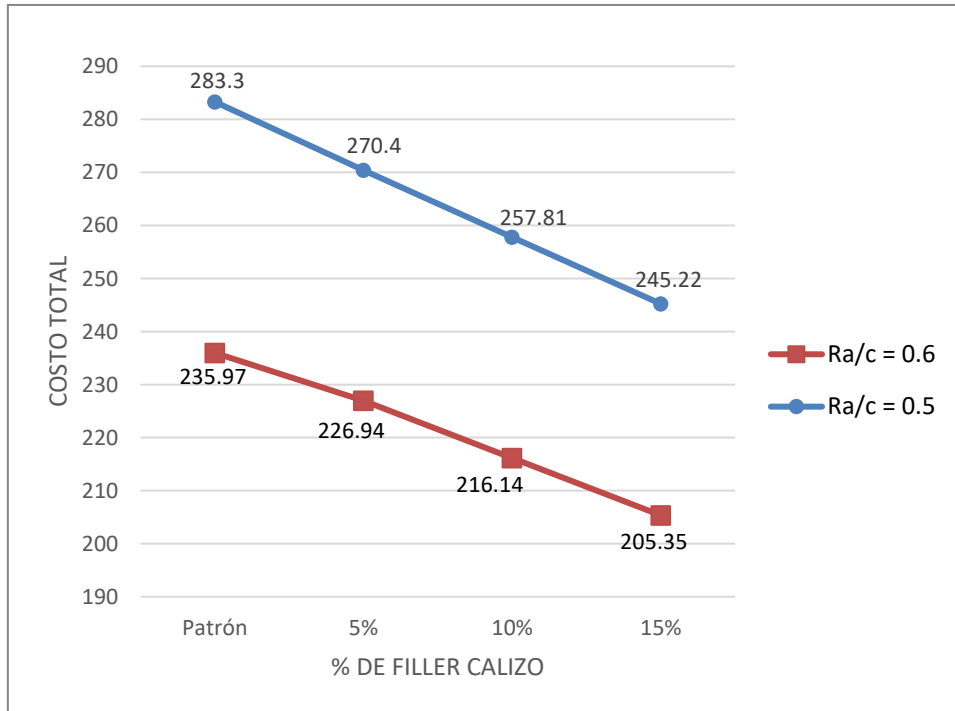
$$V = 0.0136 m^3$$

Por otro lado, en el caso de los agregados fino y grueso, con el fin de poder determinar la cantidad de material para 1 m³ de concreto se tomó en cuenta los valores hallados en las proporciones en volumen del total de la mezcla de concreto, los cuales se pueden apreciar en la tabla 15.

En la Figura 7 se muestra el cuadro de costos detallado, obtenido para cada mezcla de concreto, teniendo en cuenta los valores, precios y proporciones recolectados en los párrafos anteriores.

Figura 7

Análisis de costos totales para ambas relaciones agua/cemento



Nota: El eje “x” representa la variación en el reemplazo de cemento por filler calizo y el eje “y” representa la variación de costo total. Elaboración propia.

3.6. Análisis de datos

Para la prueba de normalidad se consideran como hipótesis las siguientes:

- **Hipótesis nula (H_0):** La variable “resistencia a la compresión del concreto” en la población tiene una distribución normal.
- **Hipótesis alterna (H_1):** La variable “resistencia a la compresión del concreto” en la población tiene una distribución diferente a la normal.

Los resultados se ingresaron al Programa IBM SPSS Statistics y en la Tabla 17 se muestra el valor de significancia obtenido para cada uno de los grupos experimentales contemplados en la presente tesis, con los que se puede confirmar si la población presenta una distribución normal o no.

Tabla 17

Normalidad de los datos de Resistencia a la compresión

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón – 07 días - Ra/c=0.5	.948	10	.644
Patrón – 28 días - Ra/c=0.5	.915	10	.320
Patrón – 56 días – Ra/c=0.5	.884	10	.146
Patrón – 07 días – Ra/c=0.6	.890	10	.171
Patrón – 28 días – Ra/c=0.6	.946	10	.619
Patrón – 56 días – Ra/c=0.6	.909	10	.276
Filler 5% – 07 días – Ra/c=0.5	.885	10	.848
Filler 5% – 28 días – Ra/c=0.5	.940	10	.548
Filler 5% – 56 días – Ra/c=0.5	.890	10	.169
Filler 5% – 07 días – Ra/c=0.6	.949	10	.657
Filler 5% – 28 días – Ra/c=0.6	.868	10	.094
Filler 5% – 56 días – Ra/c=0.6	.915	10	.314
Filler 10% – 07 días – Ra/c=0.5	.966	10	.147
Filler 10% – 28 días – Ra/c=0.5	.943	10	.584
Filler 10% – 56 días – Ra/c=0.5	.951	10	.550
Filler 10% – 07 días – Ra/c=0.6	.972	10	.907
Filler 10% – 28 días – Ra/c=0.6	.888	10	.161
Filler 10% – 56 días – Ra/c=0.6	.921	10	.369
Filler 15% – 07 días – Ra/c=0.5	.926	10	.408
Filler 15% – 28 días – Ra/c=0.5	.950	10	.663
Filler 15% – 56 días – Ra/c=0.5	.940	10	.681
Filler 15% – 07 días – Ra/c=0.6	.934	10	.492
Filler 15% – 28 días – Ra/c=0.6	.921	10	.366
Filler 15% – 56 días – Ra/c=0.6	.975	10	.932

Nota: Elaborado con el Programa IBM SPSS Statistics.

Para el análisis de varianza se utilizará la prueba ANOVA considerando como hipótesis las siguientes:

- **Hipótesis nula (H_0):** El reemplazo del cemento portland por filler calizo en diferentes porcentajes no influye en la resistencia a la compresión.
- **Hipótesis alterna (H_1):** El reemplazo del cemento portland por filler calizo en diferentes porcentajes influye significativamente en la resistencia a la compresión.

Al ingresar los resultados de resistencia a la compresión en el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) y separarlos en grupos de acuerdo a los tiempos de curado y las relaciones agua/cemento; se obtuvo como resultado los valores de significancia mostrados en las Tablas 18, 19, 20, 21, 22 y 23.

Tabla 18

Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 7 días de curado y Ra/c=0.5)

Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3797.898	3	1265.966	4.623	.008
Dentro de grupos	9857.339	36	273.815		
Total	13655.237	39			

Nota: Elaborado con el programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 19

Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 28 días de curado y Ra/c=0.5)

Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7599.415	3	2533,138	5.775	.002
Dentro de grupos	15789.953	36	438,610		
Total	23389.368	39			

Nota: Elaborado con el programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 20

Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 56 días de curado y Ra/c=0.5)

Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6554.658	3	2184.886	8.210	.000
Dentro de grupos	9580.276	36	266.119		
Total	16134.935	39			

Nota: Elaborado con el programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 21
Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 07 días de curado y Ra/c=0.6)

Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22124.833	3	7374.944	54,011	.000
Dentro de grupos	4915.659	36	136.546		
Total	27040.492	39			

Nota: Elaborado con el programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 22
Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 28 días de curado y Ra/c=0.6)

Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9779.032	3	3259.677	16.143	.000
Dentro de grupos	7269.507	36	201.931		
Total	17048.540	39			

Nota: Elaborado con el programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 23
Análisis de varianza ANOVA (mezclas con 56 días de curado y Ra/c=0.6)

Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21913.373	3	7304.458	41.342	.000
Dentro de grupos	6360.630	36	176.684		
Total	28274.003	39			

Nota: Elaborado con el programa IBM SPSS Statistics.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Inicialmente se decidió evaluar, además de la resistencia a la compresión del concreto, la porosidad de este mismo utilizando la Norma UNE-EN 12390-8. Lamentablemente, en vista de la emergencia sanitaria a nivel mundial del Covid-19, las probetas elaboradas para tal ensayo fueron desechadas antes de poder ser transportadas a la ciudad de Lima. De la misma manera, el desarrollo y avance de la presente investigación se vio paralizado debido a las medidas de inmovilización social a raíz de la pandemia.

Pese a la interrupción por la emergencia sanitaria, se decidió centrar toda la investigación en la evaluación de la resistencia a la compresión y la influencia que tiene el filler calizo actuando como material cementante y sustituyendo porcentualmente la cantidad de cemento portland tipo I en una mezcla de concreto. Para ello, fue necesario realizar ensayos físicos, químicos y mecánicos de los agregados, el agua y el filler calizo. Cada ensayo se elaboró mediante procedimientos y evaluaciones de acuerdo a los lineamientos que se establecen en las normas técnicas peruanas (NTP).

Caracterización de agregados

Las propiedades físicas más influyentes de los agregados, tanto para el grueso como para el agregado fino, en la elaboración de un concreto son principalmente: el análisis granulométrico, módulo de finura, peso unitario suelto y/o compactado, peso específico y absorción. Los resultados obtenidos para cada uno de los ensayos de la caracterización fueron evaluados según los rangos permisibles establecidos por las normas técnicas peruanas NTP 400.037 y NTP 339.034, con ello se verifica la calidad para ser considerado apto.

Uno de los ensayos más importantes en la caracterización de los agregados es el análisis granulométrico, este ensayo se detalla en la NTP 400.012 y la NTP 400.037, sus especificaciones nos muestran la graduación y los diferentes tamaños admisibles de las partículas que deben presentar los agregados para que sea apto su uso en la elaboración del concreto. En las Tablas 12 y 13 y las Figuras 3 y 4 se encuentran los análisis granulométricos elaborados con tres muestras diferentes tanto para el agregado grueso como para el fino (Ver a detalle en ANEXOS N° 4, 5, 6, 7, 8 y 9), se puede apreciar que la distribución de partículas de las tres muestras analizadas se encuentra dentro de los límites y parámetros que exige las normativas antes mencionadas. Así también con el ensayo de granulometría se obtuvo los tamaños máximos nominales (TMN) y los módulos de finura para los dos tipos de agregados; para la obtención de los tamaños máximos nominales se contempló el valor más alto que tuvo cada agregado en los tamices; en el agregado grueso, el tamiz con mayor cantidad de material retenido de piedra se halló en el la malla de 1/2" para las tres muestras analizadas, con lo cual se asevera que el TMN para el agregado grueso fue de 1/2"; de igual forma en el agregado fino, el tamiz con mayor cantidad de material retenido en las tres muestras de arena se halló en la malla N° 4 que equivale a 4.76 mm, con lo cual se afirma que el TMN para el agregado fino fue de la malla N° 4. Respecto al módulo de finura de los agregados se obtuvo mediante la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados, dando como resultado que el módulo de finura en el agregado grueso alcanzó un valor de 6.92 y, por otro lado, para el agregado fino se logró un valor de 2.88.

Los agregados expuestos al medio ambiente adquieren cierto grado de humedad, el cual influye directamente en la relación agua/cemento. En la NTP 339.185 no se establece un límite para el contenido de humedad ni para el porcentaje de absorción en los agregados. Respecto a ello, luego de ejecutar los procedimientos detallados para la obtención de

porcentaje de contenido de humedad y porcentaje de absorción establecidas en la norma antes mencionada. Los resultados del agregado grueso respecto a su contenido de humedad fueron de 0.98%; y para su absorción, de 1.78%; de igual forma los resultados obtenidos para el agregado fino respecto al contenido de humedad fue 1.48%; y su absorción, de 1.06%.

Los pesos unitarios sueltos y compactados de los agregados nos permiten realizar la conversión de los pesos en volúmenes y viceversa. Con base a la NTP 400.017 se ejecutó los procedimientos de llenado directamente, compactado y vaciado del recipiente metálico en tres oportunidades para los dos tipos de pesos unitarios y en los dos tipos de agregado; obteniendo así para el agregado grueso un peso unitario compactado (PUC) promedio de 1655.44 kg/m³ y en el peso unitario suelto (PUS) promedio de 1557.57 kg/m³; y con respecto al agregado fino se obtuvo un peso unitario compactado (PUC) promedio de 1740.54 kg/m³ y en el peso unitario suelto (PUS) promedio de 1555.67 kg/m³.

Los valores de los pesos específicos en los agregados, sirve como un indicador de calidad, dado que si los valores son elevados disminuyen la absorción y porosidad y por tal influyen en la mejora del comportamientos de los agregados para el concreto; es así que basado en la norma técnica peruana N.T.P 400.022 se ejecutó los procedimientos establecidos en dicha norma para los dos tipos de agregados, obteniendo un peso específico promedio para el agregado grueso de 2620 kg/m³ y un peso específico promedio para el agregado fino de 2640 kg/m³.

Agua potable para mezcla

Para que el uso del agua sea idóneo en el amasado y curado del concreto se debe tener un principio básico según la NTP 339.088, el cual es ser apto para el consumo humano, ya que así al presentar una condición limpia, poseer valores de impurezas debajo de los

límites permisibles que indica el ente regulador del agua SUNASS (Superintendencia nacional de servicios de saneamiento), y tener un pH entre 6.5- 8.5 establecidos por la misma entidad, no producirá alteraciones en factores como la hidratación del cemento, en el fraguado y posterior endurecimiento de la mezcla, en la reducción de sus resistencias mecánicas y en su durabilidad.

Para cumplir con todo lo establecido anteriormente se evaluó el agua del laboratorio de concreto UPN, con el uso de un Set analizador de cloro y pH marca Humboldt, obteniendo un valor de pH de 7.8 y un valor de Cloro de 0.6, los dos valores se encuentran dentro de los límites permisibles decretados por la SUNASS y por tal también se cumple con las especificaciones de la NTP 339.088. Con ello se demuestra que el agua utilizada en la presente investigación no perjudica las propiedades evaluadas en el concreto.

Filler calizo

El tamaño particular de filler calizo según lo afirmado por Bonavetti (1998) en su investigación “*Cementos con filler Calcáreo*” está por debajo de las 75 μm (micras). El resultado obtenido del ensayo de granulometría al filler calizo, fue el paso del 100% del material en la malla N° 200, sabiendo que la equivalencia de esta malla es de 74 μm (micras), se concuerda y corrobora lo establecido por Bonavetti (1998). Además, este resultado se reafirma con la ficha técnica de la empresa española IMECO S.A, la cual especifica que en sus propiedades físicas de su filler calizo, este posee un tamaño de 4 - 75 μm (micras).

Propiedades físicas tales con el peso específico pueden variar de acuerdo a su tipo. El filler calizo comúnmente tiene un peso específico aproximado entre 2.7 g/ cm^3 – 3.1 g/ cm^3 , dicha propiedad sirve como indicador de calidad, puesto que al presentar valores elevados disminuye la absorción y porosidad, todo esto establecido en la investigación de

Bonavetti (1998) en su investigación “*Cementos con filler Calcáreo*”. El peso específico del filler calizo utilizado fue de 3.0 g/ cm³, cuyo valor se encuentra en los parámetros aproximados que se han mencionado anteriormente y con ello se demuestra la afinidad de resultados con la investigación de Bonavetti (1998), así este valor puede influenciar en el cemento con su sustitución y en la mejora de las propiedades.

Para que el uso de filler calizo sea apto como material cementante, no hay normas que contengan especificaciones o límites admisibles para su inclusión en el cemento. Gonzales de la Cotera (2012) en su investigación “*estudio de un cemento portland ecológico*”, asevera que el porcentaje de filler calizo en cementos adicionados debe tener un contenido de carbonato de calcio (CaCO₃) mayor al 75% de su masa, para que así su uso sea adecuado como adiconante al cemento portland, además de ello basado en investigadores según sus propias palabras, propone que algunos de los componentes químicos presentes en el filler calizo como: el óxido de aluminio (Al₂O₃) , óxido de azufre (SO₃) y el óxido de magnesio (MgO), no deben presentar porcentajes mayores al 2%, 0.5% y 5% respectivamente; por todo ello, para tener una noción de la composición del filler calizo empleado en la presente investigación, se tomaron en cuenta investigaciones semejantes que hicieron uso de dicho material. Autores como Bonavetti (1998) en su investigación “*Cementos con Filler Calcáreo*” y Díaz (2018) en su investigación “*Influencia del Mármol Reciclado sobre la Fluidéz, Reactividad, Densidad y Compresión, en Morteros Ecológicos*”, emplearon una técnica de caracterización básica no destructiva llamada difracción de rayos X (DRX), el cual les proporcionó información de la composición estructural y química del filler calizo de forma cuantitativa y cualitativa.

La técnica de difracción de Rayos X hecha por la investigadora Bonavetti, lo realizó en una muestra de filler calizo con origen en calizas sedimentarias consiguiendo como

resultados en su composición la abundancia de carbonato de calcio (CaCO_3) en un 85 % del total de su masa y con óxidos por debajo del 1.5%; a diferencia del investigador Díaz que realizó también la misma técnica pero en un origen diferente de caliza, siendo esta de tipo metamórfica, específicamente en una muestra molida de mármol; dando como resultados de su composición la predominancia del carbonato de calcio (CaCO_3) en un 95 % del total de su masa y de óxidos menos del 0.5%. En los diferentes ensayos que analizaron los investigadores mencionados luego de haber obtenido la información de la composición química de sus calizas, en todos los casos obtuvieron resultados permisibles y/o positivos.

Con los precedentes antes descritos y logrando resultados positivos en los ensayos de compresión, se presume que el filler calizo utilizado en la investigación tuvo una composición de carbonato de calcio (CaCO_3) mayor al 75 % y de diferentes tipos de óxidos menores al 1.5%; cumpliendo de esta manera también lo puntuado por el investigador Gonzales de la Cotera (2012) en “*estudio de un cemento portland ecológico*”.

Diseño de mezcla

Para la elaboración del diseño de mezcla se utilizó el método del módulo de finura de la combinación de agregados. Algunos autores como Rivva López, en su libro “*Diseño de mezclas*”, indican que este método optimiza las proporciones de los agregados al enfocarse en los módulos de finura de estos y las relaciones agua/cemento utilizadas para obtener las cantidades totales de los materiales.

Los valores asignados para las relaciones agua/cemento de 0.50 y 0.60 se sostuvieron en base a valores cercanos descritos en investigaciones pasadas.

Los valores de cantidades y proporciones de cada material, obtenidos mediante el método antes mencionado, se especifican en las Tablas 14 y 15 en la sección de resultados.

Resistencia a la compresión del concreto

En las Figuras 5 y 6 se muestra el progreso de los resultados en promedio de la resistencia a la compresión del concreto con filler calizo en 0%, 5%, 10% y 15% a las edades de 7, 28 y 56 días de curado con relaciones agua/cemento de 0.5 y 0.6 respectivamente.

La Figura 5 muestra una tendencia decreciente, ya que presenta una disminución del 7.98 kg/cm^2 , 14.08 kg/cm^2 y 1.13 kg/cm^2 en los resultados con una relación agua/cemento de 0.5 y un tiempo de curado de 7 días, para cada aumento del porcentaje de reemplazo del filler calizo, lo cual es una reacción natural de la mezcla al reducir la cantidad de cemento. Por otro lado, se puede decir que los valores son aceptables ya que sobrepasan los 210 kg/cm^2 , valor necesario para ser considerado concreto apto para aplicación estructural.

En la variación de resultados a 28 días de curado se puede ver que existe un aumento de la resistencia de 11.09 kg/cm^2 al 5% de reemplazo, y a continuación, al igual que en el análisis anterior, se presenta una disminución sucesiva en los valores de las resistencias de 25.86 kg/cm^2 y 10.21 kg/cm^2 al 10% y 15% de reemplazo respectivamente.

De la misma manera que en el comportamiento a 07 días de curado, los resultados con un tiempo de curado de 56 días presentan una tendencia decreciente de 18.37 kg/cm^2 , 3.56 kg/cm^2 y 13.97 kg/cm^2 al 5%, 10% y 15% de reemplazo de filler respectivamente.

En la Figura 6, al contrario de la mayoría de los resultados analizados anteriormente, en los valores obtenidos a 07 días de curado con una relación agua/cemento de 0.6, se aprecia un ligero aumento de la resistencia de 4.45 kg/cm^2 en el reemplazo de 5% de filler calizo, seguido de una disminución en los siguientes casos al 10% y 15% de reemplazo de 35.99 kg/cm^2 y 21.34 kg/cm^2 . Al mismo tiempo, estos dos últimos resultados no alcanzan el valor de 210 kg/cm^2 .

Para los resultados con un tiempo de curado de 28 días se muestra una relación inversamente proporcional entre la resistencia a la compresión y el porcentaje de reemplazo de filler; es decir, la resistencia disminuye sucesivamente en 10.04 kg/cm², 3.23 kg/cm² y 34.32 kg/cm² mientras el porcentaje de filler aumenta. Además, al igual que en análisis anteriores, todos los valores de resistencia superan los 210 kg/cm² necesarios para ser aceptado como concreto apto para usos estructurales.

Por último, en los resultados con 56 días de curado, presentados en la figura 6, presentan una disminución consecuente de 13.43 kg/cm², 15.08 kg/cm² y 34.32 kg/cm², similar a las descritas anteriormente, las cuales son inversamente proporcionales.

Al realizar una apreciación conjunta de los valores de resistencia a la compresión obtenidos en ambos gráficos, se puede visualizar que para cada reemplazo de cemento por filler calizo, los valores aumentan al tener un tiempo de curado mayor, lo cual coincide con el reglamento peruano; y a su vez coincide con investigaciones como las de Bernable y Bonavetti, en las que afirman que el filler calizo tiene mayor influencia a edades tempranas.

Por otra parte, si se observa el progreso de acuerdo al porcentaje de filler se puede apreciar que existe una notable disminución en las resistencias en la mayoría de los casos, lo cual coincide con investigaciones como la de Hidalgo en la que vio decrecer la resistencia del concreto conforme se adicionaba el filler calizo obteniendo el mejor resultado en el diseño de 0% de adición con un valor mayor que los demás en hasta 89 kg/cm².

Viéndolo desde la perspectiva del porcentaje de filler se puede apreciar que únicamente para el porcentaje de 5% en ambas relaciones agua cemento existe un leve aumento, a comparación con la mezcla patrón, en 02 de los casos ($R_a/c = 0.5$ y 28 días de curado; $R_a/c = 0.6$ y 07 días de curado).

En general, la mayoría de los valores de resistencia a la compresión disminuyen mientras aumenta el porcentaje de filler calizo, lo cual coincide con los resultados de investigaciones como las de Bernable, Hidalgo y Bonavetti, a consecuencia de la disminución del cemento para ser reemplazado por filler calizo; pero al mismo tiempo estos no bajan de los 210 kg/cm² necesarios para ser considerados aptos para uso estructural.

Análisis de costos

Para una mejor visualización del análisis de costos se elaboró la Figura 7, en la cual se puede apreciar la variación del costo total por cada aumento de porcentaje de filler calizo para las relaciones agua/cemento de 0.5 y 0.6. Con este fin se recolectó en la Tabla 16 los costos de los materiales necesarios: cemento, agregados, agua y filler calizo.

Se puede apreciar en el gráfico que los costos disminuyen considerablemente al mismo tiempo que aumenta el porcentaje de filler calizo en la mezcla para ambos casos (relaciones agua/cemento), esto se debe principalmente al reemplazo del cemento, el cual representa la mayor parte del costo de la mezcla.

Ambas rectas presentan una tendencia decreciente. Entre ambas relaciones agua/cemento se contrasta una clara diferencia en el costo, siendo la dosificación perteneciente a la relación de 0.60 con 15% de reemplazo de filler calizo la más conveniente económicamente para proyectos de construcción civil.

Efectivamente también se tomó en cuenta la resistencia a la compresión de la mezcla; por ende, al analizar ambas características en conjunto se puede afirmar que la relación con 5% de filler calizo es la más conveniente; ya que, además de presentar un aumento de la resistencia a la compresión en edades tempranas, también presenta una disminución del costo total a comparación de la mezcla patrón.

Contrastación de la hipótesis

Con la finalidad de realizar la contrastación de la hipótesis se empleó el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), con el cual se analizará la influencia de la sustitución del cemento portland en diferentes porcentajes de filler calizo en la mezcla de un concreto convencional.

En primera instancia, para determinar el tipo de prueba estadística se realizó la prueba de normalidad y se decidió utilizar la prueba Shapiro – Wilk puesto que dicha prueba es aplicable cuando una muestra es menor a 50 y esta investigación cuenta con una muestra de 10. Con todo lo elaborado se logra contrastar la normalidad, así el valor de significancia no debe superar el 5% pues se está indicando una probabilidad de 0.05 y si estos valores están por debajo de esta probabilidad, se concluiría que la hipótesis nula no cumple con el número suficiente de ocasiones por lo que se deberá rechazar y aceptar la hipótesis alternativa.

Con los datos obtenidos del SPSS en la Tabla 17 se afirma que estos tienen una distribución normal, dado que, del análisis estadístico se puede apreciar una significancia mayor al 5% = 0.05 aceptándose así la hipótesis nula.

Por otro lado, como se desea saber si existe una variación significativa se pasa a utilizar el Análisis de la Varianza con un factor ANOVA (Ver Tablas 18 a 23). Con los resultados obtenidos en el Análisis de la Varianza de la resistencia a la compresión del concreto, se obtuvieron valores menores 5% = 0.05 respecto a la significancia, por lo que se acepta la hipótesis alterna o del investigador. Por todo lo expuesto, se concluye que la adición de diferentes porcentajes de filler calizo como sustituto del cemento Portland influye significativamente en la resistencia de la compresión del concreto de acuerdo al análisis estadístico ANOVA, afirmando que la hipótesis planteada en la investigación es razonable.

4.2. Conclusiones

Se logró determinar la influencia del filler calizo utilizado como sustituto del material cementante en diferentes porcentajes de 5%, 10% y 15%, con los cuales se alcanzó resultados favorables en los ensayos de resistencia a la compresión; obteniendo valores superiores a 210 kg/cm², óptimos para su uso estructural en obras de construcción civil; y al mismo tiempo con una mejora significativa en el ámbito económico.

Se elaboraron los diversos ensayos de caracterización de los agregados en base a lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas para efectuar cada procedimiento correctamente y dando como resultado que todos los materiales adquiridos cumplen con los parámetros establecidos para el correcto diseño de mezcla del concreto.

Se logró definir los diseños de mezcla para la elaboración de las probetas de concreto en dos relaciones agua/cemento mediante el uso del método del módulo de finura de la combinación de agregados; con el cual se halló las cantidades necesarias para una tanda de 25 litros de concreto a utilizar en cada relación agua/cemento y variación de porcentaje de filler calizo. Para cada diseño de mezcla se establecieron valores mínimos de Slump de 4” y 6” respectivamente.

Se elaboraron 240 probetas de concreto en moldes de 4” x 8”, con porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% de sustitución del cemento portland tipo I por filler calizo en relaciones agua/cemento de 0.50 y 0.60; para posteriormente ser ensayados a compresión en edades de curado de 7, 28 y 56 días.

Se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión del concreto utilizando los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana 339.034. Para la ejecución de estos ensayos se empleó el equipo reglamentado del Laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte; además, se adquirieron planchas circulares de neopreno certificadas para

poder obtener valores aún más precisos. Los resultados proporcionaron una respuesta positiva en un 90% de los casos al alcanzar un valor de resistencia a la compresión aceptable según los criterios pertenecientes a la norma mencionada anteriormente.

Se evaluaron los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión obteniendo un descenso de los valores al aumentar el porcentaje de sustitución del cemento portland por filler calizo en la mayoría de los casos. En dos de los casos los valores de la mezcla con 5% de reemplazo superan los de las muestras patrón; el primero, en la relación agua/cemento de 0.50 a los 28 días de curado con una resistencia promedio de 362.81 kg/cm²; y el segundo, en la relación agua/cemento de 0.60 a los 7 días de curado con una resistencia promedio de 243.65 kg/cm². Teniendo como base los datos mostrados anteriormente, se puede aseverar que el 5% de sustitución es el más óptimo para alcanzar resultados cercanos y superiores a los de una mezcla sin reemplazo de filler calizo. Así mismo, se puede afirmar que a pesar de que los valores de resistencia de las muestras con un reemplazo de 10% y 15% sean menores a los de las muestras patrón, estas se encuentran por encima del límite de 210 kg/cm² necesario para ser considerado apto como concreto de uso estructural al alcanzar la máxima resistencia evaluada en la presente investigación a 56 días de curado.

Se realizó un análisis de costos totales a cada una de las dosificaciones para las mezclas patrón, y con sustitución de 5%, 10% y 15% del cemento portland por filler calizo. Se calculó el costo para 01 metro cúbico de concreto utilizando precios del mercado actual para los diferentes materiales, obteniendo así una notable disminución en el costo total al mismo tiempo que aumenta el porcentaje de sustitución de la mezcla. En resumen, para la relación agua/cemento de 0.50 el costo total de la mezcla patrón fue S/. 283.30, de la mezcla con 5% de sustitución fue S/. 270.40, de la mezcla con 10% de sustitución fue S/. 257.81, de la mezcla con 15% de sustitución fue S/. 245.22; y para la relación agua/cemento de 0.60 el

costo total de la mezcla patrón fue S/. 283.30, de la mezcla con 5% de sustitución fue S/. 270.40, de la mezcla con 10% de sustitución fue S/. 257.81, de la mezcla con 15% de sustitución fue S/. 245.22. De esta manera, podemos afirmar que el uso del filler calizo como material cementante influye significativamente en el ámbito económico mostrando así un beneficio en la elaboración de un concreto para obras de construcción civil.

Se determinó que el proyecto es altamente viable debido a que los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión muestran, en general, una mejora en las sustituciones de hasta 5%; además, al haberse evaluado la factibilidad económica, se puede afirmar que existe un beneficio en este ámbito dentro de su posible aplicación en el sector construcción, reduciendo así los costos de materiales en obras civiles de gran envergadura.

Se concluyó que la mejor dosificación para el reemplazo del cemento portland por filler calizo es la del 5% con relación agua/cemento de 0.50; ya que, además de presentar una reducción de S/. 12.90 en el costo total de los materiales con respecto a la mezcla patrón, también alcanzó una resistencia a la compresión de 362.81 kg/cm² a los 28 días de curado, la cual es superior a comparación de los 351.72 kg/cm² obtenidos por la mezcla patrón bajo las mismas condiciones.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto* (Segunda Edición ed.). (Y. Rojas, Ed.) Lima, Lima, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Aristizábal, E. (1997). *Estudio de materiales puzolánicos utilizado en la fabricación de cemento*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- ASOCRETO. (2015). *Tecnología del concreto - Manejo y colocación de obras. Tomo II.* (3° ed.). Bogotá, Colombia.
- ASOCRETO. (2018). *Tecnología del Concreto - Materiales, propiedades y diseño de mezclas. Tomo I.* (3° ed.). Bogotá, Colombia.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3° ed.). Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.
- Bernable, P. E. (2012). *Características y comportamiento del concreto utilizando cemento portland con microfiller calizo*. Tesis, Lima.
- Bonavetti, V. (1998). *Cementos con Filler Calcáreo: Mecanismo de Interacción y su Influencia sobre las Propiedades Resistentes*. Tesis, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Ingeniería Civil, Buenos Aires.
<https://www.fio.unicen.edu.ar/images/stories/carreras/posgrado/hormigon/tesis/TesisBonavetti.pdf>
- Calfensa. (2021). *Otras aplicaciones del Filler Calizo*. Calfensa:
<https://www.fillercalizo.com/>
- CSIC. (1994). Influencia del filler calizo en las propiedades de los morteros a resistencia constante. *Materiales de construcción*, Vol. 44(n° 233), 39-43.
<https://pdfs.semanticscholar.org/7d2b/75ffd730297f29a618934d03bac1730edfbf.pdf>

- Díaz, K. (2018). *Influencia del mármol reciclado sobre la fluidez, reactividad, densidad y compresión, en morteros ecológicos*. Tesis para obtener título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte, Trujillo.
- Fernández, M. (2013). *Hormigón* (10° Edición ed.). Madrid, Madrid, España: Garceta Grupo Editorial.
- González de la Cotera, M. (2012). *Estudio de un cemento Portland ecológico*. Informe de investigación, Asociación de productores de cemento, Lima.
<https://www.yumpu.com/es/document/read/14844816/estudio-de-un-cemento-portland-ecologico-asocem>
- Hidalgo, A. (2018). *Evaluación comparativa de propiedades de concretos sin adiciones minerales frente a concretos con adiciones de filler calizo en diferentes proporciones*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Lima.
http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/1904/Hidalgo_Torres_Angie.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INACAL. (2015). *Concreto - Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. (NTP 339.034)*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2001). *Agregados - Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. (NTP 400.012)*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2002). *Agregados - Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. (NTP 400.021)*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2005). *Cementos - Cementos Portland. Requisitos. (NTP 334.009)*. Lima, Perú.
- INDECOPI. (2006). *Hormigón (Concreto) - Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. (NTP 339.088)*. Lima, Perú.

- INDECOPI. (2008). *Cementos - Cementos Portland. Especificación de la performance.* (NTP 334.082). Lima, Perú.
- INDECOPI. (2009). *Hormigón (Concreto) - Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.* (NTP 339.033). Lima, Perú.
- INDECOPI. (2009). *Hormigón (Concreto) - Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.* (NTP 339.035). Lima, Perú.
- INDECOPI. (2011). *Cementos - Definiciones y nomenclatura.* (NTP 334.001). Lima, Perú.
- INDECOPI. (2011). *Agregados - Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.* (NTP 400.017). Lima, Perú.
- INDECOPI. (2011). *Cementos - Cementos Portland adicionados. Requisitos.* (NTP 334.090). Lima, Perú.
- INDECOPI. (2013). *Agregados - Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* (NTP 339.185). Lima, Perú.
- INDECOPI. (2013). *Agregados - Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.* (NTP 400.022). Lima, Perú.
- INDECOPI. (2014). *Agregados - Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* (NTP 400.037). Lima, Perú.
- Martínez, J. C. (2010). *Importancia de la construcción en el mundo.* Economía y globalización: <http://economia8.blogspot.pe/2010/11/importancia-de-la-construccion-en-el.html>

- Menéndez, I., Triviño, F., & Hernández, F. (1993). *Correlaciones entre plasticidad, resistencia mecánicas, relación agua/cemento y proporciones de filler calizo en morteros de cemento*. Artículo de investigación, Madrid. <https://pdfs.semanticscholar.org/7d2b/75ffd730297f29a618934d03bac1730edfbf.pdf>
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de la Tecnología del concreto en el Perú* (2° ed.). Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Rivva, E. (1992). *Diseño de mezclas*. Lima, Lima, Perú: Editorial Hozlo SCRL.
- Robles, F. (2018). *Los 15 tipos de Investigación y sus características*. Quito: Cacique Editores.
- Sampieri, R. C. (2006). *Metodología de la investigación, 3ra edición*. Mexico D.F.: Interamericana editores.
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* (5° ed.). Bogotá, Colombia: Bhandar Editores Ltda.
- SENCICO. (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto*. Lima, Lima, Perú: Cartolaneditores SRL.
- Tobón, J. I., & Kazes, R. (2008). *Desempeño del Cemento Pórtland Adicionado con Calizas de Diferentes Grados de Pureza*. Artículo de investigación, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v75n156/a17v75n156.pdf>
- Universidad Privada del Norte. (2016). *Manual de estadística*. Lima: Universidad Privada del Norte.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Solicitud de permiso para uso de laboratorio 1



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

CARTA COMPROMISO

Trujillo 15 de abril del 2019

Ing. Wiston Henry Azañedo Medina
Coordinador de la carrera de ingeniería civil

Quien suscribe, el tesistaLuis David Sigüenza rubio..... identificándome con DNI. N° ...70002859..., egresado(a) de la carrera de ingeniería civil, me comprometo en usar correctamente las instalaciones de los laboratorios de ingeniería civil, así mismo en preservar el orden y limpieza de dichos laboratorios y cumplir con las normas de Seguridad de los mismos. También extendiendo este compromiso en el cuidado y devolución de los equipos y herramientas que use para realizar mis ensayos; así también en el retiro de todo el desmonte o residuos que genere en dichos ensayos, sometiéndome a las políticas de sanción que la Entidad juzgue necesarias en caso que no cumpla con dicho compromiso.

Sin otro particular y para constancia establezco mi respuesta por este mismo medio.

Atentamente,



Nombre: Luis David Sigüenza Rubio
DNI: 70002859
Cel: 957688952



ANEXO N° 2. Solicitud de permiso para uso de laboratorio 2



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

CARTA DE COMPROMISO

Trujillo, 15 de abril del 2019

Ing. Wiston Henry Azañedo Medina
Coordinador de la carrera de ingeniería civil

Quien suscribe, el tesista **Michael Jesús Miller La Rosa** identificándome con DNI N° 71445856, egresado(a) de la carrera de ingeniería civil, me comprometo en usar correctamente las instalaciones de los laboratorios de ingeniería civil, así mismo en preservar el orden y limpieza de dichos laboratorios y cumplir con las normas de seguridad de los mismos. También extendiendo este compromiso en el cuidado y devolución de los equipos y herramientas que use para realizar mis ensayos; así también en el retiro de todo el desmonte o residuos que genere en dichos ensayos, sometiéndome a las políticas de sanción que la entidad juzgue necesarias en caso que no cumpla con dicho compromiso. Sin otro particular y para constancia establezco mi respuesta por este mismo medio.

Atentamente,



Firma del tesista

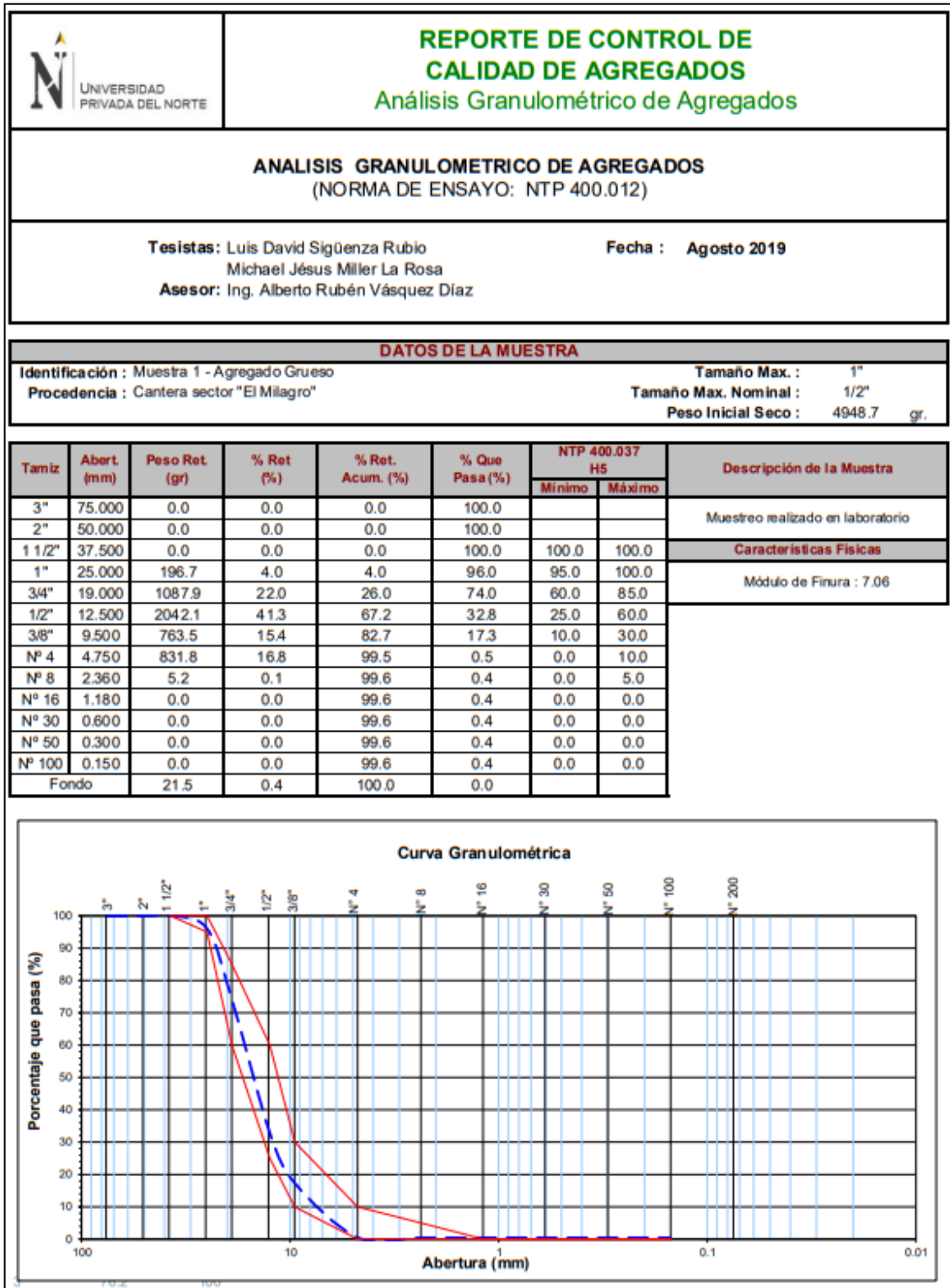
Nombre: Michael Jesús Miller La Rosa
DNI: 71445856
Cel: 956137598



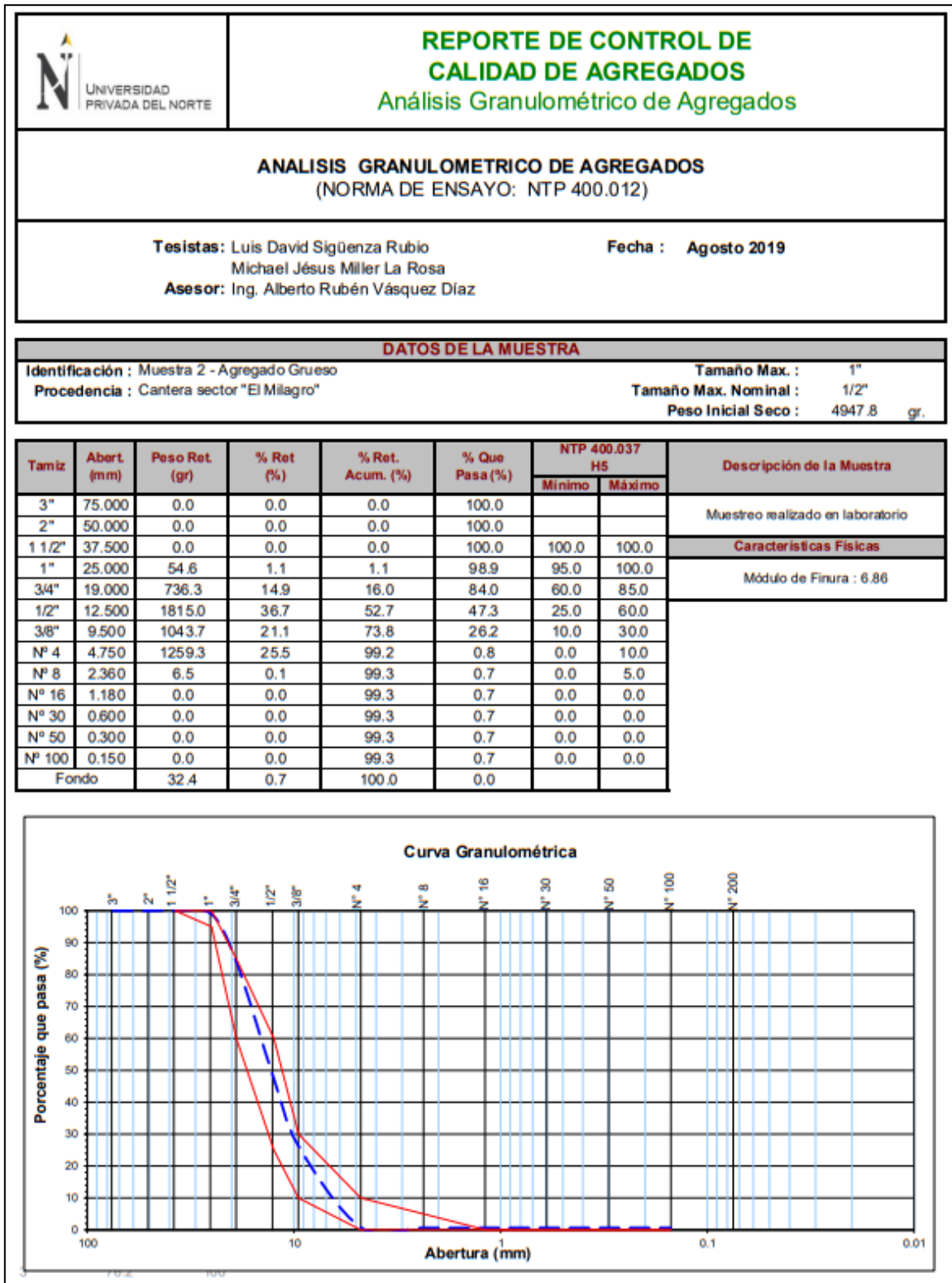
ANEXO N° 3. Esquema de guía de observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo
DATOS DE LA MEZCLA:	
1. Relación agua/cemento:	<input style="width: 80px;" type="text"/>
2. Cantidad de filler:	<input style="width: 80px;" type="text"/> %
DATOS DE PROBETA	
3. Tiempo de curado:	<input style="width: 80px;" type="text"/> días
4. Diámetro superior:	<input style="width: 80px;" type="text"/> cm
5. Diámetro inferior:	<input style="width: 80px;" type="text"/> cm
6. Carga máxima:	<input style="width: 80px;" type="text"/> kN
7. Resistencia (f'c):	<input style="width: 80px;" type="text"/> kg/cm ²
	Foto
<hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> Firma del Jefe de laboratorio	

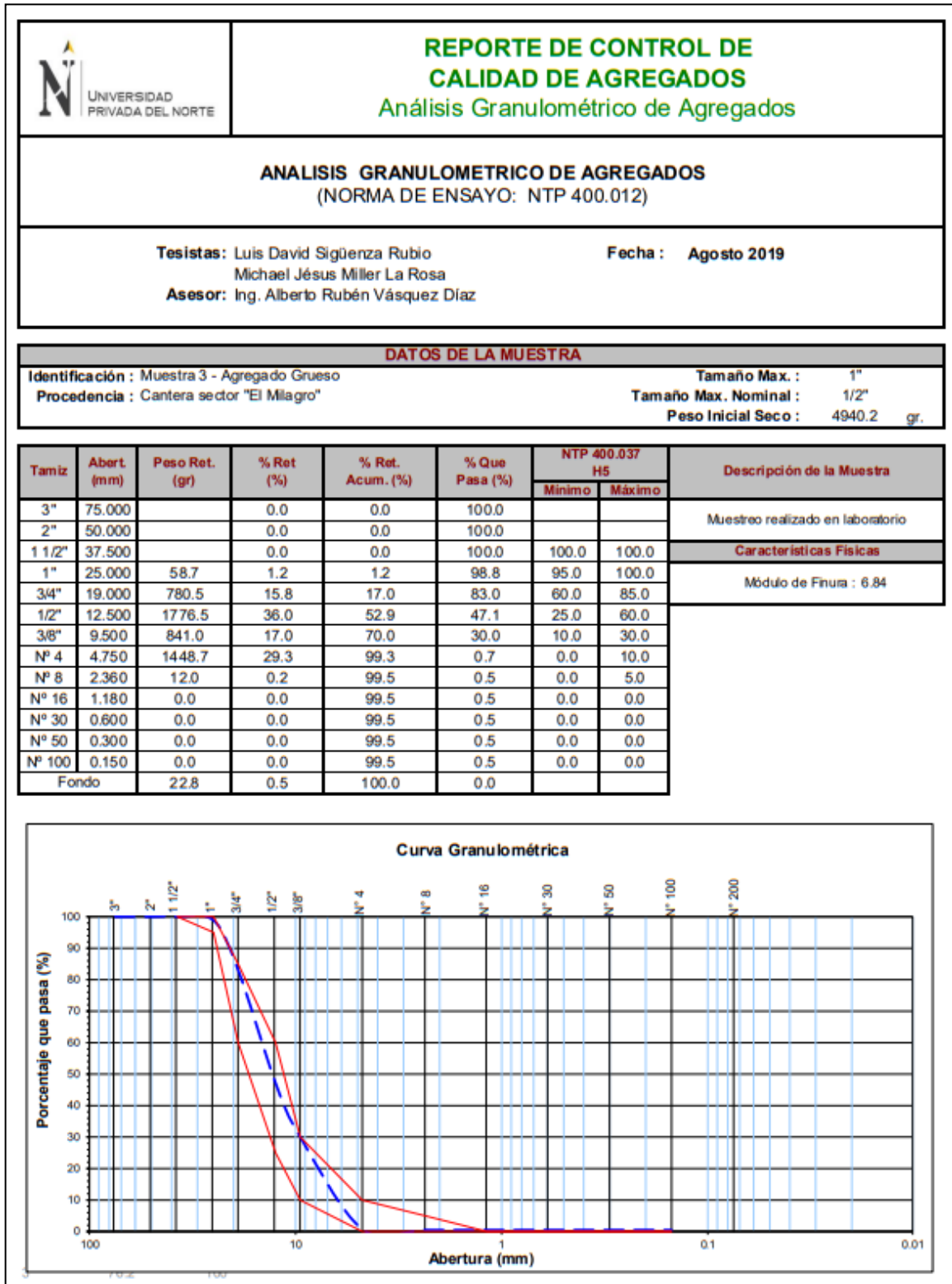
ANEXO N° 4. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra 1



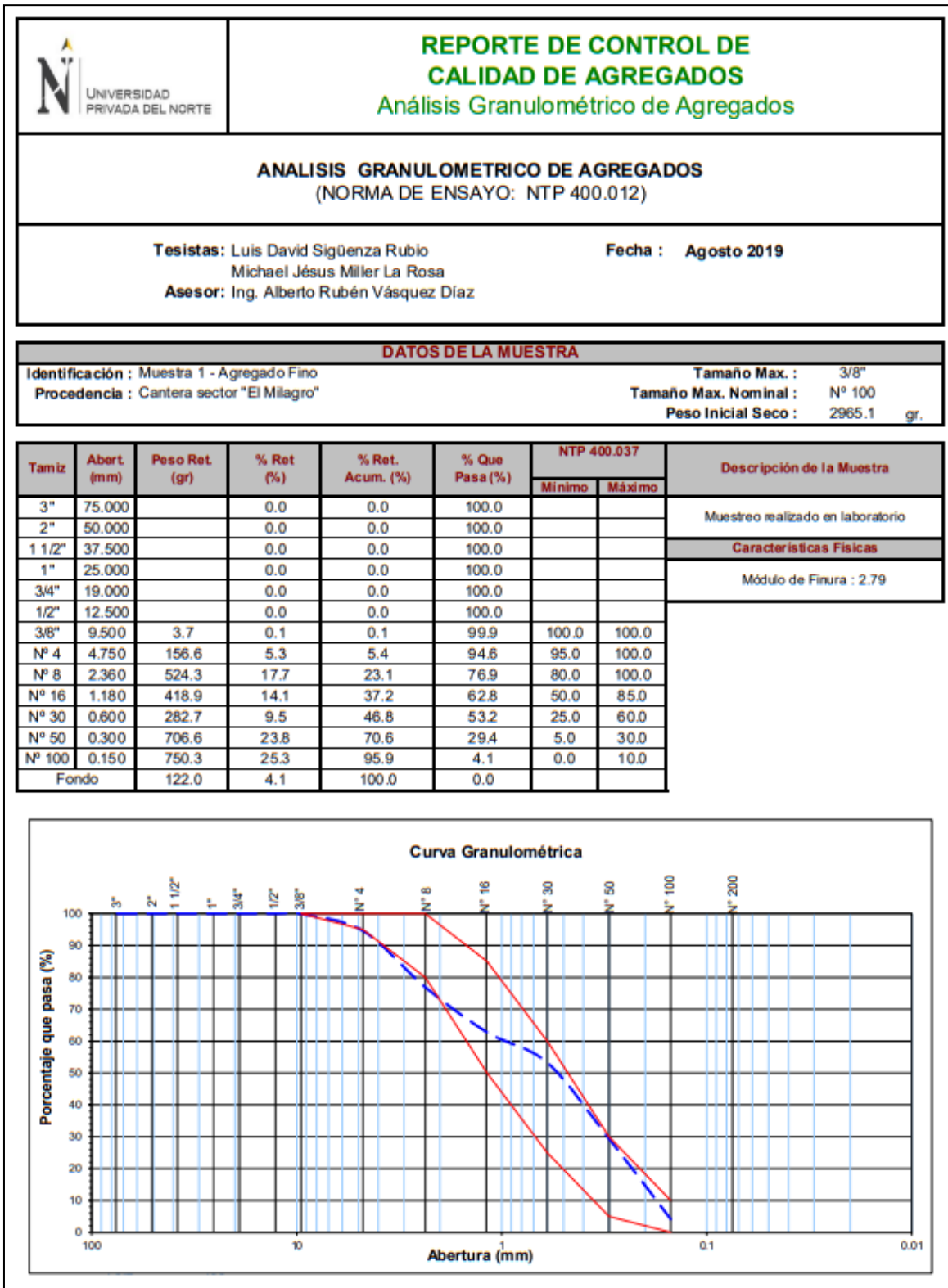
ANEXO N° 5. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra 2



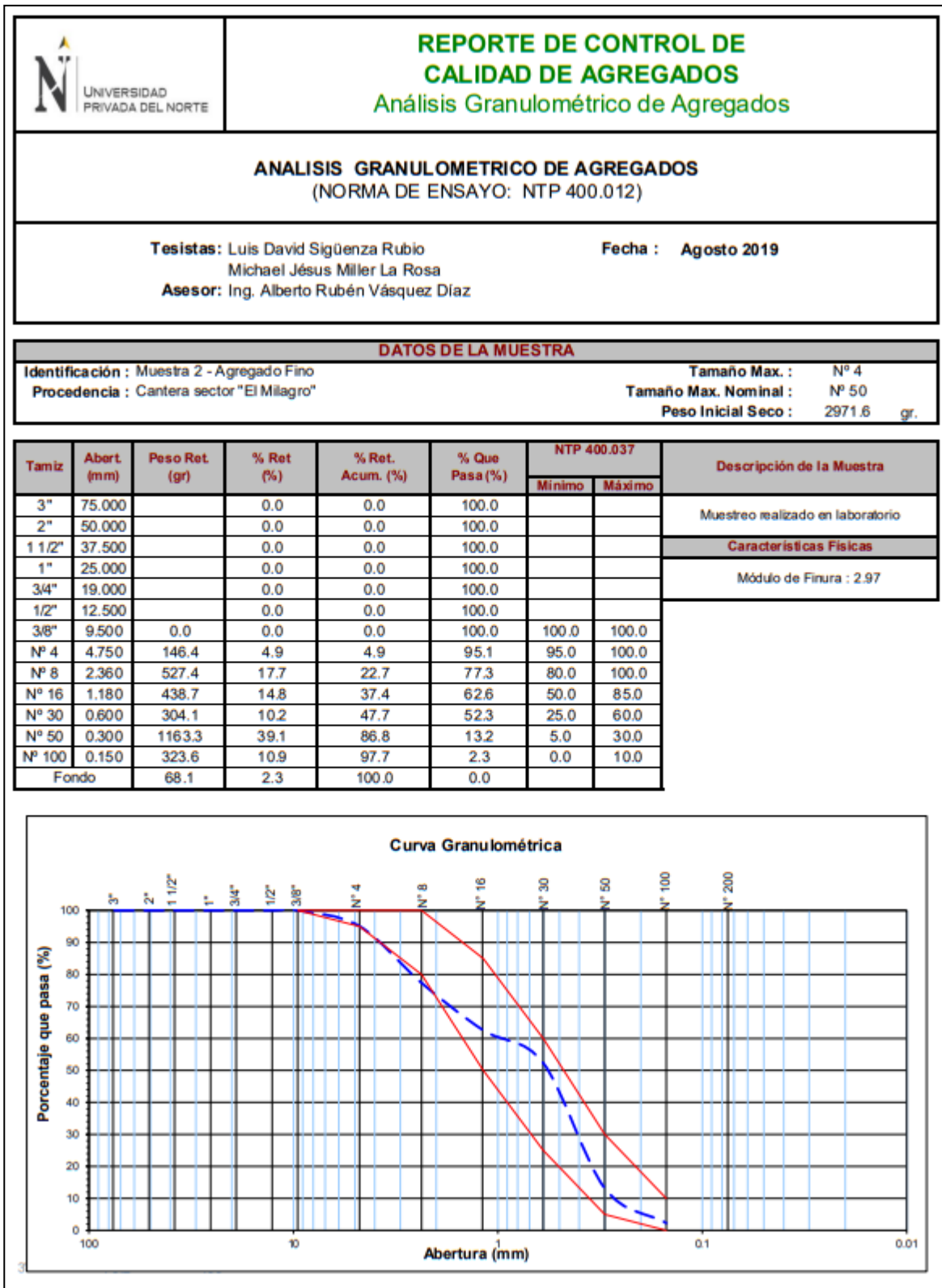
ANEXO N° 6. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Muestra 3



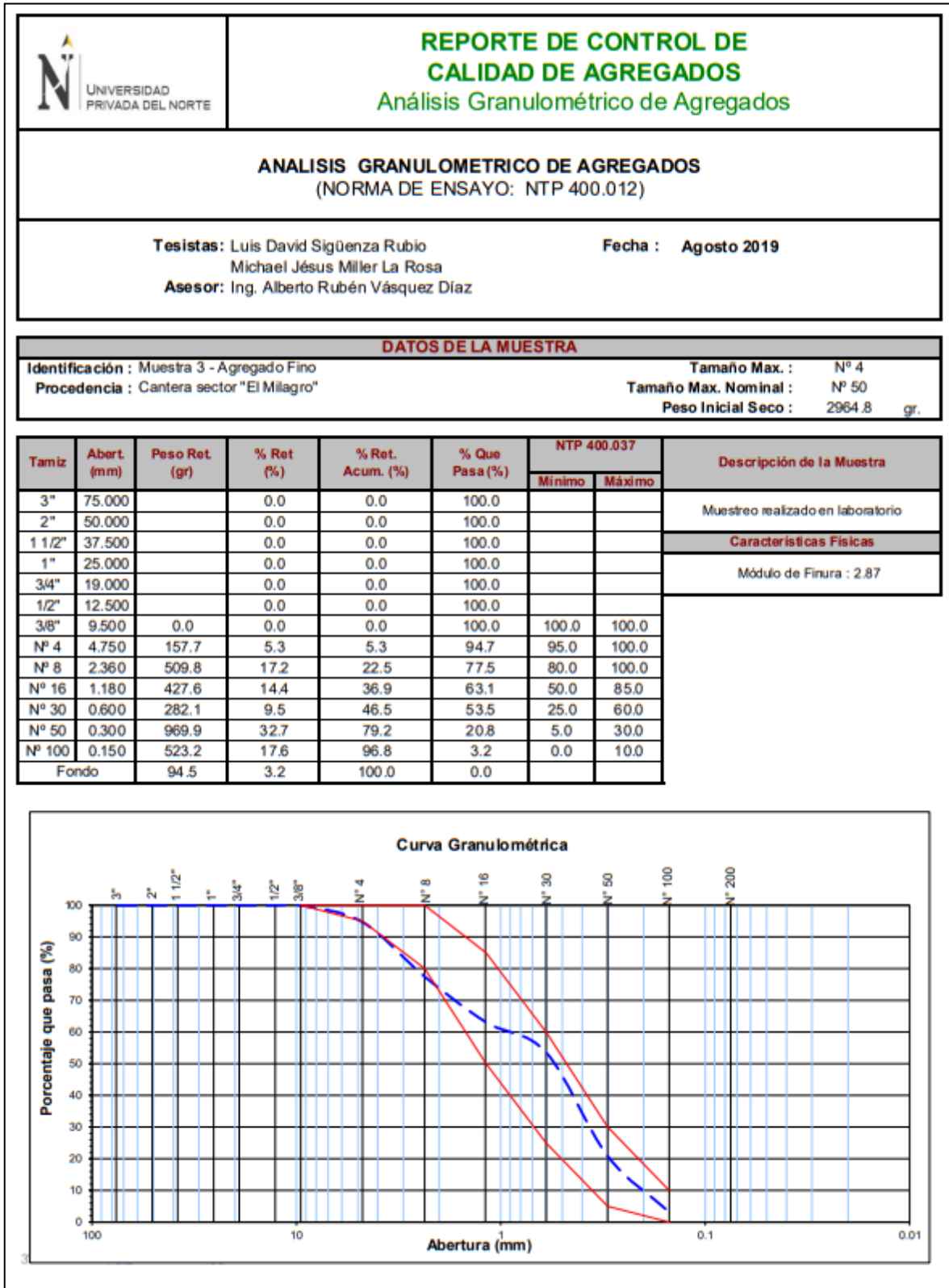
ANEXO N° 7. Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra 1




ANEXO N° 8. Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra 2




ANEXO N° 9. Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Muestra 3



ANEXO N° 10. Peso unitario suelto y compactado de agregados

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<h2 style="margin: 0;">REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</h2> <h3 style="margin: 0;">Peso Unitario de Agregados</h3>																								
<p>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE AGREGADOS (NORMA DE ENSAYO: NTP 400.017)</p>																									
<p>Tesistas: Luis David Sigüenza Rubio Michael Jesús Miller La Rosa</p> <p>Asesor: Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz</p>	<p>Fecha: Agosto 2019</p>																								
<p>PUSS - AGREGADO GRUESO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso Cilindro (Kg)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">5.34</td></tr> <tr><td>Peso cilindro + Ag (Kg)</td><td style="text-align: center;">27.235</td><td style="text-align: center;">27.36</td><td style="text-align: center;">27.31</td></tr> <tr><td>Vol Cilindro (m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">0.0141</td></tr> <tr><td>Peso Unitario Seco Suelto</td><td style="text-align: center;">1552.84</td><td style="text-align: center;">1561.70</td><td style="text-align: center;">1558.16</td></tr> <tr><td>PUSS prom. (kg/m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">1557.57</td></tr> <tr><td>PUSS redondeado (kg/m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">1560</td></tr> </table>		Peso Cilindro (Kg)	5.34			Peso cilindro + Ag (Kg)	27.235	27.36	27.31	Vol Cilindro (m3)	0.0141			Peso Unitario Seco Suelto	1552.84	1561.70	1558.16	PUSS prom. (kg/m3)	1557.57			PUSS redondeado (kg/m3)	1560		
Peso Cilindro (Kg)	5.34																								
Peso cilindro + Ag (Kg)	27.235	27.36	27.31																						
Vol Cilindro (m3)	0.0141																								
Peso Unitario Seco Suelto	1552.84	1561.70	1558.16																						
PUSS prom. (kg/m3)	1557.57																								
PUSS redondeado (kg/m3)	1560																								
<p>PUCS - AGREGADO GRUESO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso Cilindro (Kg)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">5.34</td></tr> <tr><td>Peso cilindro + Ag (Kg)</td><td style="text-align: center;">28.415</td><td style="text-align: center;">28.77</td><td style="text-align: center;">28.86</td></tr> <tr><td>Vol Cilindro (m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">0.0141</td></tr> <tr><td>Peso Unitario Compactado</td><td style="text-align: center;">1636.52</td><td style="text-align: center;">1661.70</td><td style="text-align: center;">1668.09</td></tr> <tr><td>PUCS prom. (kg/m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">1655.44</td></tr> <tr><td>PUCS redondeado (kg/m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">1660</td></tr> </table>		Peso Cilindro (Kg)	5.34			Peso cilindro + Ag (Kg)	28.415	28.77	28.86	Vol Cilindro (m3)	0.0141			Peso Unitario Compactado	1636.52	1661.70	1668.09	PUCS prom. (kg/m3)	1655.44			PUCS redondeado (kg/m3)	1660		
Peso Cilindro (Kg)	5.34																								
Peso cilindro + Ag (Kg)	28.415	28.77	28.86																						
Vol Cilindro (m3)	0.0141																								
Peso Unitario Compactado	1636.52	1661.70	1668.09																						
PUCS prom. (kg/m3)	1655.44																								
PUCS redondeado (kg/m3)	1660																								
<p>PUSS - AGREGADO FINO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso Cilindro (Kg)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">5.34</td></tr> <tr><td>Peso cilindro + Ag (Kg)</td><td style="text-align: center;">27.47</td><td style="text-align: center;">27.145</td><td style="text-align: center;">27.21</td></tr> <tr><td>Vol Cilindro (m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">0.0141</td></tr> <tr><td>Peso Unitario Seco Suelto</td><td style="text-align: center;">1569.50</td><td style="text-align: center;">1546.45</td><td style="text-align: center;">1551.06</td></tr> <tr><td>PUSS prom. (kg/m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">1555.67</td></tr> <tr><td>PUSS redondeado (kg/m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">1560</td></tr> </table>		Peso Cilindro (Kg)	5.34			Peso cilindro + Ag (Kg)	27.47	27.145	27.21	Vol Cilindro (m3)	0.0141			Peso Unitario Seco Suelto	1569.50	1546.45	1551.06	PUSS prom. (kg/m3)	1555.67			PUSS redondeado (kg/m3)	1560		
Peso Cilindro (Kg)	5.34																								
Peso cilindro + Ag (Kg)	27.47	27.145	27.21																						
Vol Cilindro (m3)	0.0141																								
Peso Unitario Seco Suelto	1569.50	1546.45	1551.06																						
PUSS prom. (kg/m3)	1555.67																								
PUSS redondeado (kg/m3)	1560																								
<p>PUCS - AGREGADO FINO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso Cilindro (Kg)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">5.34</td></tr> <tr><td>Peso cilindro + Ag (Kg)</td><td style="text-align: center;">29.945</td><td style="text-align: center;">29.935</td><td style="text-align: center;">29.765</td></tr> <tr><td>Vol Cilindro (m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">0.0141</td></tr> <tr><td>Peso Unitario Compactado</td><td style="text-align: center;">1745.04</td><td style="text-align: center;">1744.33</td><td style="text-align: center;">1732.27</td></tr> <tr><td>PUCS prom. (kg/m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">1740.54</td></tr> <tr><td>PUCS redondeado (kg/m3)</td><td colspan="3" style="text-align: center;">1740</td></tr> </table>		Peso Cilindro (Kg)	5.34			Peso cilindro + Ag (Kg)	29.945	29.935	29.765	Vol Cilindro (m3)	0.0141			Peso Unitario Compactado	1745.04	1744.33	1732.27	PUCS prom. (kg/m3)	1740.54			PUCS redondeado (kg/m3)	1740		
Peso Cilindro (Kg)	5.34																								
Peso cilindro + Ag (Kg)	29.945	29.935	29.765																						
Vol Cilindro (m3)	0.0141																								
Peso Unitario Compactado	1745.04	1744.33	1732.27																						
PUCS prom. (kg/m3)	1740.54																								
PUCS redondeado (kg/m3)	1740																								

ANEXO N° 11. Peso específico y absorción de agregados

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<h2 style="margin: 0;">REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS</h2> <h3 style="margin: 0;">Peso Específico de Agregados</h3>																																																																																																				
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS (NORMAS DE ENSAYO: NTP 400.021 y NTP 400.022)																																																																																																					
Tesistas: Luis David Sigüenza Rubio Michael Jesús Miller La Rosa Asesor: Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz	Fecha: Agosto 2019																																																																																																				
<h4>PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO</h4> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>PESO SUM. (g)</th> <th>PESO SSS (g)</th> <th>PESO SECO (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1</td> <td>2.380</td> <td>3.810</td> <td>3.750</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>2.134</td> <td>3.422</td> <td>3.354</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>1.942</td> <td>3.107</td> <td>3.055</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pem</th> <th>Psss</th> <th>Pea</th> <th>Abs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1</td> <td>2622.38</td> <td>2664.34</td> <td>2737.23</td> <td>1.60</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>2604.04</td> <td>2656.83</td> <td>2749.18</td> <td>2.03</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>2622.32</td> <td>2666.95</td> <td>2744.83</td> <td>1.70</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>2616.24</td> <td>2662.71</td> <td>2743.75</td> <td>1.78</td> </tr> <tr> <td>redondeado</td> <td>2620</td> <td>2660</td> <td>2740</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <h4>PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO</h4> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>MUESTRA 1</th> <th>MUESTRA 2</th> <th>MUESTRA 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P. FIOLA (g)</td> <td>162.2</td> <td>173.5</td> <td>160.4</td> </tr> <tr> <td>P. SSS (g)</td> <td>500.0</td> <td>500.0</td> <td>500.0</td> </tr> <tr> <td>P. F+M+A (g)</td> <td>973.1</td> <td>984.2</td> <td>970.8</td> </tr> <tr> <td>P. F+A (g)</td> <td>660.3</td> <td>671.5</td> <td>658.7</td> </tr> <tr> <td>P. SECO (g)</td> <td>494.5</td> <td>494.9</td> <td>494.8</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pem</th> <th>Psss</th> <th>Pea</th> <th>Abs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MUESTRA 1</td> <td>2641.56</td> <td>2670.94</td> <td>2721.52</td> <td>1.11</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA 2</td> <td>2642.29</td> <td>2669.51</td> <td>2716.25</td> <td>1.03</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA 3</td> <td>2633.32</td> <td>2660.99</td> <td>2708.26</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>2639.05</td> <td>2667.15</td> <td>2715.34</td> <td>1.06</td> </tr> <tr> <td>redondeado</td> <td>2640</td> <td>2670</td> <td>2720</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PESO SUM. (g)	PESO SSS (g)	PESO SECO (g)	P1	2.380	3.810	3.750	P2	2.134	3.422	3.354	P3	1.942	3.107	3.055		Pem	Psss	Pea	Abs	P1	2622.38	2664.34	2737.23	1.60	P2	2604.04	2656.83	2749.18	2.03	P3	2622.32	2666.95	2744.83	1.70	PROMEDIO	2616.24	2662.71	2743.75	1.78	redondeado	2620	2660	2740			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	P. FIOLA (g)	162.2	173.5	160.4	P. SSS (g)	500.0	500.0	500.0	P. F+M+A (g)	973.1	984.2	970.8	P. F+A (g)	660.3	671.5	658.7	P. SECO (g)	494.5	494.9	494.8		Pem	Psss	Pea	Abs	MUESTRA 1	2641.56	2670.94	2721.52	1.11	MUESTRA 2	2642.29	2669.51	2716.25	1.03	MUESTRA 3	2633.32	2660.99	2708.26	1.05	PROMEDIO	2639.05	2667.15	2715.34	1.06	redondeado	2640	2670	2720	
	PESO SUM. (g)	PESO SSS (g)	PESO SECO (g)																																																																																																		
P1	2.380	3.810	3.750																																																																																																		
P2	2.134	3.422	3.354																																																																																																		
P3	1.942	3.107	3.055																																																																																																		
	Pem	Psss	Pea	Abs																																																																																																	
P1	2622.38	2664.34	2737.23	1.60																																																																																																	
P2	2604.04	2656.83	2749.18	2.03																																																																																																	
P3	2622.32	2666.95	2744.83	1.70																																																																																																	
PROMEDIO	2616.24	2662.71	2743.75	1.78																																																																																																	
redondeado	2620	2660	2740																																																																																																		
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3																																																																																																		
P. FIOLA (g)	162.2	173.5	160.4																																																																																																		
P. SSS (g)	500.0	500.0	500.0																																																																																																		
P. F+M+A (g)	973.1	984.2	970.8																																																																																																		
P. F+A (g)	660.3	671.5	658.7																																																																																																		
P. SECO (g)	494.5	494.9	494.8																																																																																																		
	Pem	Psss	Pea	Abs																																																																																																	
MUESTRA 1	2641.56	2670.94	2721.52	1.11																																																																																																	
MUESTRA 2	2642.29	2669.51	2716.25	1.03																																																																																																	
MUESTRA 3	2633.32	2660.99	2708.26	1.05																																																																																																	
PROMEDIO	2639.05	2667.15	2715.34	1.06																																																																																																	
redondeado	2640	2670	2720																																																																																																		

ANEXO N° 12. Prueba de verificación de asentamiento para mezclas con Ra/c =0.5

VERIFICACION DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)					
ASENTAMIENTO	R a/c	Curado (días)	Filler (%)	SLUMP (pulg)	
	0,50	7		0	4.50"
				5	4.50"
				10	4.0"
				15	3.5"
		28		0	4.0"
				5	4.0"
				10	3.50"
				15	3.0"
		56		0	4.50"
				5	4.50"
				10	3.50"
				15	3.0"

ANEXO N° 13. Prueba de verificación de asentamiento para mezclas con Ra/c =0.6

VERIFICACION DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)					
ASENTAMIENTO	R a/c	Curado (días)	Filler (%)	SLUMP (pulg)	
	0.60	7		0	6.50"
				5	6.0"
				10	5.0"
				15	5.5"
		28		0	7.0"
				5	6.0"
				10	5.50"
				15	5.50"
		56		0	6.50"
				5	6.50"
				10	6.00"
				15	5.50"

ANEXO N° 14. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 0% de filler calizo a 07 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 05
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	17/09/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.5"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="7"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.20"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.80"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="215.00"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="279.14"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
---	---



Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 15. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 0% de filler calizo a 28 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 06
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	9/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

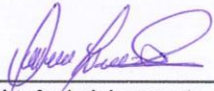
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm


6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²




Firma del Jefe de laboratorio

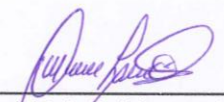
Foto



ANEXO N° 16. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 0% de filler calizo a 56 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 05
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	5/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.5"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="56"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.30"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.85"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="293.35"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="375.21"/> kg/cm²</p>	<p>Foto</p> 
--	--



Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 17. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 5% de filler calizo a 07 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 01
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	19/09/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

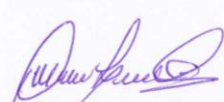
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm

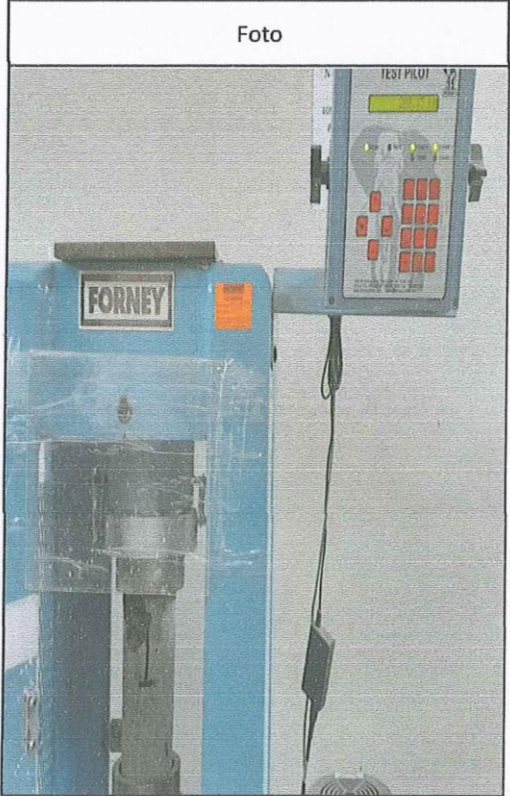
6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



Firma del Jefe de laboratorio

Foto



ANEXO N° 18. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 5% de filler calizo a 28 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 03
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	10/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA


3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm


6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



Firma del Jefe de laboratorio

Foto



ANEXO N° 19. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 5% de filler calizo a 56 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 04
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	7/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

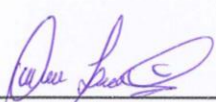
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm

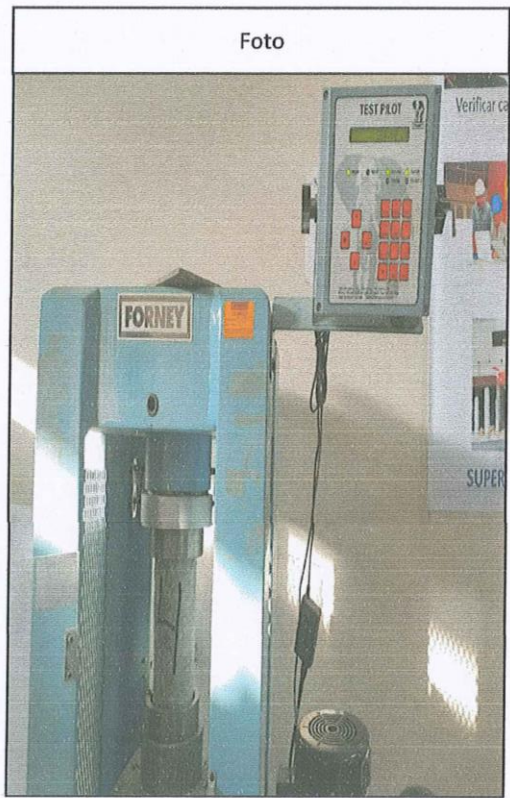
6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



Firma del Jefe de laboratorio

Foto



ANEXO N° 20. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 10% de filler calizo a 07 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 08
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	20/09/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm

6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²


Firma del Jefe de laboratorio

Foto



ANEXO N° 21. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 10% de filler calizo a 28 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 03
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	11/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

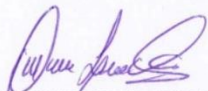
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm


6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



Firma del Jefe de laboratorio

Foto



ANEXO N° 22. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 10% de filler calizo a 56 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 08
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	8/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

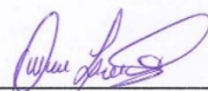
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm

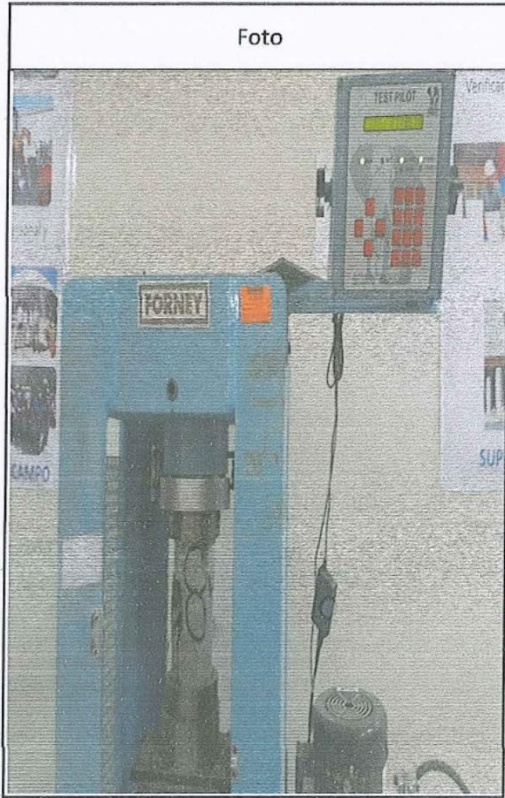
6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



Firma del Jefe de laboratorio

Foto



ANEXO N° 23. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 15% de filler calizo a 07 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 01
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	24/09/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

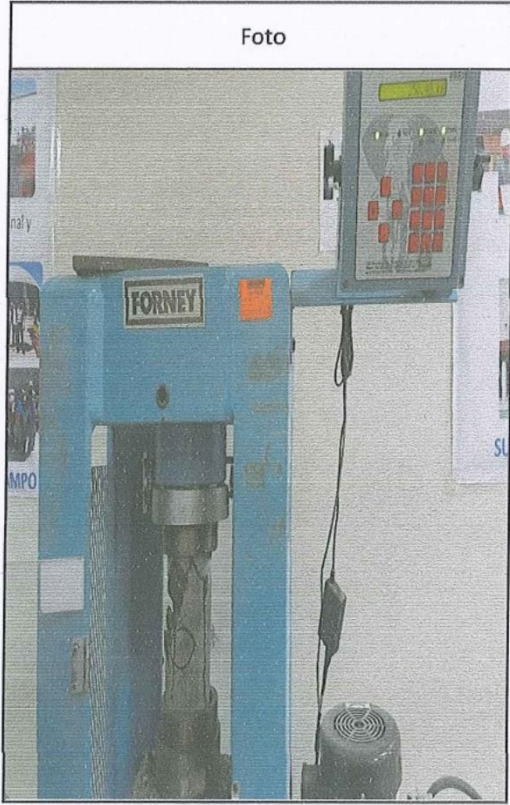
<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.5"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="15"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="7"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.40"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.90"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="197.50"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="248.90"/> kg/cm²</p>	<p>Foto</p> 
--	--

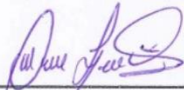


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 24. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 15% de filler calizo a 28 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 06
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	15/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.5"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="15"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="28"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.25"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.80"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="250.40"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="323.48"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
---	---



Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 25. Hoja de Observación – Ra/c = 0.5 y 15% de filler calizo a 56 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 03
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	12/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

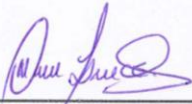
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm

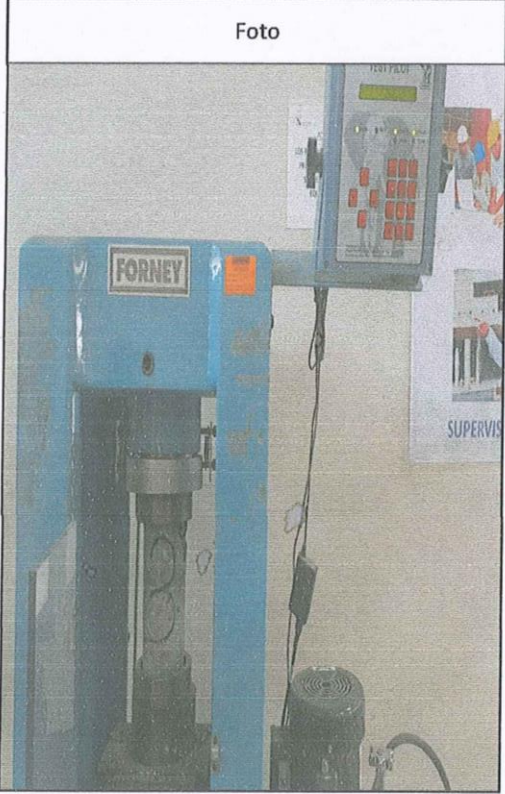
6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



Firma del Jefe de laboratorio

Foto

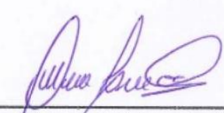


ANEXO N° 26. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 0% de filler calizo a 07 días de curado


GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 10
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	18/09/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:	
1. Relación agua/cemento:	0.6
2. Cantidad de filler:	0 %
DATOS DE PROBETA	
3. Tiempo de curado:	7 días
4. Diámetro superior:	10.30 cm
5. Diámetro inferior:	9.80 cm
6. Carga máxima:	183.50 kN
7. Resistencia (f'c):	235.88 kg/cm ²

Firma del Jefe de laboratorio



Foto



ANEXO N° 27. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 0% de filler calizo a 28 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 09
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	9/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

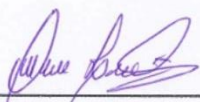
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm


6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



Firma del Jefe de laboratorio

Foto



ANEXO N° 28. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 0% de filler calizo a 56 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 09
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	5/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo


<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.6"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="56"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.25"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.85"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="253.50"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="325.86"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
--	---

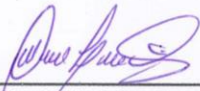


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 29. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 5% de filler calizo a 07 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 05
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	27/09/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.6"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="5"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="7"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.35"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.90"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="188.00"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="238.10"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
---	---

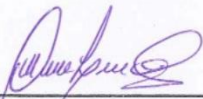


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 30. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 5% de filler calizo a 28 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 07
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	18/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.6"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="5"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="28"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.30"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.85"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="213.10"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="272.57"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
--	---



Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 31. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 5% de filler calizo a 56 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 08
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	15/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

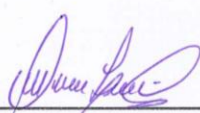
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm

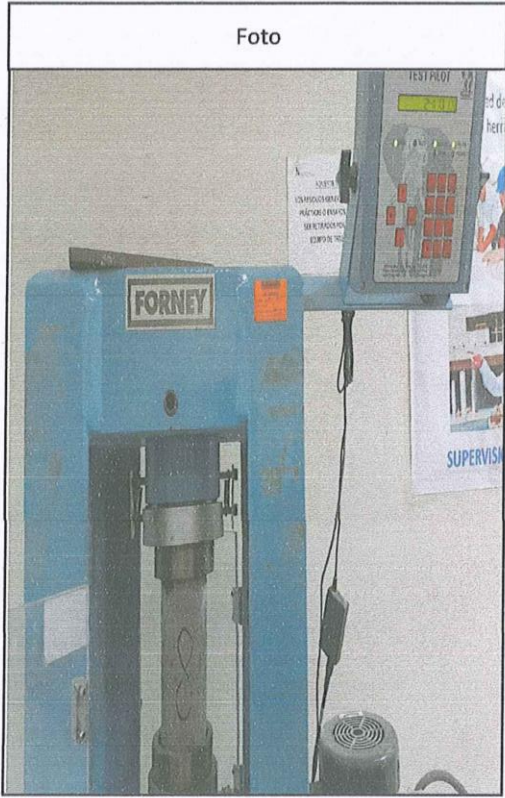
6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



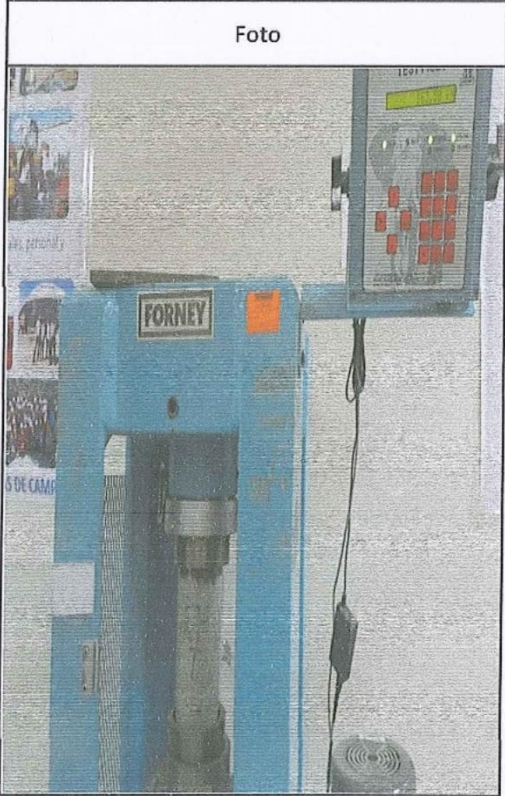
Firma del Jefe de laboratorio

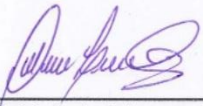
Foto



ANEXO N° 32. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 10% de filler calizo a 07 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 07
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	3/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.6"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="10"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="7"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.20"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.90"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="163.50"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="210.17"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
--	--

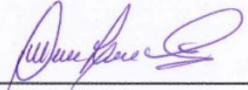


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 33. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 10% de filler calizo a 28 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 02
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	24/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

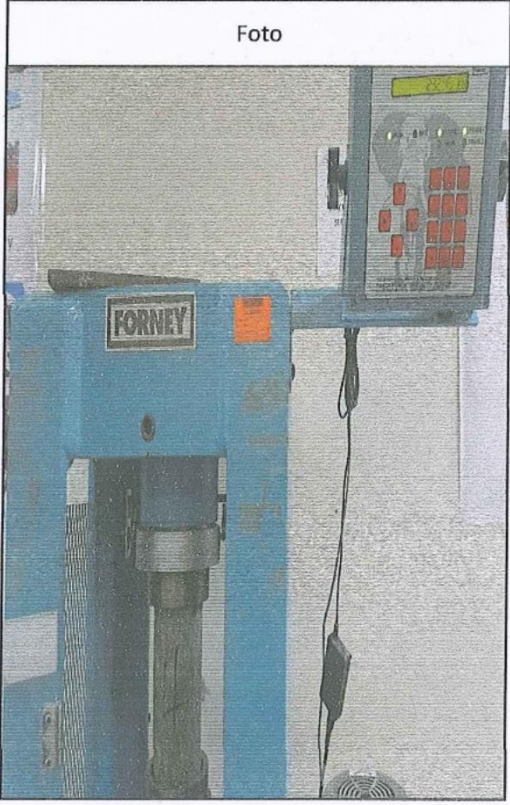
<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.6"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="10"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="28"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.25"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.80"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="210.45"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="271.87"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
---	--




Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 34. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 10% de filler calizo a 56 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 04
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	21/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo


<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.6"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="10"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="56"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.25"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.80"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="232.45"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="300.29"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
---	---

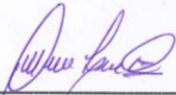


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 35. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 15% de filler calizo a 07 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 05
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	18/10/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.6"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="15"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="7"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.25"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.85"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="141.15"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="181.44"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
--	--



Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 36. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 15% de filler calizo a 28 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 06
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	8/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

DATOS DE LA MEZCLA:

1. Relación agua/cemento:

2. Cantidad de filler: %

DATOS DE PROBETA

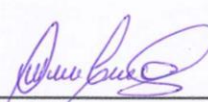
3. Tiempo de curado: días

4. Diámetro superior: cm

5. Diámetro inferior: cm

6. Carga máxima: kN

7. Resistencia (f'c): kg/cm²



Firma del Jefe de laboratorio

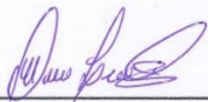
Foto



ANEXO N° 37. Hoja de Observación – Ra/c = 0.6 y 15% de filler calizo a 56 días de curado

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
Código	M - 03
Observadores	Michael Jesús Miller La Rosa
	Luis David Sigüenza Rubio
Fecha	15/11/2019
Ubicación	Laboratorio de concreto - Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro - Trujillo

<p>DATOS DE LA MEZCLA:</p> <p>1. Relación agua/cemento: <input style="width: 50px;" type="text" value="0.6"/></p> <p>2. Cantidad de filler: <input style="width: 50px;" type="text" value="15"/> %</p> <p>DATOS DE PROBETA</p> <p>3. Tiempo de curado: <input style="width: 50px;" type="text" value="56"/> días</p> <p>4. Diámetro superior: <input style="width: 50px;" type="text" value="10.25"/> cm</p> <p>5. Diámetro inferior: <input style="width: 50px;" type="text" value="9.85"/> cm</p> <p>6. Carga máxima: <input style="width: 50px;" type="text" value="206.10"/> kN</p> <p>7. Resistencia (f'c): <input style="width: 50px;" type="text" value="264.93"/> kg/cm²</p>	<p style="text-align: center;">Foto</p> 
---	--



Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 38. Resumen de resultados – Mezclas con Ra/c =0.5 a 07 días de curado

RESULTADOS GUÍAS DE OBSERVACIÓN

CODIFICACIÓN	Ra/c	Filler (%)	Curado (días)	D. sup. (cm)	D. inf. (cm)	CM (kN)	f'c (kg/cm ²)
M-01	0.5	0	7	10.30	9.90	226.55	288.34
M-02	0.5	0	7	10.30	9.90	209.10	266.13
M-03	0.5	0	7	10.20	9.80	207.75	269.73
M-04	0.5	0	7	10.20	9.90	210.95	271.16
M-05	0.5	0	7	10.20	9.80	215.00	279.14
M-06	0.5	0	7	10.20	9.90	226.85	291.60
M-07	0.5	0	7	10.30	9.80	205.40	264.03
M-08	0.5	0	7	10.20	9.90	235.65	302.91
M-09	0.5	0	7	10.20	9.90	218.40	280.74
M-10	0.5	0	7	10.30	9.80	216.75	278.62
M-01	0.5	5	7	10.30	9.80	208.15	267.56
M-02	0.5	5	7	10.30	9.90	202.05	257.16
M-03	0.5	5	7	10.40	9.90	208.05	262.19
M-04	0.5	5	7	10.30	9.80	230.10	295.78
M-05	0.5	5	7	10.30	9.80	212.70	273.41
M-06	0.5	5	7	10.30	9.90	226.30	288.02
M-07	0.5	5	7	10.30	9.90	223.15	284.01
M-08	0.5	5	7	10.40	9.90	223.20	281.28
M-09	0.5	5	7	10.50	9.90	214.05	267.11
M-10	0.5	5	7	10.30	9.90	185.50	236.09
M-01	0.5	10	7	10.30	9.80	203.45	261.52
M-02	0.5	10	7	10.30	9.80	202.10	259.79
M-03	0.5	10	7	10.20	9.80	197.25	256.09
M-04	0.5	10	7	10.30	9.80	208.75	268.33
M-05	0.5	10	7	10.20	9.80	206.50	268.10
M-06	0.5	10	7	10.20	9.80	225.75	293.10
M-07	0.5	10	7	10.30	9.80	211.50	271.87
M-08	0.5	10	7	10.30	9.90	201.65	256.65
M-09	0.5	10	7	10.30	9.80	171.75	220.77
M-10	0.5	10	7	10.30	9.80	167.70	215.57
M-01	0.5	15	7	10.40	9.90	197.50	248.90
M-02	0.5	15	7	10.30	9.85	204.30	261.31
M-03	0.5	15	7	10.35	9.85	196.25	249.78
M-04	0.5	15	7	10.25	9.90	199.80	255.56
M-05	0.5	15	7	10.40	9.85	211.85	268.30
M-06	0.5	15	7	10.40	9.85	195.05	247.02
M-07	0.5	15	7	10.40	9.85	215.15	272.48
M-08	0.5	15	7	10.35	9.85	190.10	241.95
M-09	0.5	15	7	10.40	9.85	210.10	266.08
M-10	0.5	15	7	10.40	9.85	196.70	249.11



Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 39. Resumen de resultados – Mezclas con Ra/c =0.5 a 28 días de curado

RESULTADOS GUÍAS DE OBSERVACIÓN

CODIFICACIÓN	Ra/c	Filler (%)	Curado (días)	D. sup. (cm)	D. inf. (cm)	CM (kN)	f'c (kg/cm2)
M-01	0.5	0	28	10.25	9.85	273.60	351.70
M-02	0.5	0	28	10.30	9.80	273.95	352.15
M-03	0.5	0	28	10.20	9.85	255.95	330.65
M-04	0.5	0	28	10.20	9.80	268.15	348.15
M-05	0.5	0	28	10.25	9.80	276.90	357.71
M-06	0.5	0	28	10.25	9.85	272.55	350.35
M-07	0.5	0	28	10.25	9.85	261.80	336.53
M-08	0.5	0	28	10.30	9.85	277.50	354.94
M-09	0.5	0	28	10.30	9.80	277.20	356.32
M-10	0.5	0	28	10.25	9.80	293.15	378.71
M-01	0.5	5	28	10.25	9.85	308.10	396.04
M-02	0.5	5	28	10.30	9.90	298.75	380.23
M-03	0.5	5	28	10.30	9.80	286.05	367.70
M-04	0.5	5	28	10.25	9.85	255.35	328.24
M-05	0.5	5	28	10.30	9.85	288.75	369.33
M-06	0.5	5	28	10.25	9.90	270.40	345.86
M-07	0.5	5	28	10.30	9.85	300.80	384.74
M-08	0.5	5	28	10.30	9.85	253.60	324.37
M-09	0.5	5	28	10.25	9.80	273.40	353.19
M-10	0.5	5	28	10.25	9.85	294.35	378.37
M-01	0.5	10	28	10.25	9.90	231.45	296.04
M-02	0.5	10	28	10.30	9.85	232.95	297.96
M-03	0.5	10	28	10.25	9.85	271.90	349.51
M-04	0.5	10	28	10.30	9.90	258.90	329.51
M-05	0.5	10	28	10.25	9.90	262.55	335.82
M-06	0.5	10	28	10.25	9.85	253.00	325.22
M-07	0.5	10	28	10.30	9.90	300.80	382.84
M-08	0.5	10	28	10.30	9.90	253.60	322.77
M-09	0.5	10	28	10.25	9.85	273.40	351.44
M-10	0.5	10	28	10.25	9.85	294.35	378.37
M-01	0.5	15	28	10.30	9.85	245.15	313.56
M-02	0.5	15	28	10.25	9.85	251.85	323.74
M-03	0.5	15	28	10.25	9.80	271.00	350.09
M-04	0.5	15	28	10.30	9.80	242.10	311.20
M-05	0.5	15	28	10.25	9.80	260.65	336.72
M-06	0.5	15	28	10.25	9.80	250.40	323.48
M-07	0.5	15	28	10.20	9.80	253.50	329.12
M-08	0.5	15	28	10.25	9.85	247.30	317.89
M-09	0.5	15	28	10.25	9.85	262.25	337.11
M-10	0.5	15	28	10.30	9.85	253.65	324.43


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 40. Resumen de resultados – Mezclas con Ra/c =0.5 a 56 días de curado

RESULTADOS GUÍAS DE OBSERVACIÓN

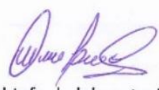
CODIFICACIÓN	Ra/c	Filler (%)	Curado (días)	D. sup. (cm)	D. inf. (cm)	CM (kN)	f _c (kg/cm ²)
M-01	0.5	0	56	10.30	9.85	317.00	405.46
M-02	0.5	0	56	10.35	9.80	276.20	353.28
M-03	0.5	0	56	10.20	9.85	285.50	368.82
M-04	0.5	0	56	10.30	9.85	308.35	394.40
M-05	0.5	0	56	10.30	9.85	293.35	375.21
M-06	0.5	0	56	10.30	9.85	274.75	351.42
M-07	0.5	0	56	10.25	9.85	318.65	409.60
M-08	0.5	0	56	10.25	9.85	318.90	409.93
M-09	0.5	0	56	10.30	9.80	308.80	396.94
M-10	0.5	0	56	10.35	9.80	281.20	359.67
M-01	0.5	5	56	10.20	9.85	308.55	398.60
M-02	0.5	5	56	10.30	9.85	281.80	360.44
M-03	0.5	5	56	10.30	9.85	287.65	367.92
M-04	0.5	5	56	10.30	9.85	284.60	364.02
M-05	0.5	5	56	10.30	9.85	273.85	350.27
M-06	0.5	5	56	10.30	9.85	288.35	368.82
M-07	0.5	5	56	10.35	9.85	282.95	360.12
M-08	0.5	5	56	10.30	9.85	287.95	368.31
M-09	0.5	5	56	10.30	9.85	260.95	333.77
M-10	0.5	5	56	10.30	9.85	288.35	368.82
M-01	0.5	10	56	10.30	9.85	281.85	360.50
M-02	0.5	10	56	10.25	9.85	275.50	354.14
M-03	0.5	10	56	10.20	9.80	276.90	359.51
M-04	0.5	10	56	10.25	9.80	281.05	363.08
M-05	0.5	10	56	10.30	9.85	269.40	344.58
M-06	0.5	10	56	10.25	9.80	286.45	370.05
M-07	0.5	10	56	10.15	9.80	277.50	362.09
M-08	0.5	10	56	10.30	9.80	277.85	357.16
M-09	0.5	10	56	10.25	9.80	282.40	364.82
M-10	0.5	10	56	10.25	9.80	286.05	369.54
M-01	0.5	15	56	10.35	9.80	275.75	352.70
M-02	0.5	15	56	10.40	9.85	286.35	362.65
M-03	0.5	15	56	10.35	9.85	268.65	341.92
M-04	0.5	15	56	10.35	9.85	252.95	321.94
M-05	0.5	15	56	10.30	9.85	270.95	346.56
M-06	0.5	15	56	10.30	9.85	260.10	332.68
M-07	0.5	15	56	10.30	9.85	274.65	351.30
M-08	0.5	15	56	10.30	9.85	284.30	363.64
M-09	0.5	15	56	10.30	9.85	261.25	334.16
M-10	0.5	15	56	10.35	9.85	281.45	358.21


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 41. Resumen de resultados – Mezclas con Ra/c =0.6 a 07 días de curado

RESULTADOS GUÍAS DE OBSERVACIÓN

CODIFICACIÓN	Ra/c	Filler (%)	Curado (días)	D. sup. (cm)	D. inf. (cm)	CM (kN)	f'c (kg/cm2)
M-01	0.6	0	7	10.20	9.90	190.55	244.94
M-02	0.6	0	7	10.20	9.90	185.05	237.87
M-03	0.6	0	7	10.30	9.80	177.55	228.23
M-04	0.6	0	7	10.20	9.90	190.65	245.07
M-05	0.6	0	7	10.20	9.90	193.50	248.73
M-06	0.6	0	7	10.30	9.80	188.90	242.82
M-07	0.6	0	7	10.30	9.90	194.40	247.42
M-08	0.6	0	7	10.20	9.80	186.45	242.07
M-09	0.6	0	7	10.30	9.90	174.45	222.03
M-10	0.6	0	7	10.30	9.80	183.50	235.88
M-01	0.6	5	7	10.30	9.85	176.60	225.88
M-02	0.6	5	7	10.40	9.90	186.30	234.78
M-03	0.6	5	7	10.30	9.90	185.45	236.03
M-04	0.6	5	7	10.30	9.85	207.30	265.15
M-05	0.6	5	7	10.35	9.90	188.00	238.10
M-06	0.6	5	7	10.30	9.90	194.15	247.10
M-07	0.6	5	7	10.30	9.90	192.25	244.68
M-08	0.6	5	7	10.35	9.90	201.75	255.51
M-09	0.6	5	7	10.25	9.90	203.95	260.87
M-10	0.6	5	7	10.35	9.90	182.75	231.45
M-01	0.6	10	7	10.20	9.90	165.25	212.42
M-02	0.6	10	7	10.25	9.90	168.30	215.27
M-03	0.6	10	7	10.20	9.90	157.15	202.01
M-04	0.6	10	7	10.20	9.90	160.90	206.83
M-05	0.6	10	7	10.20	9.85	160.90	207.86
M-06	0.6	10	7	10.20	9.90	155.00	199.24
M-07	0.6	10	7	10.20	9.90	163.50	210.17
M-08	0.6	10	7	10.25	9.90	154.25	197.30
M-09	0.6	10	7	10.25	9.90	165.80	212.07
M-10	0.6	10	7	10.25	9.90	171.25	219.04
M-01	0.6	15	7	10.20	9.85	138.80	179.31
M-02	0.6	15	7	10.30	9.90	149.15	189.83
M-03	0.6	15	7	10.25	9.90	150.55	192.56
M-04	0.6	15	7	10.30	9.90	164.90	209.87
M-05	0.6	15	7	10.25	9.85	141.15	181.44
M-06	0.6	15	7	10.30	9.85	133.10	170.24
M-07	0.6	15	7	10.25	9.85	134.25	172.57
M-08	0.6	15	7	10.25	9.80	164.10	211.99
M-09	0.6	15	7	10.30	9.90	130.25	165.77
M-10	0.6	15	7	10.25	9.80	149.10	192.62


 Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 42. Resumen de resultados – Mezclas con Ra/c =0.6 a 28 días de curado

RESULTADOS GUÍAS DE OBSERVACIÓN

CODIFICACIÓN	Ra/c	Filler (%)	Curado (días)	D. sup. (cm)	D. inf. (cm)	CM (kN)	f'c (kg/cm ²)
M-01	0.6	0	28	10.30	9.90	211.7	269.44
M-02	0.6	0	28	10.25	9.85	226.95	291.73
M-03	0.6	0	28	10.30	9.80	233.25	299.83
M-04	0.6	0	28	10.30	9.80	213.9	274.95
M-05	0.6	0	28	10.30	9.85	216.75	277.24
M-06	0.6	0	28	10.25	9.85	226.15	290.70
M-07	0.6	0	28	10.30	9.90	234.00	297.82
M-08	0.6	0	28	10.30	9.80	218.00	280.23
M-09	0.6	0	28	10.25	9.85	220.10	282.92
M-10	0.6	0	28	10.30	9.85	217.65	278.39
M-01	0.6	5	28	10.30	9.90	231.30	294.38
M-02	0.6	5	28	10.30	9.80	231.15	297.13
M-03	0.6	5	28	10.20	9.80	217.60	282.51
M-04	0.6	5	28	10.20	9.80	218.65	283.88
M-05	0.6	5	28	10.30	9.85	219.65	280.95
M-06	0.6	5	28	10.30	9.85	193.00	246.86
M-07	0.6	5	28	10.30	9.85	213.10	272.57
M-08	0.6	5	28	10.25	9.80	174.20	225.04
M-09	0.6	5	28	10.30	9.85	228.00	291.63
M-10	0.6	5	28	10.25	9.80	207.40	267.93
M-01	0.6	10	28	10.25	9.80	209.55	270.71
M-02	0.6	10	28	10.25	9.80	210.45	271.87
M-03	0.6	10	28	10.30	9.80	208.60	268.14
M-04	0.6	10	28	10.30	9.80	208.10	267.50
M-05	0.6	10	28	10.20	9.80	217.85	282.84
M-06	0.6	10	28	10.25	9.85	211.65	272.06
M-07	0.6	10	28	10.30	9.80	214.40	275.60
M-08	0.6	10	28	10.25	9.80	214.95	277.68
M-09	0.6	10	28	10.30	9.80	196.40	252.46
M-10	0.6	10	28	10.30	9.80	211.40	271.74
M-01	0.6	15	28	10.30	9.80	182.90	235.11
M-02	0.6	15	28	10.20	9.80	198.70	257.98
M-03	0.6	15	28	10.20	9.80	195.90	254.34
M-04	0.6	15	28	10.30	9.80	179.60	230.86
M-05	0.6	15	28	10.25	9.80	178.55	230.66
M-06	0.6	15	28	10.25	9.80	193.15	249.52
M-07	0.6	15	28	10.25	9.80	193.05	249.39
M-08	0.6	15	28	10.25	9.80	175.25	226.40
M-09	0.6	15	28	10.30	9.80	186.35	239.54
M-10	0.6	15	28	10.20	9.85	192.60	248.81


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 43. Resumen de resultados – Mezclas con Ra/c =0.6 a 56 días de curado

RESULTADOS GUÍAS DE OBSERVACIÓN

CODIFICACIÓN	Ra/c	Filler (%)	Curado (días)	D. sup. (cm)	D. inf. (cm)	CM (kN)	f'c (kg/cm2)
M-01	0.6	0	56	10.25	9.80	233.25	301.33
M-02	0.6	0	56	10.30	9.80	253.55	325.92
M-03	0.6	0	56	10.20	9.85	245.45	317.09
M-04	0.6	0	56	10.20	9.85	235.85	304.68
M-05	0.6	0	56	10.20	9.85	256.95	331.94
M-06	0.6	0	56	10.30	9.80	257.30	330.74
M-07	0.6	0	56	10.20	9.85	245.50	317.15
M-08	0.6	0	56	10.20	9.85	264.45	341.63
M-09	0.6	0	56	10.25	9.85	253.50	325.86
M-10	0.6	0	56	10.30	9.85	290.60	371.70
M-01	0.6	5	56	10.25	9.85	246.80	317.25
M-02	0.6	5	56	10.30	9.80	230.25	295.97
M-03	0.6	5	56	10.30	9.85	262.40	335.63
M-04	0.6	5	56	10.30	9.80	247.50	318.15
M-05	0.6	5	56	10.10	9.80	243.10	318.80
M-06	0.6	5	56	10.20	9.85	231.60	299.19
M-07	0.6	5	56	10.25	9.80	233.05	301.07
M-08	0.6	5	56	10.15	9.80	241.10	314.60
M-09	0.6	5	56	10.25	9.80	247.35	319.54
M-10	0.6	5	56	10.25	9.85	243.95	313.58
M-01	0.6	10	56	10.30	9.50	224.75	297.72
M-02	0.6	10	56	10.25	9.80	235.60	304.36
M-03	0.6	10	56	10.20	9.80	236.85	307.51
M-04	0.6	10	56	10.25	9.80	232.45	300.29
M-05	0.6	10	56	10.25	9.80	231.90	299.58
M-06	0.6	10	56	10.25	9.85	235.15	302.27
M-07	0.6	10	56	10.30	9.80	225.10	289.35
M-08	0.6	10	56	10.25	9.80	235.70	304.49
M-09	0.6	10	56	10.20	9.85	221.85	286.60
M-10	0.6	10	56	10.25	9.80	225.10	290.80
M-01	0.6	15	56	10.30	9.90	215.70	274.53
M-02	0.6	15	56	10.25	9.85	220.60	283.57
M-03	0.6	15	56	10.25	9.85	206.10	264.93
M-04	0.6	15	56	10.30	9.90	191.80	244.11
M-05	0.6	15	56	10.30	9.90	202.95	258.30
M-06	0.6	15	56	10.25	9.90	201.20	257.35
M-07	0.6	15	56	10.20	9.90	199.85	256.89
M-08	0.6	15	56	10.20	9.90	205.70	264.41
M-09	0.6	15	56	10.25	9.90	210.60	269.37
M-10	0.6	15	56	10.30	9.95	210.30	266.34


Firma del Jefe de laboratorio

ANEXO N° 44. Captura del análisis ANOVA en SPSS (Ra/c = 0.5)

Descriptivos								
Resistencias	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón - 07 días - Ra/c=0.5	10	279,2400	12,28113	3,88363	270,4546	288,0254	264,03	302,91
Filler 5% - 07 días - Ra/c=0.5	10	271,2610	17,31611	5,47584	258,8738	283,6482	236,09	295,78
Filler 10% - 07 días - Ra/c=0.5	10	257,1790	23,17520	7,32864	240,6005	273,7575	215,57	293,10
Filler 15% - 07 días - Ra/c=0.5	10	256,0490	10,36804	3,27866	248,6322	263,4658	241,95	272,48
Total	40	265,9323	18,71188	2,95861	259,9479	271,9166	215,57	302,91

ANOVA					
Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3797,898	3	1265,966	4,623	,008
Dentro de grupos	9857,339	36	273,815		
Total	13655,237	39			

Descriptivos								
Resistencias	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón - 28 días - Ra/c=0.5	10	351,7210	12,84678	4,06251	342,5310	360,9110	330,65	378,71
Filler 5% - 28 días - Ra/c=0.5	10	362,8070	24,15164	7,63742	345,5300	380,0840	324,37	396,04
Filler 10% - 28 días - Ra/c=0.5	10	336,9480	29,39835	9,29657	315,9177	357,9783	296,04	382,84
Filler 15% - 28 días - Ra/c=0.5	10	326,7340	11,90945	3,76610	318,2145	335,2535	311,20	350,09
Total	40	344,5525	24,48933	3,87210	336,7204	352,3846	296,04	396,04

ANOVA					
Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7599,415	3	2533,138	5,775	,002
Dentro de grupos	15789,953	36	438,610		
Total	23389,368	39			

Descriptivos								
Resistencias	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón - 56 días - Ra/c=0.5	10	382,4730	23,44109	7,41272	365,7043	399,2417	351,42	409,93
Filler 5% - 56 días - Ra/c=0.5	10	364,1090	16,35557	5,17209	352,4089	375,8091	333,77	398,60
Filler 10% - 56 días - Ra/c=0.5	10	360,5470	7,50393	2,37295	355,1790	365,9150	344,58	370,05
Filler 15% - 56 días - Ra/c=0.5	10	346,5760	13,82667	4,37238	336,6850	356,4670	321,94	363,64
Total	40	363,4263	20,34002	3,21604	356,9212	369,9313	321,94	409,93

ANOVA					
Variable dependiente Resistencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6554,658	3	2184,886	8,210	,000
Dentro de grupos	9580,276	36	266,119		0,000272
Total	16134,935	39			

ANEXO N° 45. Captura del análisis ANOVA en SPSS (Ra/c = 0.6)

Descriptivos								
Resistencias								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón - 07 días - Ra/c=0.6	10	239,5060	8,65473	2,73687	233,3148	245,6972	222,03	248,73
Filler 5% - 07 días - Ra/c=0.6	10	243,9550	13,09634	4,14143	234,5864	253,3236	225,88	265,15
Filler 10% - 07 días - Ra/c=0.6	10	207,9630	7,08211	2,23956	202,8968	213,0292	197,30	219,04
Filler 15% - 07 días - Ra/c=0.6	10	186,6200	15,79903	4,99609	175,3181	197,9219	165,77	211,99
Total	40	219,5110	26,33146	4,16337	211,0898	227,9322	165,77	265,15

ANOVA					
Variable dependiente Resistencias					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22124,833	3	7374,944	54,011	,000
Dentro de grupos	4915,659	36	136,546		2,0899E-13
Total	27040,492	39			

Descriptivos								
Resistencias								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón - 28 días - Ra/c=0.6	10	284,3250	10,17411	3,21734	277,0469	291,6031	269,44	299,83
Filler 5% - 28 días - Ra/c=0.6	10	274,2880	22,73328	7,18889	258,0256	290,5504	225,04	297,13
Filler 10% - 28 días - Ra/c=0.6	10	271,0600	7,97639	2,52236	265,3540	276,7660	252,46	282,84
Filler 15% - 28 días - Ra/c=0.6	10	242,2610	11,12591	3,51832	234,3020	250,2200	226,40	257,98
Total	40	267,9835	20,90794	3,30584	261,2968	274,6702	225,04	299,83

ANOVA					
Variable dependiente Resistencias					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9779,032	3	3259,677	16,143	,000
Dentro de grupos	7269,507	36	201,931		8,1897E-7
Total	17048,540	39			

Descriptivos								
Resistencias								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Patrón - 56 días - Ra/c=0.6	10	326,7100	19,98917	6,32113	312,4106	341,0094	301,33	371,70
Filler 5% - 56 días - Ra/c=0.6	10	313,3780	11,82109	3,73816	304,9217	321,8343	295,97	335,63
Filler 10% - 56 días - Ra/c=0.6	10	298,2970	7,10870	2,24797	293,2117	303,3823	286,60	307,51
Filler 15% - 56 días - Ra/c=0.6	10	263,9800	10,81195	3,41904	256,2456	271,7144	244,11	283,57
Total	40	300,5912	26,92535	4,25727	291,9801	309,2024	244,11	371,70

ANOVA					
Variable dependiente Resistencias					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21913,373	3	7304,458	41,342	,000
Dentro de grupos	6360,630	36	176,684		9,4395E-12
Total	28274,003	39			


ANEXO N° 46. Coeficiente “m” del Módulo de finura de la combinación de agregados

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso		Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados.				
mm.	Pulg.	5	6	7	8	9
10	3/8	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
12.5	1/2	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
20	3/4	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
25	1	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
40	1 1/2	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
50	2	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
70	3	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

* Los valores de la Tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

** Los valores de la Tabla pueden dar mezclas ligeramente sobrearenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2.


ANEXO N° 47. Cotización de Cemento Pacasmayo Tipo I

MATERIALES DE CONSTRUCCION ALCA EIRL 				COTIZACIÓN 81450				
AV. RICARDO PALMA NRO. 530 URB. STO DOMINGUITO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO 044-470179								
Señor (es): MILLER LA ROSA MICHAEL JESUS Dirección: Ruc: 71445856 Fecha: 4/01/2021 Hora: 10:47:01								
Vendedor		Local		Codigo-Cliente		Condición - Pago		
ANA		ALCA		570135		Contado EFECTIVO		
Observación:								
Ítem	Codigo	Cant.	Unidad	Descripción	Precio Unit.	Total		
1	56175	1.00	UNIDADES	CEMENTO PORTLAND ASTM - 1 PACASMAYO.	24.50	24.50		
							SUB-TOTAL 24.50	
					Total S/. 24.50			
*Todos los precios incluyen IGV. *Promoción válida por 3 días (Precios sujeto a variación). Esperamos que nuestra propuesta cumpla con sus expectativas, estamos atentos a sus sugerencias, para cualquier duda o aclaración al respecto.								

ANEXO N° 48. Cotización de Agregado Fino y Grueso

GAMBOA LLEGAMOS A TU OBRA						COTIZACIÓN	
MZA. CH1A LOTE. 3 URB. SAN ISDRO 2 ETAPA TRUJILLO MZA. E LOTE. 25 URB. LOS PORTALES TRUJILLO 044-222360 / 942874720 / 044-216866 / 996006473 ferreteriagamboa237@gmail.com						252843	
Señor (es): VARIOS Dirección: - Ruc: 00000000 Fecha: 05/01/2021 Hora: 11:50:10							
Vendedor	Local	PC	Proceso	Codigo-Cliente	Condición - Pago		
LISBETH	SANISIDRO	ALLSYSSERVER	05/01/2021	3	Contado EFECTIVO		
Observación:							
Item	Codigo	Cant.	Unidad	Descripción	Precio Unit.	Total	
1	344184	1.00	METROS	CUBICO ARENA FINA	40.00	40.00	
2	390412	1.00	METROS	CUBICO GRAVILLA 1/2"	50.00	50.00	
						SUB-TOTAL	
						90.00	

ANEXO N° 49. Tarifa de agua según SEDALIB S.A.



"Comprometidos con la Vida y el Bienestar Humano"

ESTRUCTURA TARIFARIA VIGENTE A PARTIR DE AGOSTO 2018
 Resolución de Consejo Directivo N° 009-2007-SUNASS-CD
 Resolución de Consejo Directivo N° 006-2013-SUNASS-CD
 Resolución de Consejo Directivo N° 017-2014-SUNASS-CD
 Decreto Legislativo N° 1280 - Artículo 73°
 Resolución N° 368-2018-SEDALIB S.A.-40000-GG

Localidades :Trujillo, La Esperanza, Florencia de Mora, El Porvenir, Victor Larco, Huanchaco y Salaverry

ESTRUCTURA TARIFARIA						
Categoría	Rangos m3/mes	Tarifa (S./m3)		Cargo Fijo (S./Mes)	Asignación de consumo (m3/mes)	Código Tarifario
		Agua	Alcantarillado			
Social	0 a más	0.745	0.427	3.788	15	S01
Doméstico	0 a 8	1.942	1.110	3.788	(*)	D01
	8 a 20	2.122	1.212			
	20 a más	4.992	2.854			
Estatal	0 a 20	2.837	1.622	3.788	19	E01
	20 a más	4.992	2.854			
Comercial	0 a 20	4.381	2.503	3.788	28	C01
	20 a más	6.571	3.755			
Industrial	0 a 100	6.939	3.966	3.788	90	I01
	100 a más	7.994	4.569			

(*) Categoría	Continuidad semanal (días/semana)	Continuidad diaria (horas/día)	Volumen asignado (m3/mes)
Doméstico	continuidad semanal <= 4	continuidad diaria < 5	8
Doméstico	continuidad semanal <= 4	5 <= continuidad diaria <= 10	10
Doméstico	continuidad semanal <= 4	continuidad diaria > 10	12
Doméstico	continuidad semanal > 4	continuidad diaria < 5	10
Doméstico	continuidad semanal > 4	5 <= continuidad diaria <= 10	12
Doméstico	continuidad semanal > 4	continuidad diaria > 10	19

NOTA:
 * Uso exclusivo de alcantarillado se factura por rangos de consumo
 * Fuente propia se factura por rangos de consumo aplicando el 20% del precio según categoría.

ANEXO N° 50. Visita de campo a cantera



ANEXO N° 51. Cantera donde se adquirieron los agregados



ANEXO N° 52. Almacenamiento de los agregados en cilindros



ANEXO N° 53. Homogenización de los agregados



ANEXO N° 54. Cuarteo del agregado grueso



ANEXO N° 55. Cuarteo del agregado fino



ANEXO N° 56. Toma de peso de agregados



ANEXO N° 57. Ensayo de peso unitario del agregado grueso



ANEXO N° 58. Ensayo de peso unitario del agregado fino



ANEXO N° 59. Toma del peso de material en molde normalizado



ANEXO N° 60. Secado de material para ensayo de peso específico



ANEXO N° 61. Ensayo del cono para agregado fino saturado superficialmente seco



ANEXO N° 62. Llenado de fiola con agregado fino y agua



ANEXO N° 63. Eliminación de burbujas dentro de fiola



ANEXO N° 64. Secado de material en horno



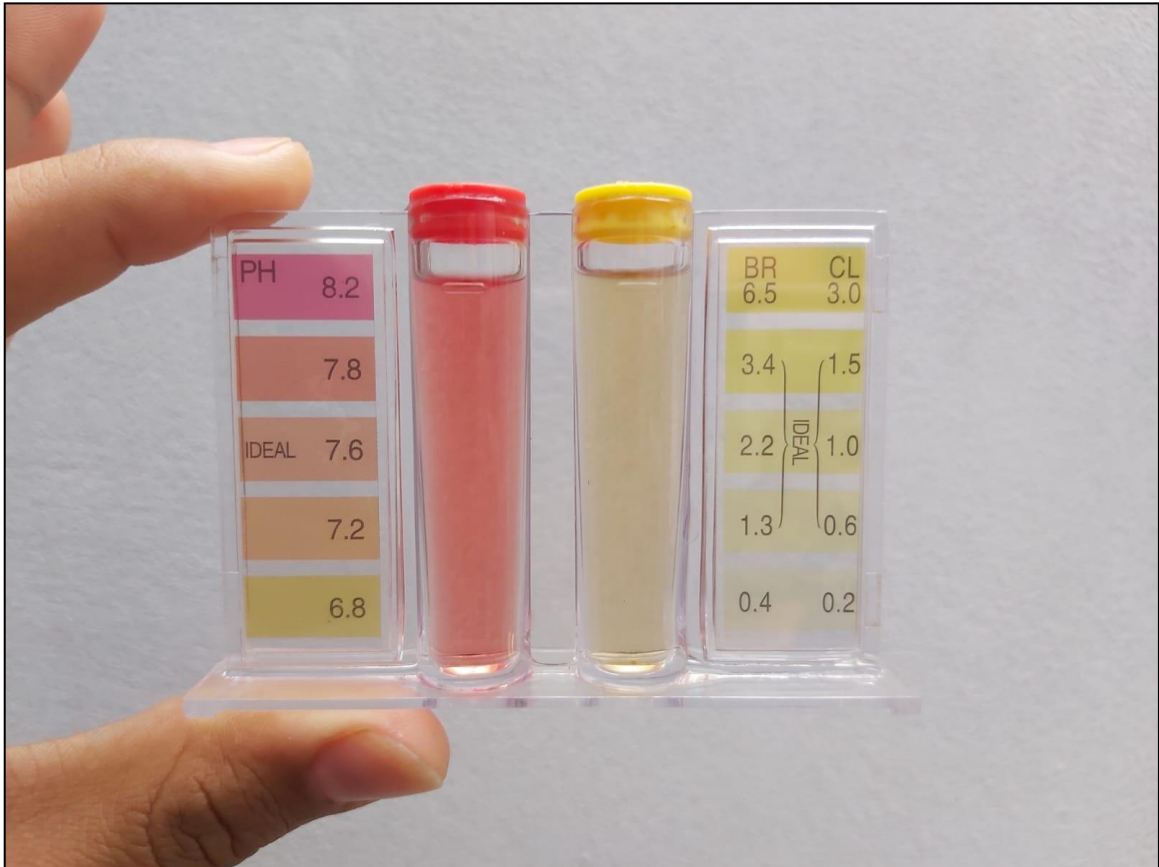
ANEXO N° 65. Ensayo granulométrico de agregados



ANEXO N° 66. Tamices reglamentarios para ensayo granulométrico



ANEXO N° 67. Análisis de Ph y cloruros del agua para mezcla



ANEXO N° 68. Muestra de filler calizo



ANEXO N° 69. Ensayo de asentamiento (SLUMP)



ANEXO N° 70. Verificación del asentamiento



ANEXO N° 71. Probetas cilíndricas de concreto



ANEXO N° 72. Ensayo de resistencia a la compresión

