

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**“Resistencia a compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado y curado
con agua: Termal y potable La Merced - distrito de Carhuaz”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Segura Quijano Juan César

Asesor

Castañeda Gamboa Rogelio Fermín

Código ORCID 0000 0002 6961 7418

Huaraz – Perú

2021

PALABRAS CLAVE

Tema	Resistencia a la compresión del concreto
Especialidad	Tecnología del concreto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Área	Ingeniería
Sub – área	Ingeniería civil
Disciplina	Ingeniería Civil
Líneas de investigación	Construcción y gestión de la construcción

TÍTULO

Resistencia a compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado y curado con agua: Termal
y potable La Merced - distrito de Carhuaz.

RESUMEN

El presente trabajo se evaluará la resistencia a la compresión de probetas de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaboradas y curadas con agua termal y potable la Merced del Distrito de Carhuaz. El agua termal usado para la investigación se encuentra en el Centro Poblado la Merced del distrito y provincia de Carhuaz, la misma que está en crecimiento poblacional y por ello se tiene nuevas edificaciones. Estas aguas nacen por filtración por los terrenos colindantes.

Por lo que se llegó a investigar el agua termal la Merced en el concreto, donde el parámetro Cloruros (Cl) encontrado es de 980mg/l la cual es elevado y su pH de 5.51 que es ácido, por lo que afectan directamente a la resistencia del concreto a comparación de las probetas elaboradas con agua potable La Merced.

Las probetas elaboradas y curadas con agua potables llegan a obtener una resistencia de 231.63 Kg/cm^2 siendo una resistencia óptima y dentro de los parámetros recomendados por la Norma Técnica Peruana al igual que las probetas elaboradas con agua potable y curadas con agua termal que obtuvieron una resistencia de 208.53 Kg/cm^2 . Sin embargo, las probetas elaboradas con agua termal y curadas con agua potable solo obtienen una resistencia de 86.81% y las probetas elaboradas y curadas con agua termal que tienen una resistencia de 84.81% a comparación de la muestra patrón. Por lo que no se recomienda el uso de estas aguas termales para la elaboración y curado de concretos.

ABSTRACT

The present work will evaluate the resistance to compression of concrete probes $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ elaborated and cured with thermal and potable water La Merced of the District of Carhuaz. The thermal water used for the research is located in the Centro Poblado la Merced of the district and province of Carhuaz, the same one that is in population growth and therefore there are new buildings. These waters are born by filtration through the surrounding land.

Therefore, the La Merced thermal water was investigated in concrete, where the Chlorides (Cl) parameter found is 980 mg / l , which is high and its pH of 5.51, which is acidic, which directly affects the resistance. of concrete compared to the test tubes made with La Merced drinking water.

The test tubes made and cured with drinking water reach a resistance of 231.63 Kg / cm^2 , being an optimal resistance and within the parameters recommended by the Peruvian Technical Standard, as well as the test tubes made with drinking water and cured with thermal water that obtained a resistance of 208.53 Kg / cm^2 . However, the test tubes made with thermal water and cured with drinking water only obtain a resistance of 86.81% and the test tubes made and cured with thermal water that have a resistance of 84.81% compared to the standard sample. Therefore, the use of these hot springs is not recommended for the preparation and curing of concretes.

ÍNDICE

PALABRAS CLAVE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGIA	36
III. RESULTADOS	60
IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	65
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXO N° 01: Resultados de laboratorios de las aguas	73
ANEXO N° 02: Resultados de laboratorios de los agregados	76
ANEXO N° 03: Panel fotográfico	87

I. INTRODUCCIÓN

1. Introducción y fundamento de la investigación

Antecedentes

Guzman, Et al (año 2007) desarrollaron la investigación titulada “Propiedades en estado endurecido de concreto preparado con agua contaminada con cloruros”, realizada en México, tuvieron como objetivo estudiar el efecto que se tiene con la contaminación de cloruros en concretos fabricado con una relación agua/cemento alta y de la misma forma el efecto de cemento con alto contenido en aluminato tricálcico usado como método para prevenir la corrosión del acero de refuerzo, usaron la investigación aplicada, teniendo como diseño de investigación experimental del nivel cuasi experimental y concluyeron: Los resultados hacen referencia que con la adición de cloruros en mezclas de concreto a ser estudiadas no afectan directamente en su resistencia a la compresión.

Chávez M. (2019) desarrolló la investigación titulada “Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² utilizando agua termal, Cajamarca 2019”, Perú, realizada en la Universidad Privada del Norte, planteó como objetivo general Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² utilizando agua termal, Cajamarca 2019; llegó a concluir: Al procesar los resultados obtenidos concluye que se cumple la Hipótesis planteada, ya que las resistencias de las probetas sometidas a la compresión que fueron elaboradas con agua termal no disminuyen más del 10 % con respecto a las probetas patrón; los agregados que se utilizó en este estudio están acorde a la norma NTP 400. 012 que hacer referencia a los requisitos y características que tendría que cumplir los agregados en la elaboración del concreto, de lo cual concluye que los agregados obtenidos de la cantera Acosta son recomendables en la elaboración para un concreto; la resistencia que se obtuvo a la compresión axial promedio a los 28 días del concreto de control y del concreto con agua termal es de 263.68 kg/cm² y 255.06 kg/cm² respectivamente, por otro lado, la resistencia

obtenida a la compresión axial promedio de los 180 días es 264.73 kg/cm² y 255.85 kg/cm², por consiguiente concluye que el concreto cumple con la resistencia para la cual fue diseñado; Finalmente, respecto a los hallazgos encontrados en esta investigación se concluye que es factible el uso del agua termal en la elaboración del concreto puesto que cumple de acuerdo a los requisitos mínimos que señala la norma NTP 339 088. Y que además la norma señala que se puede utilizar aguas no potables en el uso del concreto cuya reducción en la resistencia del concreto no sea mayor al 10 %.

Reymundo C. (2015) desarrolló la investigación titulada “Influencia del agua dudosa (termal) en la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de morteros de concreto diseñados según la NTP 334.051”, Perú, llevada a la práctica en la Universidad Peruana del Norte, incluyó como objetivo general Determinar la influencia del agua dudosa (termal) en la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de los morteros diseñados según la NTP 334.051; muestra en su conclusiones: a) los parámetros encontrados en la NTP 339.088 no son cumplidos en el agua termal de Jauja, b) el fraguado de los morteros preparados con agua termal exceden en una variación del +/- 25% en comparación de los morteros elaborados con agua potable, por lo que es recomendado su uso en obra, c) en cuanto a los morteros elaborados con agua termal y sometidos a resistencia de compresión difiere inferiormente en más de 10% a comparación de los morteros elaborados con agua potable; por ello no recomienda su uso en obra.

Antezana, Et al. (2015) desarrollaron la investigación titulada “Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de morteros en las relaciones a/c empleando agua termal”, realizada en Perú, con una investigación de tipo experimental; tuvo como objetivo de estudio Determinar de cómo es el tiempo para el fraguado y resistencia para la compresión de los morteros diseñados según la NTP 334.051 empleando agua termal, para ello hizo uso de una investigación aplicada, con su investigación experimental como del nivel cuasi experimental

y llegaron a concluir en: a) los parámetros contemplados en la NTP 339.088 no son cumplidos por el agua termal de jauja, b) los resultados que obtuvo de los morteros elaborados con agua termal fueron menores en un 19.80% a comparación de los morteros preparados con agua potable; razón por la cual no recomienda su uso en obra, teniendo en cuenta que una variación máxima debería de ser de 10%, c) la disminución en la resistencia de los morteros elaboradas con agua termal Acaya obtenida fue por el pH (5.9), teniendo en cuenta que se recomienda el uso de agua con pH neutro (7) y cuando el Ph son menores influyen provocando bajas resistencia y comprometes en refuerzo que se podría tener en un concreto.

Fundamentación científica

Concreto

Definición

Para tener el concreto es necesario tener una mezcla de cemento, agregado grueso, piedra, agregado fino y agua. El cemento, el agua y a arena forman un mortero, las cuales tienen como función de unir las diferentes partículas del agregado grueso, esto se da llenando los vacíos que hay en ellas. De la misma forma hace referencia que el volumen de mortero es para llenar el volumen entre las partículas de un concreto. (Harmsen, 2005, p.11)

El concreto también es definido como mezcla de materiales aglutinantes (cemento portland hidráulico), componentes de relleno (agregado o áridos), agua y posiblemente aditivos, cuando estas llegan a endurecerse pueden formar un compacto (piedra artificial) y posteriormente puede soportar grades esfuerzos que se les somete a compresión. (Sánchez, 2001, p.19)

“El concreto llega a ser un material duro y tiene similitud a una piedra, se obtiene como resultado al realizarse una adecuada mezcla ente los componentes de cemento, agregados, agua y aire”. (Ortega, 2000, p. 1).

Propiedades del concreto

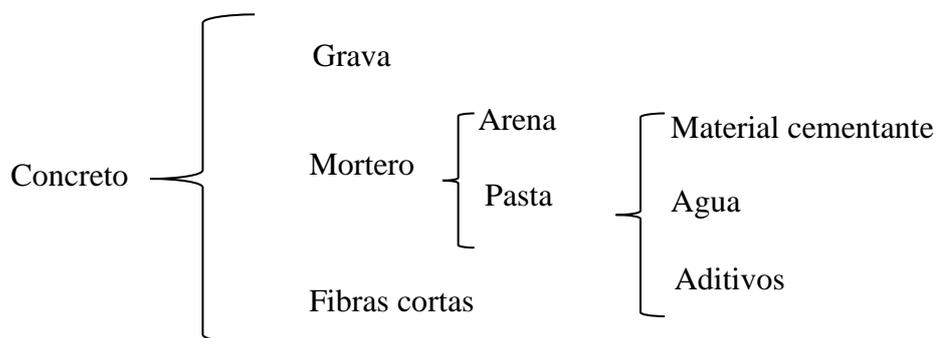
Según Rivva (2007) las características del concreto han de ser función del fin para el cual esta destinado. Por ello la selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada.

Composición del concreto

Un concreto ordinario es un componente con propiedades similares a las de la roca, elaborado mediante la mezcla de agregados de roca en niveles de volumen que van desde una pequeña fracción hasta unos pocos centímetros de grava y arena atado por el cemento. (Lamus y Andrade, 2015, p.23)

Figura 1

Composición del concreto



Nota. Lamus y Andrade, 2015, p.23

El concreto plástico viene a ser una mezcla de concreto muy fácil de verter, por lo que puede cambiar lentamente de forma si se quita el molde inmediatamente, y su plasticidad determina la calidad y características de dicho producto final. Controlar los ingredientes restringe la variación en sus proporciones. (Love, 1996, p. 7).

Cemento

Definición

Como característica general. “se debe tener en cuenta la marca y el tipo el usado para determinar la dosificación. Cualquier cambio durante la construcción obliga a diseñar un nuevo proporcionamiento” (González, 2004, p.19).

“Para obtener el cemento es por medio de la pulverización del cliker, siendo este producto de la calcinación de materiales calcáreos y arcillosos” (Harmsen, 2005, p.11).

“El cemento se refiere a un aglomerante que tiene propiedades adhesivas y cohesivas, lo que le permite unir para formar una unidad cohesiva de suficiente resistencia y durabilidad” (Sánchez, 2001, p.27)

Se tiene una reacción químicamente entre el cemento y el agua que hace la unión de agregados y volviéndolos en una masa sólida. Dependiendo del diseño de la mezcla utilizada, se pueden lograr diferentes resistencias de concreto. También afecta a la propiedad del concreto los métodos del curado. (Ortega, 2000, p. 1).

Por lo general, el cemento hidráulico utilizado en la fabricación de concretos debe ser cemento Portland. No obstante, hay que tener en cuenta que este material está evolucionado mucho y se cuenta con tipos diferentes de cemento (hay una mayor tendencia a utilizar cemento Portland con la adición de cenizas volantes, humo de sílice, escoria, etc.) con muy buenas propiedades de durabilidad. (Sánchez, 2006, p. 50).

Composición química del cemento

“Los insumos utilizados en la producción de cemento Portland son principalmente cal, sílice, alúmina y óxido de hierro. Por razones prácticas, se sobreentiende por química del cemento, la química de silicato y aluminato cálcico anhidro e hidratado” (Sánchez, 2001, p.35)

“El cemento portland suele tener cuatro componentes principales, siendo estas aluminatos, ferroaluminatos de calcio y silicatos y se puede verificar en la siguiente tabla” (Sánchez, 2001, p.35)

Tabla 1*Compuestos principales del cemento portland*

Nombre del compuesto	Composición del óxido	Abreviatura
Silicato tricálcico	3Ca O Si O ₂	C3 S
Silicato dicálcico	2Ca O Si O ₂	C2 S
Aluminio tricálcico	3Ca O Al ₂ O ₃	C3 A
Ferroaluminato tetracálcico	4Ca O Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃	C4 AF

Nota. Sánchez, 2001, p.35

Norma Técnica Peruana 334.009 (NTP, 2013) hace referencia de los requisitos químicos que debería de cumplir los cementos, las mismas que se muestran a continuación:

Tabla 2

Requisitos químicos que deben cumplir los cementos.

Requisitos químicos	Método de ensayo aplicable	Tipos de cemento			
		IS (<70) IT (P<S<70) IT (L<S<70)	IS (≥70) IT (S≥70)	IP, I (PM) IT (P≥S) IT (P≥L)	ICo IL IT (L≥S) IT (L≥P)
Óxido de magnesio (MgO), máx. %	334.086	6.0
Azufre como trióxido de azufre (SO ₃), máx. ^A %	334.086	3.0	4.0	4.0	3.0
Azufre (S), máx. %	334.086	2.0	2.0
Residuo insoluble, máx. % ^B	334.086	1.0	1.0
Pérdida por ignición, máx. %	334.086	3.0 ^C	4.0 ^C	5.0 ^C	10.0

Nota. Norma Técnica Peruana 334.009, 2013; A: Puede permitir los valores contenidos de SO₃; B: viene a ser el límite máximo de residuo insoluble; C: tener en cuenta en cementos adicionados ternarios con caliza.

Agregado

Norma Técnica Peruana 400.011 (NTP, 2008) indica “que el agregado es grupo de partículas que pueden ser de origen natural o artificial y dejan ser tratados o elaborados”

Algunos agregados inertes, como piedra, arena y grava, son agregados a la mezcla de cemento y agua en proporciones determinadas para incrementar el volumen de la mezcla. Si una mezcla de concreto es indicado, cada partícula se encuentra rodeada de pasta y los espacios entre las partículas de los agregados se llenan por completo. La pasta trabaja como un medio aglutinante uniendo las partículas en una masa sólida. (Love, 1996, p. 6-7).

Cuando se tiene la elaboración de concretos con peso normal, es necesario emplear agregados que cumplan con los requisitos de la norma ITINTEC 400.037 o de las normas ASTM 33, de la misma manera con las especificaciones que se contemplan en el proyecto”. (Rivva, 2007, p. 22).

Es recomendable que deben ser de similar granulometría y tipo geológico que los usados para calcular la dosificación, además tendrán que estar limpios, libre de materia orgánica, arcilla o polvo; tener bajo porcentaje de partículas planas; ser durables en su uso y tener una granulometría adecuada. Cuando se tienen partículas con superficie rugosa o planas se requiere el uso de mayor volumen de agua para obtener un concreto manejable, es decir, necesita mayor cemento para sostener la misma relación agua/cemento. (Gonzáles, 2004, p.22)

Clasificación de los agregados

Norma Técnica Peruana 400.011 (NTP, 2008) hace referencia que los agregados se clasifican teniendo en cuenta la composición granulométrica, densidad, constitución mineralógica, forma y su textura.

La constitución granulométrica puede ser determinado usando tamice recomendados en la siguiente tabla:

Granulometría

Norma Técnica Peruana 400.011 (NTP, 2008) indica que la “gracias a la granulometría de agregados interpreta la distribución de acuerdo al tamaño que tiene un agregado”.

Debe cumplir los valores representados en la tabla 5:

Tabla 3

Granulometría de las arenas

Malla número	% que pasa en peso		% retenido acumulado	
	AG	AF	AF	AG
3/8"	100	100	0	0
4 (5 mm)	95	100	0	5
8	80	100	0	20
16	50	85	15	50
30	25	60	40	75
50	10	30	70	90
100	2	10	90	98
200 (charola)				100

Nota. Gonzáles, 2004, p.23. AF: arenas finas, AG: arenas gruesas

El factor de módulo de finesa representa si el agregado es más fino o más grueso que el otro: cuanto el módulo de fineza es mayor más grueso es el agregado. Se utiliza para controlar el tamaño y la uniformidad de las partículas y para calcular en el diseño de mezcla. (Gonzáles, 2004, p.23)

Rivva (2007) menciona que los agregados que van a ser usados tendrán que ser procesados, transportados, manipulados, almacenados y dosificados haciendo que garantice:

- Sea mínimo la pérdida de agregados finos.
- Hacer que se mantenga la uniformidad de los agregados.
- Las sustancias extrañas no deberían de producir contaminación.
- Inexistencia de rotura o segregación.

Agregado fino o arena

Los agregados finos y gruesos son los componentes inertes del concreto, porque no interfieren con las reacciones químicas que se tiene con el cemento y el agua. El agregado fino tendrá que ser fuerte, durable y libre de impurezas (limo, polvo, álcali o materia orgánica). La arcilla o limo debe ser inferior al 5% de e inferior al 1,5% en materia orgánica. Su tamaño de partícula menor a $\frac{1}{4}$ " y su clasificación debe cumplir con los establecido en la norma ASTM-C-33-99a., esto se muestran en la tabla 6. (Harmsen, 2005, p.12)

Tabla 4

Requisitos granulométricos del agregado fino que deberán de cumplir

Tamiz estándar	Porcentaje en peso del material que pasa el tamiz
3/8"	100
# 4	95 a 100
# 8	80 a 100
# 16	50 a 85
# 30	25 a 60
# 50	5 a 30 (AASGTO 10 a 30)
# 100	0 a 10 (AASHTO 2 a 10)

Nota. Harmsen, 2005, p.12

Norma Técnica Peruana 400.011 (NTP, 2008) indica que el “agregado fino son acumulación de rocas o piedras debido a la descomposición natural o artificial, estos deberán de pasar por el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulg) y de la misma forma cumplir de acuerdo a lo indicado en la NTP 400.037”

El agregado fino tiene como propiedad de llenar los espacios debido al agregado grueso y aumenta la operabilidad de la mezcla. En general los agregados que no tienen grandes defectos o partículas excesivamente grandes o pequeñas y tengan una superficie un poco curva, producen una mezcla más satisfactoria. (Love, 1996, p. 26).

A la fracción de agregado suspendida en los tamices N° 4 y el tamiz N° 200 se le considera como agregado fino y proviene de arena natural o rotura de rocas, gravas u otras fuentes. (Sánchez, 2006, p. 53). La granulometría de los agregados finos deberá de estar entre los límites que señalan las normas, se indica:

Tabla 5

Granulometría para agregado fino

Tamiz		Porcentaje que pasa (%)
(mm)	Pulgadas	
10	3/8	100
4.76	N° 4	95 - 100
2.38	N° 8	80 - 100
1.19	N° 16	50 - 85
0.595	N° 30	25 - 60
0.297	N° 50	10 - 30
0.149	N° 100	2 - 10

Nota. Sanchez de Guzman Diego (2006)

Norma Técnica Peruana 400.011 (NTP, 2008) hace referencia que “el módulo de fineza (MF) es el resultado de la división entre el porcentaje acumulado de una muestra compuesta en cada tamiz de una serie dada y dividido por 100”

Agregado grueso o piedra

Norma Técnica Peruana 400.011 (NTP, 2008) indica son “agregados atrapados en el tamiz N° 4 que cumple con los criterios establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037, a la vez que provienen de la descomposición natural o artificial de una roca”.

Se tiene que los agregados gruesos incluyen granito, diorita y sienita. Se puede considerar para su uso piedras partidas en chancadoras o grava de los lechos de ríos o acumulaciones naturales. De la misma forma que el agregado fino, las arcilla y finos tendrán que ser inferior al 5% y las materias orgánicas, carbón, etc. Inferior a 1.5%. Se recomienda que el tamaño máximo sea menor 1/5 de la distancia que se tiene entre las paredes de un encofrado, 3/4 de distancia libre entre armaduras y 1/3 del espesor

de las losas, esto de acuerdo al ACI-3.3.2. cuando se tiene un concreto ciclópeo se podría usar piedra de hasta 15 y 20 cm. Por otra parte, se pueden emplear tamaños más grandes si no crean espacios. La norma ASTM-C-33-99a establece un conjunto de condiciones para la granulometría. (Harmsen, 2005, p.13)

Siendo el agregado de tamaño más grande que puede usarse. Mientras más grande sea el tamaño del agregado máximo, menos mortero y pasta se necesita. Por consiguiente, mientras más grande sea el agregado grueso, disminuye la cantidad de agua y cemento que se requiere para un concreto de una calidad determinada. (Love, 1996, P.26).

Como agregado grueso para elaborar concretos hidráulicos, se tiene en cuenta aquel material granular con proporción de fracción esté comprendida entre el tamiz de 50.8 mm (2") y el tamiz N° 4, a la vez que provenga de gravas naturales o por trituración de rocas o gravas. (Sanchez, 2006, p. 55). El agregado grueso, deberá tener en cuenta de los siguientes parámetros:

Tabla 6*Granulometría del agregado grueso.*

Agregado	Tamaño nominal	Material que pasa cada uno de los siguientes tamices (porcentaje)												
		101.6 mm	90.5 mm	76.1 mm	64.0 mm	50.8 mm	38.1 mm	25.4 mm	19.0 mm	12.7 mm	9.51 mm	4.76 mm	2.38 mm	1.19 mm
0	90.50 mm a 38.10 mm	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15			0 a 5				
1	64.00 mm a 38.10 mm			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15			0 a 5				
2	50.8 mm a 4.76 mm				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
3	38.10 mm a 4.76 mm					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
4	25.40 mm a 4.76 mm						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
5	19.0 mm a 4.76 mm							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
6	12.70 mm a 4.76 mm								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
7	9.51 a 2.38 mm									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
8	50.80 a 25.40 mm				100	90 a 100	35 a 100	0 a 15			0 a 5			
9	38.10 mm a 19.00 mm					100	90 a 100	20 a 55			0 a 5			

Nota. Sánchez, 2006, p. 55

Humedad en agregados

La Norma Técnica Peruana 334.009 (NTP, 2013) hace referencia el procedimiento para determinar la humedad en agregados, además indica que “se debe de tener muestra representativa no menor a los valores en masa de la siguiente tabla. Las muestras deben protegerse para evitar la pérdida de humedad antes del análisis”.

Tabla 7

Tamaño máximo según muestra usada de agregado

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en Kg
4.75 (0.187) (N° 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1 1/2)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2 1/2)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3 1/2)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (6)	50.0

Nota. La Norma Técnica Peruana 334.009, 2013

Peso unitario en agregados

En la Norma Técnica Peruana 400.017 (NTP, 2011) se establece el procedimiento para determinar la densidad de masa, la cual se le conoce como peso unitario ya sea suelto o compactado, la cual consiste en calcular los espacios vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o en la mezcla de ambos teniendo en cuenta la misma condición. Mediante este método de ensayo se puede aplicar a agregados inferiores a 125 mm como tamaño nominal máximo.

Este procedimiento de prueba se usa comúnmente para determinar valores de densidad de masa requeridos para su uso en una variedad de métodos para establecer el diseño de mezclas de concreto.

La densidad de masa también se puede utilizar para determinar las relaciones masa / volumen para las conversiones en el trabajo de campo. Por otra parte, el agregado en unidades de transporte y depósitos generalmente contiene humedad superficial o absorción de humedad (que luego afecta la masa), mientras que el método de prueba determina esta densidad en base seca.

Peso específico y absorción en agregados gruesos

La Norma Técnica Peruana 400.021 (NTP, 2013) indica “como pasos para determinar la densidad promedio de partículas de agregado grueso (excluido los poros intergranulares), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso”.

La densidad relativa (gravedad específica) es una propiedad que se usa comúnmente para calcular el volumen ocupado por los agregados en varios agregados incluido el concreto de cemento Portland. La densidad relativa es utilizada cuando se tiene el agregado húmedo, es decir, cuando su absorción se ha realizado. Por otra parte, la densidad o densidad relativa es usado para cálculos, esto se tiene para el agregado en seco.

Para determinar el cambio en masa de los agregados debido a la absorción de agua mediante sus espacios porosos es necesario conocer los valores de absorción, a comparación con el estado seco. El procedimiento de laboratorio para determinar la absorción se da luego de sumergir el agregado seco por un período determinado de tiempo.

Peso específico y absorción de agregados finos

La Norma Técnica Peruana 400.022 (NTP, 2013), describe el procedimiento para obtener la densidad promedio de partículas de agregados finos (excluidos los poros granulares), la densidad relativa (gravedad específica) así como la adsorción de agregados finos.

Agua

Definición

El agua tiene que estar exenta de materia orgánica, álcalis, ácidos y aceites. En general, el agua potable también se puede utilizar para mezclar con cemento. A pesar de ello, se debe evitar el agua que contenga mucho sulfato, incluso si el agua es potable, porque su uso conduce a la formación de una pasta débil, que puede dañar al concreto. Si se desconocen las características del agua y el concreto muestra una resistencia mínima de 90% a comparación de una muestra realizada con agua potable a los 28 días podrá usarse. (Love, 1996, p. 11).

Se puede definir como la composición del concreto a través de la cual el cemento sufre reacciones químicas que le confieren la propiedad de estabilización y endurecimiento para formar una sola sustancia sólida con agregados, por lo que se clasifica en agua de mezcla y agua para curado. (Sánchez, 2001, p.57)

Love (1996) menciona a continuación efectos de algunas impurezas comunes en el agua de mezcla, en la calidad del concreto:

- Exceso de bicarbonatos y carbonatos alcalinos; al encontrarse los carbonatos y bicarbonatos de sodio y de potasio influyen al acelerar o retardar el tiempo de fraguado en algunos cementos. A concentraciones más altas pueden disminuir la resistencia del concreto. Es recomendable de realizar las pruebas si son superiores a 1000 ppm.

- Sulfatos presentes de sodio y cloruro de sodio: la presencia de grandes cantidades de sólidos disueltos en el agua natural es generalmente por un alto contenido de cloruro de sodio o de sulfato de sodio. Se tolera concentraciones de 20000 ppm a 10000 ppm de cloruro de sodio y de sulfato.
- Otras sales conocidas: concentraciones de carbonatos de sodio y de magnesio que afectan al concreto son difíciles de encontrar. A pesar de encontrar concentraciones mayores a 400 ppm de bicarbonatos de calcio y de magnesio no presentan efectos negativos en el concreto, más por el contrario el cloruro de calcio es usado como acelerador en el endurecimiento y ayuda en el incremento de resistencia.
- Sales con contenido en hierro: Las acumulaciones naturales generalmente contienen pequeñas cantidades de hierro. Las concentraciones superiores a 40000 ppm pueden ser aceptables.
- Sales con contenido inorgánicas diversas: Las sales con manganeso, cinc, estaño, cobre o plomo ayudan en reducción de la resistencia de un concreto, también altera el tiempo de fraguado. (p.11):

Rivva (2007), manifiesta que se tiene la norma ITINTEC 334.088, donde se establecen criterios que se deben de cumplir con las aguas para la elaboración y curado del concreto y preferiblemente se debe usar agua potable. Prohíbe usar aguas que sean ácidas, con contenido de minerales, calcáreas, con presencia de carbonatadas, aguas que se generan en minas o relaves, aguas con presencia de residuos minerales o industriales, aguas que contengan sulfatos superiores al 1%, aguas con presencia de algas, materia orgánica, humus, o aguas de desagües, de la misma forma las aguas que presentan azúcares o derivados. (Rivva, 2007, p. 29)

Agua de mezclado

Se define como la porción de agua por unidad de volumen de concreto que necesita el cemento, contenida en una unidad de volumen, ayuda a producir una mezcla húmeda eficaz, que presenta una fluidez manejable, esto cuando la mezcla está en estado plástico. (Sánchez, 2001, p.57)

El agua utilizada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Por lo general es adecuado el uso de agua potable en el concreto, ya que tiene la función de hidratar el cemento y ayuda en el aumento de la trabajabilidad en una mezcla. En caso de usarse agua no potable se tendrá que verificar su conveniencia. La norma ASTM-C-109/109M-99 solicita la elaboración de cubos de concreto con el agua no potable para su respectivo ensayo, buscando la resistencia superior a 90% como mínimo a los 7 y 28 días, tomando como base de análisis a probetas similares elaborados con agua potable por ello se recomienda verificar que sean exentas de agentes que puedan reaccionar afectar al esfuerzo. (Harmsen, 2005, p.13)

“El agua de mezcla tiene por finalidad de combinarse con el cemento en una mezcla de concreto que se tiene en la hidratación, llega a cubrir los agregados y finalmente ayuda en la manejabilidad del concreto” (Love, 1996, p11).

Se puede utilizar como agua para mezclar y / o para curar un concreto cuando no tiene olor ni sabor fuerte, limpio y libre de aceites, cítricos, sal, ácidos, azúcares, materia orgánica y / o cualquiera otra materia que afecte negativamente a la estructura. (Sánchez, 2006, p. 51, 52). En tal sentido el agua de mezcla debe obedecer a las siguientes tolerancias en concentraciones máximas encontrados de impurezas:

Tabla 8

Tolerancias de concentraciones máximas de impurezas encontradas en el agua

Impurezas	Máxima concentración tolerada
Carbonatos de sodio y potasio	1.000 ppm
Cloruro de sodio	20.000 ppm
Cloruro, como Cl (concreto pre-esforzado)	1.000 ppm
Cloruro, como Cl (concreto húmedo o con elementos de aluminio, metales)	1.000 ppm
Sulfato de sodio	10.000 ppm
Sulfato, como SO ₄	1.000 ppm
Carbonatos de Ca y Mg, como ion bicarbonato	400 ppm
Cloruro de magnesio	40.000 ppm
Sulfato de magnesio	25.000 ppm
Cloruro de calcio (por peso cemento)	2%
Sales de hierro	40.000 ppm
Yodato, fosfato, arsenato y borato de sodio	500 ppm
Sulfito de sodio	100 ppm
Ácido sulfúrico y ácido clorhídrico	10.000 ppm
pH	6.0 a 8.0
Hidróxido de sodio (por peso de cemento)	0.50%
Hidróxido de potasio (por peso de cemento)	1.20%
Azúcar	500 ppm
Partículas en suspensión	2.000 ppm
Aceite mineral (por peso de cemento)	2%
Agua con algas	No recomendable
Materia orgánica	20 ppm
Agua de mar (concentración total de sales para concreto no reforzado)	35.000 ppm
Agua de mar para concreto reforzado o pre esforzado	No recomendable

Nota. Sánchez de Guzmán Diego. (2006)

Rivva (2007), recuerda que la calidad del agua se obtiene en laboratorio mediante análisis de muestras, además es necesario que se cumpla con valores que se indica en la tabla 11; la misma que debe ser verificada por el responsable del proyecto en obra. (p. 30).

Tabla 9*Valores de calidad de agua recomendables*

Compuestos	Máximo
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Nota. Rivva López Enrique. (2007).

Norma Técnica Peruana 339.088 (NTP, 2006) hace referencia que “no es necesario la verificación en ensayo al usarse agua potable en la elaboración del concreto”.

De la misma forma permite para el agua de mezcla que contiene total o en parte aguas no potables, se puede utilizar en ciertas proporciones para alcanzar el límite de calificación y se cumpla los requisitos de la tabla 10.

Tabla 10*Requisitos a cumplir en el concreto con el agua de la mezcla*

Ensayo	Límites	Métodos de ensayo
Resistencia a compresión, mínimo. % de control a 7 días ^A	90	NTP 339.033 NTP 339.034
Tiempo de fraguado, desviación respecto al control, horas: minutos ^A	De 1:00 más temprano a 1:30 más tarde	NTP 339.082

Nota. Norma Técnica Peruana 339.088, 2006.

Cuando el comprador vea apropiado el uso en una construcción, estas deben estar dentro de los valores encontrado en la tabla 11:

Tabla 11

Valores en componentes químicos como opciones en el agua para mezcla combinada

Concentración máxima en el agua de mezcla combinada, ppm	Límite	Métodos de ensayo
A. Cloruro como Cl ⁻ , ppm		
1. En concreto pretensado, tableros de puentes o designados de otra manera	500	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes	1000	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO ₄ , ppm	3000	NTP 339.074
C. Alcalis como (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O), ppm	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa, ppm	50000	ASTM C 1603

Nota. Norma Técnica Peruana 339.088, 2006

Diseño de mezcla del concreto

Actualmente, se cuenta con dos métodos fundamentales para el diseño de concreto armado: Diseño elástico o por cargas de servicio y diseño a la rotura o por resistencia última. El primero se utilizó con gran fuerza hasta mediados de siglo y el segundo ha desarrollado con mayor fuerza en los últimos años. (Harmsen, 2005, p.3)

Se puede definir como el proceso de selección de los componentes más adecuados y sus combinaciones más prácticas y económicas, con el fin de obtener un producto que muestre trabajabilidad con consistencia idóneo; pero al endurecerse cuente con los valores requeridos en los planos y especificaciones del proyecto. (Rivva, 2007, p.16)

Para determinar la proporción de cemento-agua, es necesario identificar la resistencia, durabilidad e impermeabilidad del concreto endurecido. Estas características por lo general se especifican en el diseño estructural, o se determinan con la finalidad de obtener proporciones de mezcla tentativas. Tener en cuenta que al realizarse una

modificación en la proporción cemento-agua influye en las características finales del concreto endurecido. (Love, 1996, p. 23).

Para determinar elementos de una mezcla se tiene en cuenta que el concreto final cuente con una resistencia recomendada y en el vaciado sea manejable, además el costo sea lo bajo posible. Cuando mejor sea la gradación de agregados se tiene menor volumen de vacíos. Por otra parte, se requiere agua para hidratar y humedecer la superficie de los agregados. A mayor uso del agua se cuenta con mas plasticidad y fluidez en la mezcla, en otra palabra se mejora la manejabilidad, sin embargo, influye negativamente en la resistencia por generarse mayor volumen de vacío a consecuencia del agua libre. Es un factor importante en control de la relación agua cemento en la resistencia de un concreto. (Sánchez, 2006, p. 31).

Método de diseño de concreto mediante el método ACI

En la última edición del código ACI presenta métodos de diseño, no obstante, muestra mayor enfoque en el diseño a la rotura. El diseño por resistencia tiene ventaja, donde el factor de seguridad de los componentes en análisis es calculado por dos formas: amplificación de las cargas de servicio y reducción de la resistencia teórica de la pieza. (Harmsen, 2005, p.3)

Elaboración del concreto

Se cuenta con la Norma Técnica Peruana 339.033 (NTP, 2009) que hace referencia para la elaboración de especímenes tendrá que realizarse sobre una superficie plana y dura, e inmóvil u otras alteraciones, de la misma manera cerca al lugar donde terminarán almacenados.

Las probetas en análisis para la determinación de la resistencia a la compresión o tracción por compresión diametral, tienen que ser de forma cilíndricos y vaciados en posición vertical. En cuanto a la cantidad y dimensiones de los especímenes son establecidos en los ensayos. Además, la longitud del cilindro debe ser el doble del diámetro y el diámetro no debe ser inferior a tres veces el tamaño máximo de los agregados gruesos.

Cuando se hace el vaciado de los cilindros se tiene que identificar la barra compactadora adecuada, para ello se puede hacer uso de la tabla 12. Para establecer la forma de consolidación se puede ver en la Tabla 13. Por el contrario, en consolidación por apisonado, se deberá obtener los parámetros de moldeo en la Tabla 14. Pero en consolidación a vibración se obtiene los parámetros con la Tabla 15. Seguidamente se puede determinar el tamaño de la cuchara. En el momento de colocado del concreto al molde, con apoyo de la cuchara se puede garantizar una adecuada distribución del concreto con poca segregación. Para compactar cada capa se puede hacer uso de las Tablas 14 y 15. Finalmente se adiciona concreto al ras de la parte superior de los cilindros para su posterior endurecimiento.

Tabla 12*Valores para barra compactadora según el cilindro*

Diámetro del cilindro o ancho de la viga. Mm	Dimensiones de la varilla A	
	Diámetro, mm	Longitud de la varilla, mm
<150	10	300
150	16	500
225	16	650

A Tolerancia en la longitud, ± 100 mm. Tolerancia en el diámetro ± 2 mm

Nota. Norma Técnica Peruana 334.009, 2013

Tabla 13*Formas de consolidación*

Asentamiento, mm	Método de consolidación
≥ 25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

Nota. Norma Técnica Peruana 334.009, 2013

Tabla 14*Valores de numero de golpes por capa*

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas de igual altura	Número de golpes por capa
Cilindros: diámetro, mm		
100	2	25
150	3	25
225	4	50

Nota. Norma Técnica Peruana 334.009, 2013

Tabla 15*Alturas aproximadas para realizar el golpe*

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas	Número de inserciones de vibrados por capa	Altura aproximada de capa, mm
Cilindros: diámetro, mm			
100	2	1	mitad altura de espécimen
150	2	2	mitad altura de espécimen

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas	Número de inserciones de vibrados por capa	Altura aproximada de capa, mm
225	2	4	mitad altura de espécimen

Nota. Norma Técnica Peruana 334.009, 2013

Curado para concretos

Es el proceso mediante el cual se busca mantener el concreto saturado hasta que los nuevos huecos de cemento, inicialmente llenos de agua, sean cambiados por los componentes de la hidratación del cemento. Con el curado se puede controlar la temperatura y humedad del concreto. El curado ayuda a que el concreto llegue a obtener una adecuada resistencia para resistir esfuerzos. Cuando no se realiza el curado influye notoriamente en la reducción de su resistencia. Este proceso es definitivo para obtener un buen concreto. (Harmsen, 2005, p.18)

De la misma forma un curado se entiende que es un proceso para mantener un concreto húmedo y a una temperatura promedio de 22.78 °C, este proceso se realiza hasta que el concreto logra su resistencia deseada. Cuando se continúan con la hidratación las características del concreto como son impermeabilidad, resistencia y la estabilidad mejoran. (Love, 1996, p. 130).

“Se logra obtener concreto de alta durabilidad cuando se realiza el curado de concreto que poseen porosidades y son impermeables”. (Sánchez, 2006, p. 78).

Norma Técnica Peruana 339.033 (NTP, 2009) hace referencia dos momentos de curado:

En el momento del curado inicial: Luego del moldeado, las probetas son almacenados en ambientes adecuados que eviten la pérdida de humedad por un periodo de 48 horas a una temperatura promedio de 16°C. Se puede hacer uso de

diferentes formas para mantener la humedad y temperatura de los especímenes, en caso de que haya el contacto directo con el sol es necesario protegerlos

En el momento del curado final: Seguido a l curado inicial, se procede a retirar los moldes de los especímenes para realizar el curado respectivo con la finalidad de mantener en agua libre en las superficies de los especímenes y a una temperatura de $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, y finalmente almacenarlos en espacios que cumplan con las especificaciones de la NTP 334.077 “Ambientes, gabinetes y tanques de almacenamiento utilizados en los ensayos de cemento y concreto. Requisitos”.

Periodo de curado

“Para evitar la disminución de la humedad se tiene que tener en cuenta el tipo de cemento y las dosificaciones del concreto, además de conocer la resistencia y temperatura a la cual se va someter en el futuro”. (Love, 1996, p. 130).

Métodos de curado

“Se cuenta con diferentes formas de curado para mantener húmedo y la temperatura idónea de un concreto, esos métodos pueden ser los que aportan humedad adicional y los que ayuda a no perder la humedad”. (Love, 1996, p. 131).

En la práctica con el rociado continuo con agua es una buena forma de curado de los concretos, la misma que se debe re realizar en intervalos de tiempo evitando que se seque.

Agua de curado

Sánchez (2001) afirma que el agua proporcionada adicionalmente se puede realizar por medio del curado Esto a la vez depende del ambiente, es decir, el agua libre del concreto se evapora con mayor facilidad en ambientes con menor humedad relativa. Se tiene que cuando se mezcla el agua y el cemento ocupan un espacio al inicio y este serán saturados por los resultados de la hidratación. (p.59)

Transporte de probetas de concreto

Norma Técnica Peruana 339.033 (NTP, 2009) hace referencia que es necesario curar y proteger las probetas analizadas antes de ser transportados como mínimo 8 horas de su fraguado final. En el proceso de transporte se protege los especímenes de análisis con la finalidad de evitar algún daño por golpes. En caso de tener ambientes fríos también tendrán que ser protegidas de congelación con algún material aislante. De la misma forma se deberán de tener cuidado en evitar la pérdida de humedad y el tiempo de transporte de preferencia debe ser inferior a 4 horas.

Resistencia del concreto

Resistencia de concreto sometidos a compresión

Se hace uso de cilindros de 6" (15cm) de diámetro con 12" (30cm) de alto para el ensayo respectivo, se recomienda que el espécimen antes de ser curado tendrá que realizarse posterior a 24 horas de su vaciado.

Los procedimientos estándar requieren que las muestras tengan una vida útil de 28 días para ser analizadas; no obstante, dicho parámetro puede variar si es necesario. La prueba consiste en someter los especímenes a cargas con ritmo uniforme de 2.45 Kg/cm²/s. para determina su resistencia a la compresión (f'_c) se determina mediante el promedio de las resistencias obtenidas, siendo las probetas tomadas con el mismo tiempo de 28 días. (Harmsen, 2005, p.22)

Morales (2006) afirma que para obtener los valores de la resistencia a compresión de los concretos se realizan mediante probetas con diámetro de 12" de alto x 6" que se cargan verticalmente, lográndose tener la deformación máxima en el plazo de 2 a 3 minutos.

Se tiene efectos a consecuencia de la relación del agua/cemento, debido a la velocidad de carga, velocidad de deformación, esbeltez y tamaño del concreto:

- Por la edad del concreto: La hidratación que se realiza al cemento ayuda a incrementar la capacidad de carga de la misma, es decir, el proceso de curado influye en la capacidad de carga del concreto.
- Por la relación agua/cemento: Cuando se cuenta con mayor relación de agua/cemento la resistencia es menor.
- La velocidad de carga da efecto en: Las probetas alcanzan en segundos su resistencia. La carga afecta hasta que el espécimen falla.
- Velocidad de deformación: Cuando la deformación se da de forma lenta hace que la rama de deformación es suave, a comparación de cuando se presenta una deformación grande.
- Por la esbeltez y dimensiones de la probeta: De acuerdo a la esbeltez y dimensiones de los especímenes influirán directamente en su resistencia al ser sometido a cargas. (p. 5).

Rivva (2007) indica que el norteamericano Gilkey, basado en sus comentarios observaciones y las investigaciones de Walker, Bloem y Gaynor, pudo verificar que hay factores que influyen en la resistencia de un concreto, siendo ellas:

- Cantidades tenidas para la relación agua/cemento.
- Proporciones usadas entre cemento – agregado.
- Características propias de los agregados.
- Tamaño máximo seleccionado para el agregado.

Norma Técnica Peruana 339.034 (NTP, 2015) hace referencia que este método implica aplicar una carga de presión axial a la probeta de concreto a determinados valores hasta que falle.

Para resistencia a la compresión de probeta son determinadas dividiendo la carga máxima alcanzada con la sección transversal de la probeta.

Resistencia de concreto cuando son sometidos con esfuerzo cortante

Son esfuerzos que ocurren individualmente bajo condiciones muy especiales y operan principalmente con esfuerzos normales. Es más trabajoso evaluar una resistencia al corte, debido que es una tensión contigua a la tensión diagonal. (Harmsen, 2005, p.27)

Aguas termales

Definición

“Vienen a ser aguas minerales con una temperatura mayores a los 4 ° C a comparación del ambiente promedio donde se encuentre antes de que puedan ser explotadas para efectos térmicos.” (Facundo, Cima y Gonzáles, 2004, p3)

Comúnmente, estas son consideradas por la temperatura que se presentan y provienen subterráneamente y cuando salen al ambiente son superiores de 4 a 5 °C con la temperatura del medio ambiente. Para poder clasificarlos se debe conocer la temperatura promedio anual del ambiente (Tma) o temperatura del suelo (Ts) de donde provienen. (Facundo, Cima y Gonzáles, 2004, p3), con esa información se pueden tener las aguas:

- Aguas termales hipertermales.
- Aguas termales ortotermales
- Aguas termales hipotermales.

Clasificación según sus características

“Estas aguas se pueden clasificar teniendo en cuenta su constitución natural de la forma que se detalla en la tabla 18” (Facundo, Cima y Gonzáles, 2004, p3), de la siguiente manera:

Tabla 16

Clasificación según su constitución natural

Grupo	Características
Aguas que contienen sulfuros	Predomina el sulfuro y sulfuro de hidrógeno
Aguas con presencia sulfatos	Predomina anión sulfato
Aguas que presentan cloruro	Predomina el anión cloruro
Aguas con presencia de bicarbonato	Predomina anión bicarbonato
Aguas con otros minerales	Son livianamente mineralizadas (menos g 1 g/l)

Nota. Facundo, Cima y Gonzáles, 2004, p3

Aditivos en el concreto

Estos elementos son usados para mejorar ciertas características de los concretos como operabilidad, resistencia, durabilidad, impermeabilidad y resistencia al uso. También se pueden añadir para disminuir la segregación, reducir el calor de la hidratación, para que entre aire y poder agilizar o retrasar el fraguado y endurecimiento. Es posible obtener resultados similares cambiando las proporciones de la mezcla o recurriendo a otros materiales en lugar de aditivos. Siempre. (Love, 1996, p. 17).

Son sustancia diferente con el agua, agregado o cemento, que se utiliza como componente del concreto, que son agregados antes o durante la elaboración del concreto con la finalidad de mejorar sus propiedades. Para ser utilizados en el concreto es necesario que se encuentren dentro de los parámetros de la norma ITINTEC 339.086, la misma que será verificada por el responsable de la supervisión y con las especificaciones técnicas. (Rivva, 2007, p. 32).

2. Justificación de la Investigación

El centro poblado la Merced del Distrito de Carhuaz se encuentra en crecimiento y la población está realizando nuevas edificaciones a base de adobe y posiblemente en un futuro lo harán a base de material de concreto; además se cuenta con agua termal en medio de la población y la existencia de ésta es por filtración. En gran parte de la población se tiene humedad debido a la filtración de las aguas subterráneas termales.

En consecuencia, el aporte de ésta investigación ayuda a conocer la resistencia que presenta un concreto con $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ al ser sometida a compresión, siendo la misma elaborado y curado con agua termal y potable de la Merced, con la finalidad de ayudar en los siguientes aspectos:

- Aspecto social: El empleo de aguas termales la Merced en el curado de concretos usadas en la construcción civil influirá en la resistencia del concreto debido a la composición química que presenta.
- Aspecto científico: Al saber de cómo afecta en la resistencia de un concreto que es sometida a compresión, el uso de aguas termales la Merced en el curado de un concreto se podrá realizar un correcto diseño y curado del concreto.

De acuerdo a los antecedentes encontrados la resistencia de un concreto que es sometido a compresión son afectadas y disminuye a consecuencia de los componentes químicos, al pH y entre otros que presenta normalmente las aguas termales, además según la norma técnica peruana recomienda ciertos parámetros mínimos y máximos que deberían de cumplir las aguas que se usan en los diferentes procesos constructivos y donde se usan agua.

El presente trabajo es viable debido a que la obtención del agua termal para el uso en la investigación es fácil, debido a que se encuentra en un lugar accesible y es necesario conocer de cómo influye en la resistencia del concreto al ser sometidos a compresión al hacer

uso de aguas termales en el procedimiento del curado, debido a que la población viene realizando nuevas construcciones de concreto.

3. Problema

Es de importancia el desarrollo del presente trabajo de investigación y se debe a los siguientes problemas:

Realidad problemática

El agua termal superficial la Merced está ubicado en el Centro Poblado de la Merced del Distrito de Carhuaz de la Provincia de Carhuaz, siendo las coordenadas en latitud -9.2599363, longitud -77.6113535 y a una altura de 3034.39 msnm.

En la actualidad debido al incremento poblacional en el centro poblado La Merced se están haciendo construcciones de viviendas cercanas al agua termal la Merced del Distrito de Carhuaz y posiblemente en años adelante se tendrán construcciones de viviendas de material de concreto; por lo tanto el problema es desconocer las características químicas del agua termal la Merced y su influencia en las resistencia de un concreto; razón por la cual es necesario conocer de cómo influye en la resistencia del concreto cuando se hace uso las aguas termales en la elaboración y su curado.

No se cuenta con estudios realizados al agua termal superficial la Merced en cuanto a sus componentes físico – químico y con ello se desconoce el efecto que genera a un concreto.

Para el desarrollo de esta investigación, se hizo uso de agua termal y potable la Merced en el proceso elaborado y curado de un concreto de 210 kg/cm^2 que permite determinar la resistencia a la compresión y a partir de los resultados obtenidos se pretende brindar información del uso o no de dichas aguas en el curado del concreto en el proceso constructivo de edificaciones u otro similar donde se realice mediante concreto.

Formulación del problema

Por lo tanto, se tiene la siguiente formulación en cuanto problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a compresión de concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado y curado con agua: Termal y potable la Merced - Distrito de Carhuaz?

4. Conceptuación y operacionalización de las variables

Tabla 17

Conceptuación y operacionalización de las variables

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Resistencia de concreto a ensayo de compresión	Norma Técnica Peruana 339.034 (NTP, 2015) hace referencia que este método implica aplicar una carga de presión axial a la probeta de concreto a determinados valores hasta que falle. Para resistencia a la compresión de probeta son determinadas dividiendo la carga máxima alcanzada con la sección transversal de la probeta	Las probetas de concreto serán sometidos a ensayo de resistencia a compresión	Tiempo de ruptura Carga axial del ensayo a compresión Resistencia de concreto a 7 días de edad Resistencia de concreto a 14 días de edad Resistencia de concreto a 28 días de edad	Promedio de tiempo Carga axial Promedio y desviación estándar de resistencia Promedio y desviación estándar de resistencia Promedio y desviación estándar de resistencia
Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Dosificación de diseño de mezcla de concreto con agua potable y termal	Proceso de selección de los componentes más adecuados y sus combinaciones más prácticas y económicas, con el fin de obtener un producto que muestre trabajabilidad con consistencia idóneo; pero al endurecerse cuenta con los valores requeridos en los planos y especificaciones del proyecto. (Rivva, 2007, p.16)	Para el diseño de mezcla de concreto se realizará con el método ACI	Proporcionamiento en volumen de agregado grueso Proporcionamiento en volumen de agregado fino Volumen de agua Proporcionamiento en volumen de cemento	Norma técnica Peruana Norma técnica Peruana Norma técnica Peruana Norma técnica Peruana

5. Hipótesis

El uso de agua termal y potable la Merced del Distrito de Carhuaz en la elaboración y curado de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ influirá en su resistencia cuando es sometida a compresión.

6. Objetivos

Objetivo General

Determinar la resistencia cuando es sometido a compresión un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado y curado con agua: Termal y potable la Merced - Distrito de Carhuaz

Objetivo Específico

- Realizar el análisis físico - químicos del agua potable la Merced del Distrito de Carhuaz.
- Realizar el análisis físico - químicos del agua termal la Merced del Distrito de Carhuaz.
- Determinar la resistencia cuando son sometidas a compresión probetas elaboradas y curadas con aguas termales y potables la Merced a edades: 7, 14 y 28 días.
- Determinar la variación de la resistencia de un concreto elaborado y curado con agua termal y potable.

II. METODOLOGIA

Método de investigación

Es cuasi experimental debido a que es complementada por la observación científica, porque se desarrollaron ensayos de resistencia a 36 probetas de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado y curado con agua termal y potable la Merced que fueron sometidas a compresión.

Es decir, 18 probetas fueron elaborados con agua termal, de las cuales 9 probetas fueron curadas con agua termal y el resto con agua potable; las otras 18 probetas fueron elaboradas con agua potable y luego curadas 9 probetas con agua termal y las otras 9 con agua potable.

Tipo de investigación

La investigación desarrollada es de tipo aplicada, debido a que el resultado de la investigación servirá para las personas que deseen realizar edificaciones haciendo uso de concreto en terrenos del centro poblado de La Merced, de la misma forma identifiquen cómo influye en la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ al hacer uso en la elaboración y el curado con el agua termal la Merced.

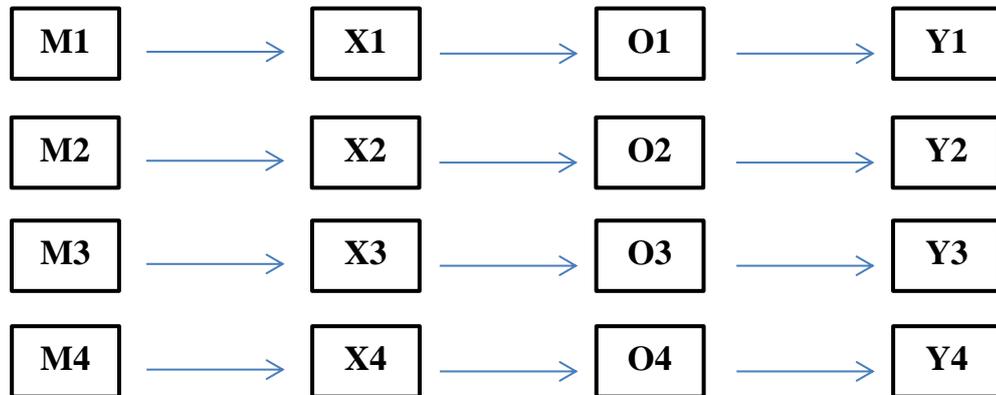
Diseño de la investigación

Para la presente investigación se desarrolló el diseño de investigación experimental de nivel cuasi experimental, porque se van utilizar 4 grupos de análisis para el estudio:

- **Grupo de control, experimental 1:** Donde las probetas analizadas de concreto fueron elaboradas y curadas con agua potable.
- **Grupo experimental 2:** Donde las probetas analizadas de concreto fueron elaboradas con agua potable y curado con agua termal
- **Grupo experimental 3:** Donde las probetas analizadas de concreto fueron elaboradas con agua termal y curado con agua potable

- **Grupo experimental 4**, donde las probetas analizadas de concreto fueron elaborado y curado con agua termal

Por lo que se tiene el siguiente esquema de investigación:



Dónde:

M1: 09 probetas fueron elaborados y curado con agua potable

M2: 09 probetas fueron elaborados con agua potable y curado con agua termal

M3: 09 probetas fueron elaborados con agua termal y curado con agua potable

M4: 09 probetas fueron elaborado y curado con agua termal

X1: Variable que se usa como control, es decir, independiente.

X2, X3, X4: Variable que refieren a probetas de experimento siendo estas independientes.

O1: Resistencia de concreto dentro de los parámetros establecidos en la NTP

O2, O3, O4: Fluctuaciones en la resistencia de las probetas en los límites permitidos por las NTP

Y1: Variable dependiente, resistencia de las probetas de control sometidas a compresión

Y2, Y3, Y4: Variable dependiente, resistencia de probetas experimentales sometidas a compresión

A partir de ello se tiene como población y muestra:

Población

Como población en el presente estudio se considera al grupo de probetas elaboradas de concreto y sometidos a ensayo según NTP 339.034:2015 equivalente al ASTM C-39, las mismas que serán elaborados y curados con agua termales y potable la Merced del Distrito de Carhuaz.

Muestra

Para determinar el número de muestras en la presente investigación se consideró la norma NTP 339.034 y las probetas fueron distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 18

Probetas muestra para el estudio

Tiempo	Probetas de concreto elaborados con agua potable y curados con:		Probetas de concreto elaborados con agua termal y curados con:	
	Agua potable	Agua termal	Agua potable	Agua termal
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Sub Total	9	9	9	9

Nota. Elaboración propia

Por lo tanto, se elaboró 36 probetas de concreto de $f'c = 201 \text{ Kg/cm}^2$.

Lugar de ejecución

La parte experimental de la presente investigación se hizo en los siguientes lugares:

- **La caracterización físico - químico del agua termal la Merced del Distrito de Carhuaz:** Se hizo uso del laboratorio de Suelos y Aguas, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, ubicada en la ciudad Universitaria barrio de Shancayan del Distrito de Independencia - Huaraz.
- **La caracterización físico - químico del agua potable la Merced del Distrito de Carhuaz:** Se hizo uso del laboratorio de Suelos y Aguas, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, ubicada en la ciudad Universitaria barrio de Shancayan del Distrito de Independencia - Huaraz.
- **El agregado grueso:** Material obtenido de la cantera Asociación Challwa del Distrito y Provincia de Huaraz.
- **El agregado fino:** Material obtenido de la cantera Asociación Challwa del Distrito y Provincia de Huaraz.
- La determinación de las características de agregados, elaboración - curado de probetas y las pruebas de compresión de las mismas se realizaron en el laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada San Pedro.

Procedimiento

a. Para el análisis químico del agua termal y potable la Merced

- ✓ Se tomó muestra de agua termal la Merced en una botella limpia y rotulado.
- ✓ Se tomó muestra de agua potable de la vivienda más cercana al agua termal la Merced en una botella limpia y rotulado.
- ✓ Se llevó las muestras de agua termal y potable al laboratorio de Suelos y Aguas, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”
- ✓ El agua potable y termal fue sometido a diferentes análisis, tales como:
 - Determinación de pH mediante el procedimiento de potenciómetro.
 - Identificación de cloruros mediante el procedimiento de complexometría
 - Identificación de sulfatos mediante el procedimiento de espectrofotometría
 - Identificación de carbonatos mediante el procedimiento de calcímetro

b. Análisis de agregados

Se hicieron los siguientes análisis:

b.1 Para el agregado grueso

✓ Granulometría

Los análisis granulométricos de agregados fueron determinados siguiendo la recomendación de la Norma Técnica Peruana 400.012:2013

Se muestra a continuación los resultados obtenidos de la granulometría:

Tabla 19

Caracterización granulométrica del agregado grueso.

N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido parcial	Retenido acumulado (%)	% que pasa
3"	76.200	-	-	-	100
2 1/2"	63.500	-	-	-	100
2"	50.800	-	-	-	100
1 1/2"	38.100	0.00	-	-	100
1"	25.400	0.00	-	-	100
3/4"	19.050	6772.00	50.13	50.13	49.87
1/2"	12.700	4142.00	30.66	80.80	19.20
3/8"	9.525	1532.00	11.34	92.14	7.86
N° 4	4.760	907.00	6.71	98.85	1.15
N° 8	2.380	155.00	1.15	100.00	0.00
N°16	1.190	0.00	-	100.00	0.00
N° 30	0.590	0.00	-	100.00	0.00
N° 50	0.297	0.00	-	100.00	0.00
N° 100	0.149	0.00	-	100.00	0.00
N° 200	0.074	0.00	-	100.00	0.00
Plato		0.00	-	100.00	0.00
Total		13508.000	100.00		

Nota. Elaboración propia

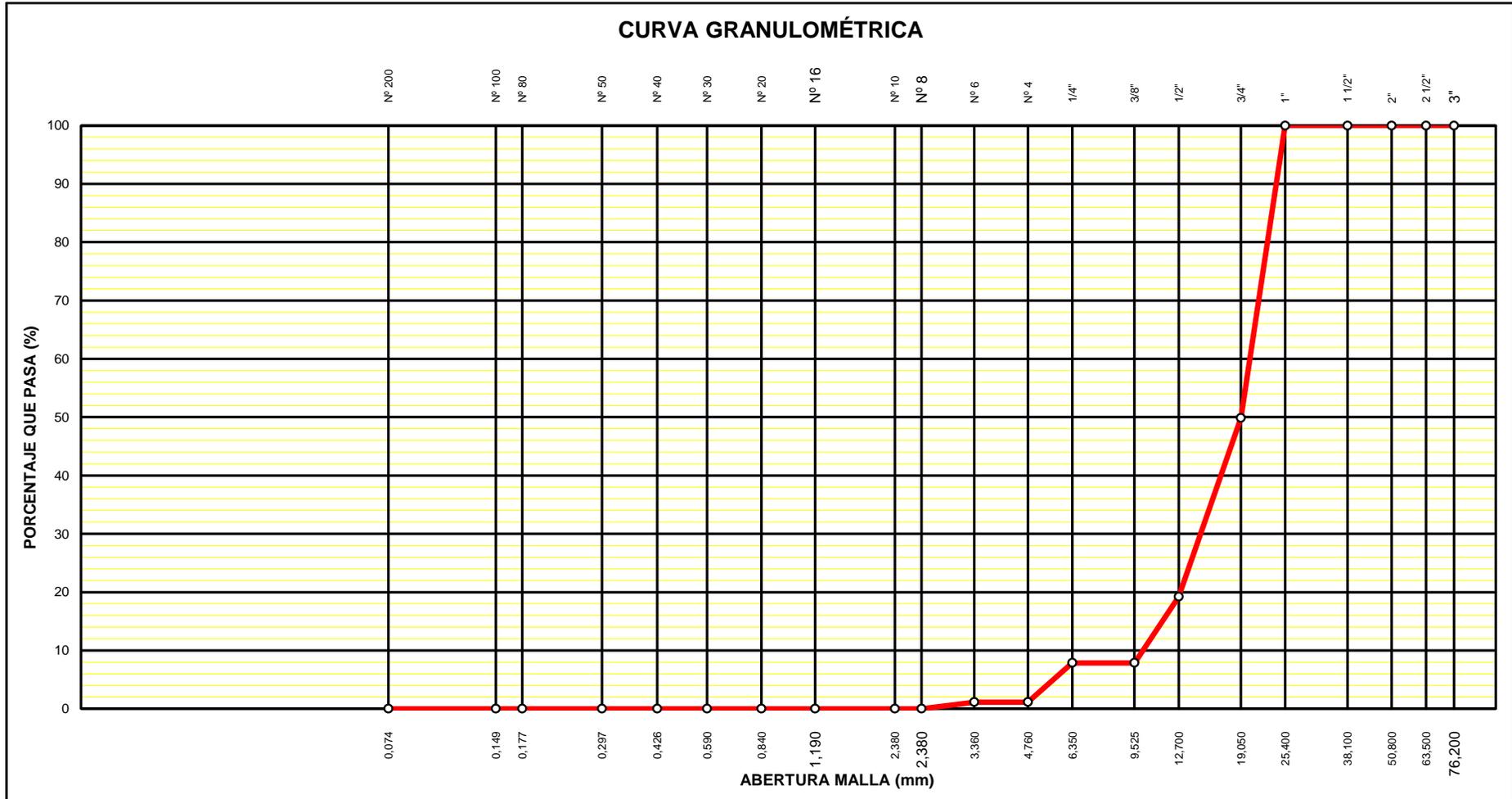
Tomando en consideración se tiene:

- Para el agregado grueso se cuenta con tamaño máximo de 3/4"
- Se determinó un módulo de fineza de 7.41

A continuación, se muestra el gráfico del análisis granulométrico.

Figura 2

Gráfico de la curva granulométrica por tamizado del agregado grueso



Nota. Elaboración propia

✓ Contenido de humedad

La cuantificación del contenido de humedad en los agregados se realizó siguiendo la recomendación de la NTP 339.185:2002.

Luego de los análisis en el laboratorio, se obtuvieron la siguiente información:

Tabla 20

Determinación de humedad del agregado grueso

N° Tarro	6	12
Peso Tarro + agregado húmedo (g)	1269.50	1269.60
Peso Tarro + agregado seco (g)	1264.00	1265.00
Peso de agua (g)	5.50	4.60
Peso del Tarro (g)	164.10	167.90
Peso del agregado seco (g)	1099.90	1097.10
Contenido de humedad	0.50	0.42
Humedad promedio	0.46	

Nota. Elaboración propia

Por lo tanto, la humedad obtenida es de 0.46%

✓ Peso específico de agregados y su absorción

Para determinar el peso específico de los agregados y su absorción se realizó teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana 400.021:2013 para el caso del agregado grueso.

Tabla 21

Determinación de la absorción del agregado grueso

Identificación	1	2	3
Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1174.4	1184.7	1176.4
Peso de material seco en el horno	1165	1172.4	1166.2
Absorción (%)	0.81	1.05	0.87
Absorción promedio (%)	0.91		

Nota. Elaboración propia

Por tanto, la absorción es de 0.91%

Peso específico**Tabla 22***Determinación del peso específico en agregado grueso*

Identificación	1	2	3	Promedio
Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1174.4	1184.7	1176.4	
Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	738	739.5	737.5	
Volumen de masa + Volumen de vacíos	436.4	445.2	438.9	
Peso de material seco en el horno	1165	1172.4	1166.2	
Volumen de masa	427	432.9	428.7	
Peso específico en base seca	2.67	2.63	2.66	2.65
Peso específico en base saturada	2.69	2.66	2.68	2.68
Peso específico aparente en base seca	2.73	2.71	2.72	2.72

Nota. Elaboración propia

Por consiguiente, el peso específico es de 2.72 g/cm³✓ **Peso unitario suelto y compactado**

El análisis para determinar el peso unitario suelto y compactado de los agregados se determinó siguiendo la recomendación de la Norma Técnica Peruana 400.017:2011

Tabla 23*Determinación del peso unitario en el agregado grueso*

Identificación	Peso unitario suelto			Peso unitario compactado		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°						
Peso de molde + muestra	19070	19075	19060	20175	20150	20140
Peso de molde	5333	5333	5333	5333	5333	5333
Peso de muestra	13737	13742	13727	14842	14817	14807
Volumen de molde	9341	9341	9341	9341	9341	9341
Peso unitario	1471	1471	1470	1589	1586	1585
Peso unitario promedio	1470			1587		

Nota. Elaboración propia

Del cuadro anterior se tiene:

- El peso unitario suelto es de 1.470 g/cm³
- El peso unitario compactado es de 1.587 g/cm³

b.1 Para el agregado fino

✓ Contenido de humedad

La cuantificación del contenido de humedad en los agregados se realizó siguiendo la recomendación de la NTP 339.185:2002.

Luego de los análisis en el laboratorio, se obtuvieron la siguiente información:

Tabla 24

Determinación de humedad en el agregado fino

N° Tarro	5	11
Peso Tarro + agregado húmedo (g)	874.00	922.00
Peso Tarro + agregado seco (g)	833.50	878.50
Peso de agua (g)	40.50	43.50
Peso del Tarro (g)	165.60	169.10
Peso del agregado seco (g)	667.90	709.40
Contenido de humedad	6.06	6.13
Humedad promedio	6.10	

Nota. Elaboración propia

Por consiguiente, la humedad es de 6.10%

✓ Granulometría

Los análisis granulométricos de agregados fueron determinados siguiendo la recomendación de la Norma Técnica Peruana 400.012:2013

Para realizar el análisis se tomó como muestra un peso de 2520.51 g (muestra en peso húmedo).

Teniendo en cuenta que la humedad del agregado fino es de 6.10%, se obtiene la muestra en peso seco de la siguiente forma:

$$P_s = \frac{2520.51}{106.10} * 100 = 2375.60 \text{ g}$$

A partir de ello, se muestra los resultados granulométricos obtenidos:

Tabla 25*Caracterización granulométrica del agregado fino.*

Tamiz		Peso retenido (gr)	% Retenido parcial	Retenido acumulado (%)	% que pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.200	0.00	-	-	100
2 1/2"	63.500	0.00	-	-	100
2"	50.800	0.00	-	-	100
1 1/2"	38.100	0.00	-	-	100
1"	25.400	0.00	-	-	100
3/4"	19.050	0.00	-	-	100
1/2"	12.700	0.00	-	-	100
3/8"	9.525	0.00	-	-	100
N° 4	4.760	0.00	-	-	100
N° 8	2.380	261.50	11.01	11.01	88.99
N° 16	1.190	401.90	16.92	27.93	72.07
N° 30	0.590	659.60	27.77	55.69	44.31
N° 50	0.297	531.80	22.39	78.08	21.92
N° 100	0.149	291.10	12.25	90.33	9.67
N° 200	0.074	132.60	5.58	95.91	4.09
Plato		97.10	4.09	100.00	00.00
Total		2375.600	100		0.0

Nota. Elaboración propia

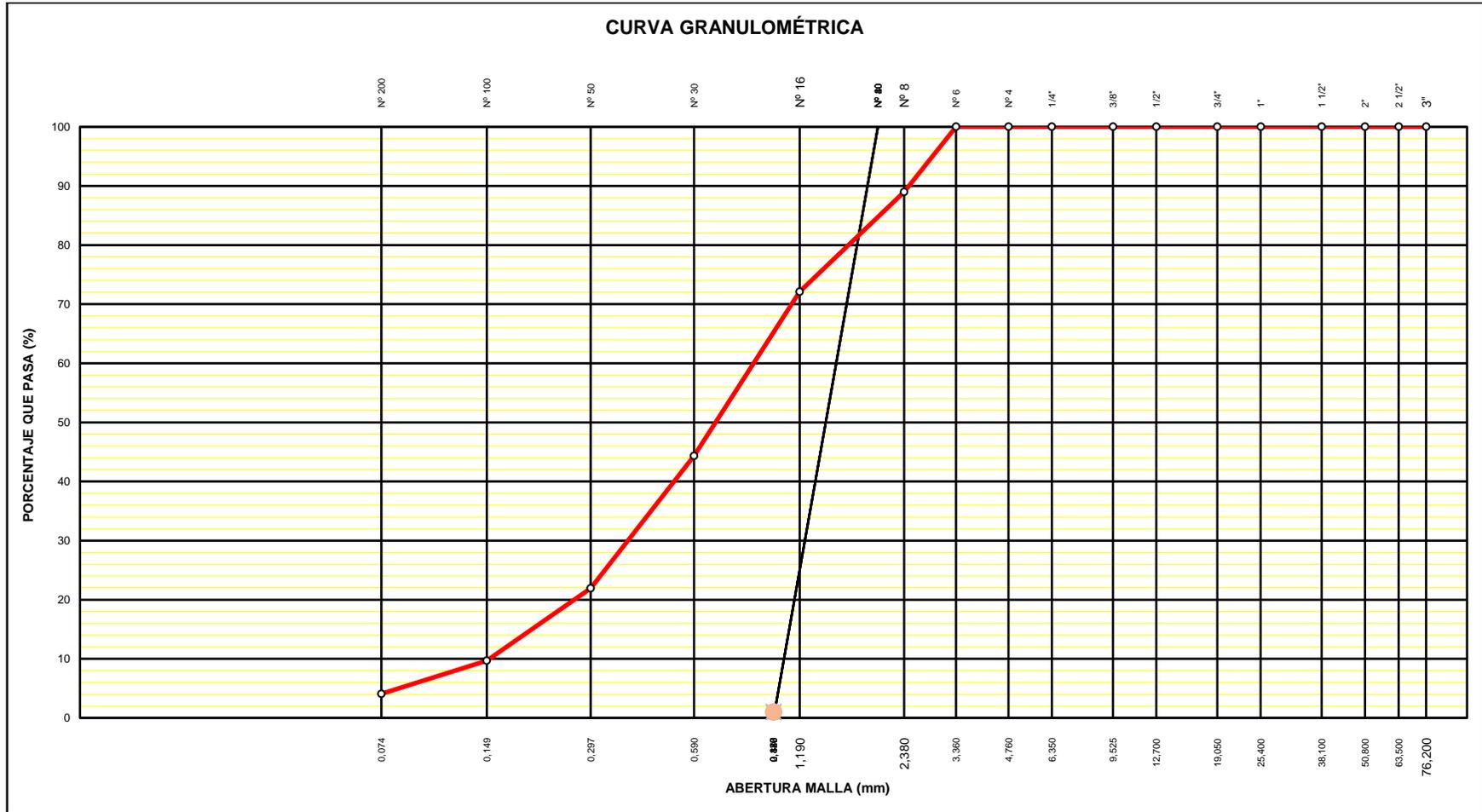
A partir de ello se tiene:

- El módulo de fineza es de 2.63

A continuación, se muestra el gráfico del análisis granulométrico.

Figura 3

Gráfico de la curva granulométrica por tamizado del agregado fino



Nota. Elaboración propia

✓ **Peso específico de agregados y su absorción**

Para determinar el peso específico del agregado y su absorción se realizó teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana 400.022:2013 para el caso del agregado fino.

Tabla 26

Determinación de la absorción del agregado fino

Identificación	1
Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300
Peso de material seco en horno	296.20
Absorción (%)	1.28

Nota. Elaboración propia

Por ello la absorción es de 1.28%

Tabla 27

Determinación de peso específico del agregado fino

Identificación	1
Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300.00
Peso de agua + frasco	678.50
Peso frasco + agua + material	978.50
Peso de material + agua en el frasco	863.20
Volumen de masa + volumen de vacío	115.30
Peso de material seco en horno	296.20
Volumen de masa	111.50
Peso específico en base seca	2.57
Peso específico en base saturada	2.60
Peso específico aparente en base seca	2.66

Nota. Elaboración propia

Por lo tanto, el peso específico es de 2.66 g/cm³

✓ **Peso unitario suelto y compactado**

El análisis para determinar el peso unitario suelto y compactado de los agregados se determinó siguiendo la recomendación de la Norma Técnica Peruana 400.017:2011

Tabla 28

Determinación del peso unitario del agregado fino

Identificación	Peso unitario suelto			Peso unitario compactado		
	1	2	3	1	2	3
Ensayo N°						
Peso de molde + muestra	7645	7650	7640	8135	8140	8133
Peso de molde	3425	3425	3425	3425	3425	3425
Peso de muestra	4220	4225	4215	4710	4715	4708
Volumen de molde	2776	2776	2776	2776	2776	2776
Peso unitario	1520	1522	1518	1697	1698	1696
Peso unitario promedio	1520			1697		

Nota. Elaboración propia

Del cuadro anterior se tiene:

- El peso unitario suelto de 1.520 g/cm³
- El peso unitario compactado de 1.697 g/cm³

c. Diseño de mezclas

El diseño de mezclas se realizó siguiendo la metodología del ACI y con la información obtenida de la caracterización de los agregados.

De acuerdo a la metodología del ACI se tiene:

Datos del cemento:

- Cemento Sol Tipo 1
- Resistencia a compresión $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Peso específico del cemento $P_e = 3.15 \text{ g/cm}^3$
- Peso específico del agua 1000 Kg/m^3

Datos del agregado:

Tabla 29

Información de los agregados obtenidos en laboratorio.

Características	Agregado fino	Agregado grueso
Perfil	-	Angular
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1520	1470
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1697	1587
Peso específico (Kg/m ³)	2660	2720
Módulo de fineza	2.63	7.41
Tamaño máximo nominal TMN	-	3/4"
% absorción	1.28	0.91
% w (humedad)	6.10	0.46

Nota. Elaboración propia

Determinación de f'_{cr} (resistencia promedio requerida)

- Se tomó en consideración el uso de: $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Porque no hay registros en cuanto a la resistencia de probetas o estudios en el lugar donde se ha desarrollado esta investigación, se usará la tabla 1 (Resistencia a la compresión promedio) del método ACI, a partir de ello se tiene:

$$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Tamaño máximo nominal del agregado grueso

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso el tamaño máximo nominal es:

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

Contenido de aire

De acuerdo a la tabla 4 (contenido de aire contenido), con $\text{TMN} = \frac{3}{4}''$, se estima un aire atrapado de 2.0 %

Elección del Asentamiento (Slump)

De acuerdo a la consistencia del concreto requerido se tiene una mezcla pastica y un asentamiento de 3'' – 4'', haciendo uso de la tabla de consistencia y asentamientos.

Contenido de volumen unitario de agua

En consideración de la tabla 3 (volumen unitario para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados) del método ACI, con los datos de asentamiento de 3 – 4'' y TMN de $\frac{3}{4}''$, se estima un volumen unitario de agua = 205 lt/m³

Selección de la relación agua/cemento (a/c)

Para: $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$; de acuerdo a la tabla 5 (Relación agua/ cemento de diseño en peso) y como el valor de f'_{cr} no se encuentra el valor directamente en la tabla se procede a realizar la interpolación:

F'_{cr} (Kg/cm ²)		Relación a/c
250	—————>	0.62
294	—————>	X
300	—————>	0.55

Interpolando:

$$\frac{300 - 294}{0.55 - X} = \frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = 0.56$$

Entonces: $a/c = 0.56$

El contenido de cemento es:

$$c = \frac{a}{0.56} = \frac{205}{0.56} = 366.07 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, por el factor cemento y de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 334.090, se debe tener en cuenta el cemento con peso neto de 42.5 Kg.

$$\text{Cemento} = \frac{366.07}{42.5} = 8.61 \text{ bls}$$

Estimación del agregado grueso

Para: TMN del agregado grueso = $3/4''$

MF del agregado fino = 2.63

MF		Volumen de agregado grueso
2.60	—————>	0.64
2.63	—————>	X
2.80	—————>	0.62

Interpolando:

$$\frac{2.80 - 2.63}{0.62 - X} = \frac{2.80 - 2.60}{0.62 - 0.64} = 0.634$$

Entonces

$$\text{Peso a. g.} = \frac{b}{b_0} \times \text{Peso u. s. c.} = 0.634 \text{ m}^3 \left(\frac{1587 \text{ Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Peso a. g.} = 1006.16 \text{ Kg}$$

Calculo de volumen absoluto

- $\text{cemento} = \frac{366.07 \text{ Kg}}{\text{Peso específico}} = \frac{366.07 \text{ Kg}}{3.15 \text{ gr/cm}^3 * 1000} = 0.116 \text{ m}^3$
- $\text{agua} = \frac{205}{1 * 1000} = 0.205 \text{ m}^3$
- $\text{aire} = 2\% = 0.020 \text{ m}^3$

$$\text{agregado grueso} = \frac{1006.16}{2.72 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} * 1000} = 0.370 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{ volúmenes} = 0.711 \text{ m}^3$$

Estimación del contenido de agregado fino

$$\text{volumen absoluto agregado fino} = 1 - 0.711 = 0.289 \text{ m}^3$$

$$\text{peso agregado fino} = 0.289 \text{ m}^3 * 2660 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 768.74 \text{ Kg}$$

Representación del diseño en estado seco

$$\text{cemento} = 366.07 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 205 \text{ Lt}$$

$$\text{agregado fino} = 768.74 \text{ kg}$$

$$\text{agregado grueso} = 1006.16 \text{ kg}$$

Corrección a consecuencia de la absorción y humedad de los agregados

$$\text{Corrección por humedad, haciendo uso de: } \text{Peso seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Ag. fino} = 768.74 * \left(\frac{6.10}{100} + 1 \right) = 815.633 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. grueso} = 1006.16 * \left(\frac{0.46}{100} + 1 \right) = 1010.788 \text{ kg}$$

$$\text{Corrección por aporte de agua con: } \frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

$$\text{Ag. fino} = \frac{(6.10 - 1.28) \times 815.633}{100} = 39.314 \text{ Lt}$$

$$\text{Ag. grueso} = \frac{(0.46 - 0.91) \times 1010.788}{100} = -4.549 \text{ Lt}$$

$$\text{Suma} = 34.765 \text{ Lt}$$

$$\text{Agua efectiva}$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 - (34.765) = 170.235 \text{ lt/m}^3$$

Cantidad determinada de materiales por corrección de humedad

$$\text{Cemento} = 366.07 \text{ Kg}$$

- *Agregado fino húmedo* = 815.633 kg
- *Agregado grueso húmedo* = 1010.788 kg
- *Agua* = 170.235 Lt

Proporcionando el diseño

$$\frac{366.07}{366.07} : \frac{815.633}{366.07} : \frac{1010.788}{366.07} : \frac{170.235}{8.61}$$

Por lo tanto se tiene: 1 : 2.23 : 2.76 : 19.77 Lt/saco

$$\text{Relación agua/cemento efectivo} = 170.235 / 366.07 = 0.47$$

Cálculo de proporciones en peso para 36 probetas

- Determinando en volumen de 01 probeta:

$$\text{Vol de 1 probeta} = 5.755 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

Por lo tanto, para 36 probetas se tiene:

$$\text{Vol de 36 probetas} = (5.755 * 10^{-3} \text{ m}^3) * 36 = 0.207 \text{ m}^3$$

- Calculando el volumen de los agregados a usar en 36 probetas.

$$\text{Cemento} = 366.07 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.207 \text{ m}^3 = 75.776 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. fino} = 815.633 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.207 \text{ m}^3 = 168.836 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. grueso} = 1010.788 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.207 \text{ m}^3 = 209.233 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 170.235 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} * 0.207 \text{ m}^3 = 35.239 \text{ lt}$$

d. Elaboración y curado de probetas de concreto

La elaboración de las probetas de concreto se realizó siguiendo la recomendación de la NTP 339.033:2009. Práctica

Para el estudio se elaboró 36 probetas, teniendo en cuenta el diseño de mezcla realizado, luego se curaron todas las probetas de la siguiente manera:

- Se curaron 18 probetas con agua potable; de las cuales se sometieron a resistencia a la compresión 6 especímenes a los 7 días, 6 especímenes a los 14 días y 6 especímenes a los 28 días.

Se curaron 18 probetas con agua termal la Merced del Distrito de Carhuaz; de las cuales se sometieron a resistencia a la compresión 6 especímenes a los 7 días, 6 especímenes a los 14 días y 6 especímenes a los 28 días

e. Análisis de resistencia cuando son sometido a compresión

El ensayo para conocer la resistencia de las probetas analizadas que fueron sometidas a compresión se realizó siguiendo la recomendación de la NTP 339.034:2009.

Se procedió a someterlos las 36 probetas a resistencia a la compresión, de las cuales se llegaron a obtener la siguiente información:

Tabla 30

Resistencia de probetas sometidas a compresión a los 7 días de edad.

N°	Testigo	Fecha		Edad	F'c	FC/F'c
	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg/cm ²	(%)
1	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 01	24/07/2021	31/07/2021	7	174.40	83.05
2	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 02	24/07/2021	31/07/2021	7	168.40	80.19

N°	Testigo	Fecha		Edad	F'c	FC/F'c
	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg/cm2	(%)
3	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 03	24/07/2021	31/07/2021	7	177.60	84.57
4	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 01	24/07/2021	31/07/2021	7	154.30	73.48
5	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 02	24/07/2021	31/07/2021	7	146.10	69.67
6	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 03	24/07/2021	31/07/2021	7	151.10	71.95
7	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 01	24/07/2021	31/07/2021	7	125.40	59.71
8	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 02	24/07/2021	31/07/2021	7	120.10	57.19
9	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 03	24/07/2021	31/07/2021	7	114.70	54.62
10	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 01	24/07/2021	31/07/2021	7	142.30	67.76
11	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 02	24/07/2021	31/07/2021	7	161.70	77.00
12	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 03	24/07/2021	31/07/2021	7	144.30	68.71

Nota. Elaboración propia

Tabla 31*Resistencia de probetas sometidas a compresión a los 14 días de edad.*

N°	Testigo	Fecha		Edad	F'c	FC/F'c
	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg/cm2	(%)
1	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 04	24/07/2021	7/08/2021	14	197.10	93.86
2	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 05	24/07/2021	7/08/2021	14	185.30	88.24
3	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 06	24/07/2021	7/08/2021	14	188.90	90.00
4	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 04	24/07/2021	7/08/2021	14	183.20	87.24
5	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 05	24/07/2021	7/08/2021	14	180.60	86.00
6	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 06	24/07/2021	7/08/2021	14	174.90	83.29
7	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 04	24/07/2021	7/08/2021	14	177.50	84.52
8	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 05	24/07/2021	7/08/2021	14	179.90	85.67
9	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 06	24/07/2021	7/08/2021	14	174.60	83.14
10	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 04	24/07/2021	7/08/2021	14	159.30	75.86
11	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 05	24/07/2021	7/08/2021	14	161.70	77.00

N°	Testigo	Fecha		Edad	F'c	FC/F'c
	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg/cm2	(%)
12	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 06	24/07/2021	7/08/2021	14	155.60	74.10

Nota. Elaboración propia

Tabla 32

Resistencia de probetas sometidas a compresión a los 28 días de edad.

N°	Testigo	Fecha		Edad	F'c	FC/F'c
	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg/cm2	(%)
1	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 07	24/07/2021	21/08/2021	28	212.80	101.33
2	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 08	24/07/2021	21/08/2021	28	249.70	118.90
3	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 09	24/07/2021	21/08/2021	28	232.40	110.70
4	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 07	24/07/2021	21/08/2021	28	210.30	100.14
5	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 08	24/07/2021	21/08/2021	28	204.20	97.24
6	Concreto elaborado con agua potable La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 09	24/07/2021	21/08/2021	28	211.10	100.52
7	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 07	24/07/2021	21/08/2021	28	204.60	97.43
8	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 08	24/07/2021	21/08/2021	28	191.10	91.00
9	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua potable La Merced N° 09	24/07/2021	21/08/2021	28	207.50	98.81

N°	Testigo	Fecha		Edad	F'c	FC/F'c
	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg/cm2	(%)
10	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 07	24/07/2021	21/08/2021	28	190.70	90.81
11	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 08	24/07/2021	21/08/2021	28	196.00	93.33
12	Concreto elaborado con agua termal La Merced - Curado con agua termal La Merced N° 09	24/07/2021	21/08/2021	28	198.90	94.71

Nota. Elaboración propia

III. RESULTADOS

Análisis físico – químico del potable la Merced

Luego del análisis químico del agua potable La Merced del Distrito de Carhuaz se obtuvo la siguiente información:

Tabla 33

Resultados del análisis químico del agua potable la Merced.

Ensayo	Parámetro analizado	Resultados
Método de potenciómetro	pH	6.39
Método de Complexometría	Cloruros (Cl) mg/l	250
Método de Espectrofotometría	Sulfatos (SO ₄ ⁻²) mg/l	18
Método de Calcímetro	Carbonatos (Ca CO ₃) mg/l	0

Nota. Elaboración propia

Análisis físico – químico del agua termal la Merced

Luego del análisis químico del agua termal La Merced del Distrito de Carhuaz se obtuvo la siguiente información:

Tabla 34

Resultados del análisis químico del agua termal la Merced.

Ensayo	Parámetro analizado	Resultados
Método de potenciómetro	pH	5.51
Método de Complexometría	Cloruros (Cl) mg/l	980
Método de Espectrofotometría	Sulfatos (SO ₄ ⁻²) mg/l	89
Método de Calcímetro	Carbonatos (Ca CO ₃) mg/l	0

Nota. Elaboración propia

Análisis de resistencia de probetas sometidas a compresión

Resistencia a compresión de las probetas a edad de 7 días

Tabla 35

Resistencia de probetas sometidas a compresión a edad de 7 días

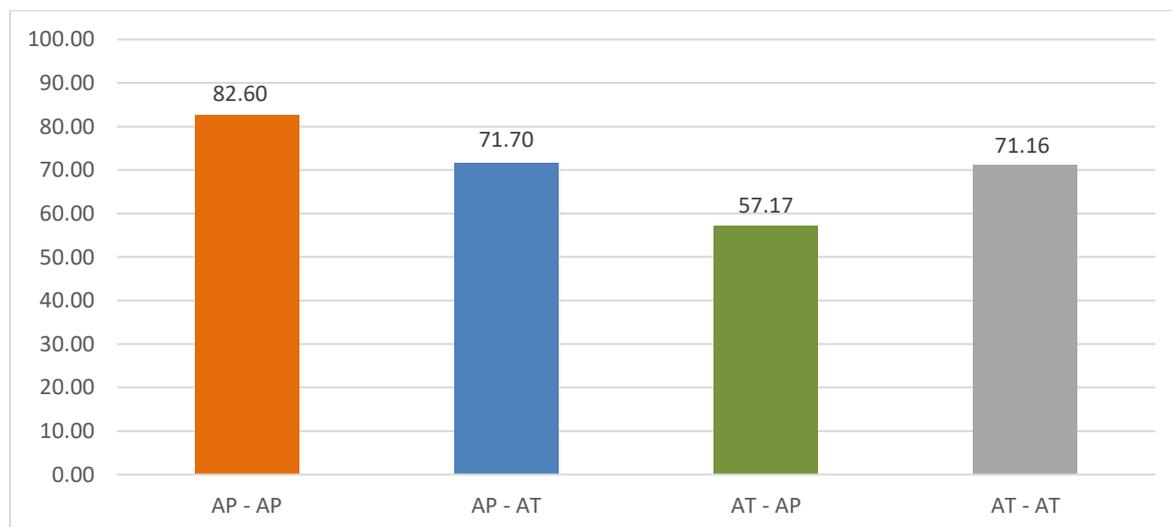
Muestra		N° Pruebas	Resistencia (kg/cm ²)	FC/F'c (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	% Promedio
Elaborado con:	Curado con:					
Agua potable La Merced	Agua potable	1	174.40	83.05	173.47	82.60
	La Merced	2	168.40	80.19		
	(AP - AP)	3	177.60	84.57		
Agua termal La merced	Agua termal	1	154.30	73.48	150.50	71.70
	La merced	2	146.10	69.67		
	(AP - AT)	3	151.10	71.95		
Agua termal La merced	Agua potable	1	125.40	59.71	120.07	57.17
	La Merced	2	120.10	57.19		
	(AT - AP)	3	114.70	54.62		
Agua termal La merced	Agua termal	1	142.30	67.76	149.43	71.16
	La merced	2	161.70	77.00		
	(AT - AT)	3	144.30	68.71		

Nota. Elaboración propia

A partir de ello se tiene la representación gráfica:

Figura 4

Porcentaje promedio de resistencias del concreto a edad de 7 días



Nota. Elaboración propia

Resistencia a compresión de las probetas a edad de 14 días

Tabla 36

Resistencia de probetas sometidas a compresión a edad de 14 días

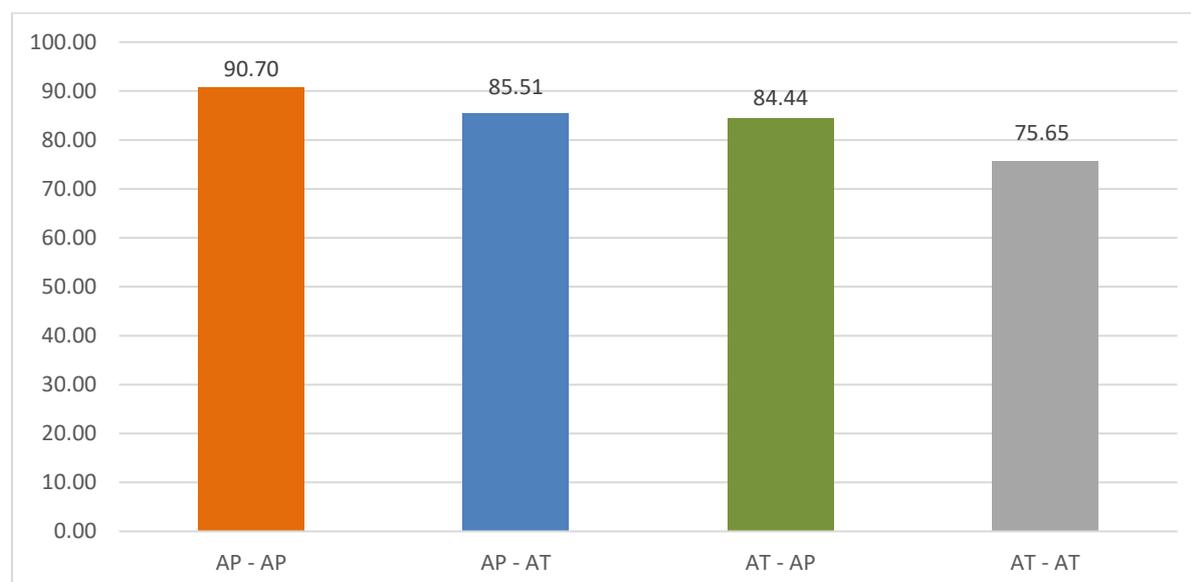
Muestra		N° Pruebas	Resistencia (kg/cm ²)	FC/F'c (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	% Promedio
Elaborado con:	Curado con:					
Agua potable La Merced	Agua potable	1	197.10	93.86	190.43	90.70
	La Merced	2	185.30	88.24		
	(AP - AP)	3	188.90	90.00		
Agua termal La merced	Agua termal	1	183.20	87.24	179.57	85.51
	La merced	2	180.60	86.00		
	(AP - AT)	3	174.90	83.29		
Agua potable La Merced	Agua potable	1	177.50	84.52	177.33	84.44
	La Merced	2	179.90	85.67		
	(AT - AP)	3	174.60	83.14		
Agua termal La merced	Agua termal	1	159.30	75.86	158.87	75.65
	La merced	2	161.70	77.00		
	(AT - AT)	3	155.60	74.10		

Nota. Elaboración propia

A partir de ello se tiene la representación gráfica:

Figura 5

Porcentaje promedio de resistencias del concreto a edad de 14 días



Nota. Elaboración propia

Resistencia a compresión de las probetas a edad de 28 días

Tabla 37

Resistencia de probetas sometidas a compresión a edad de 28 días

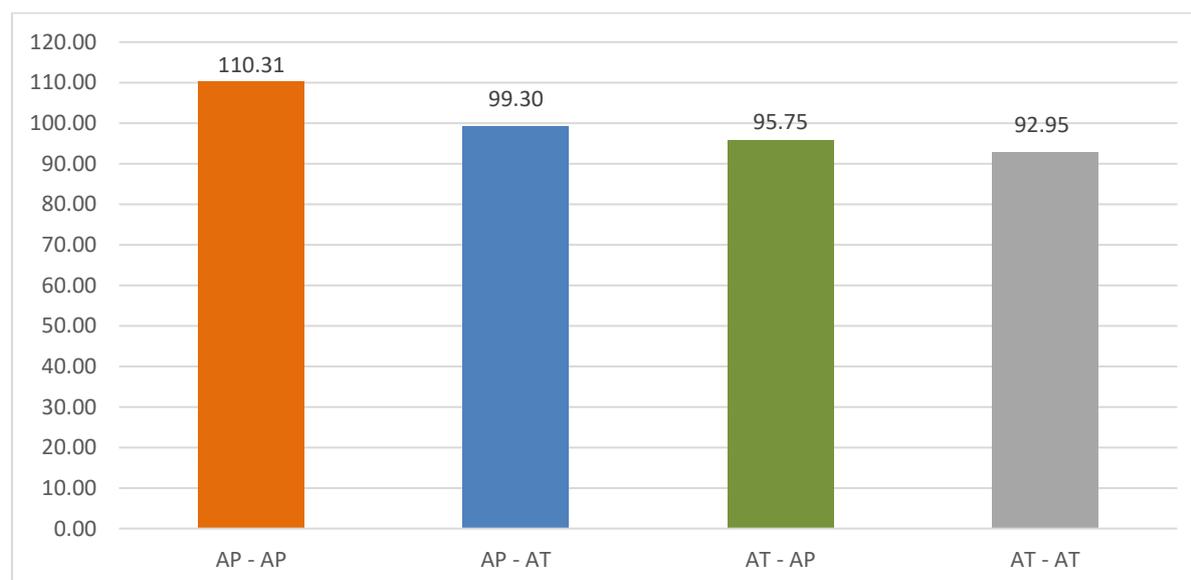
Muestra		N° Pruebas	Resistencia (kg/cm ²)	FC/F'c (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	% Promedio
Elaborado con:	Curado con:					
Agua potable La Merced	Agua potable	1	212.80	101.33	231.63	110.31
	La Merced	2	249.70	118.90		
	(AP - AP)	3	232.40	110.70		
Agua termal La Merced	Agua termal	1	210.30	100.14	208.53	99.30
	La merced	2	204.20	97.24		
	(AP - AT)	3	211.10	100.52		
Agua termal La merced	Agua potable	1	204.60	97.43	201.07	95.75
	La Merced	2	191.10	91.00		
	(AT - AP)	3	207.50	98.81		
Agua termal La merced	Agua termal	1	190.70	90.81	195.20	92.95
	La merced	2	196.00	93.33		
	(AT - AT)	3	198.90	94.71		

Nota. Elaboración propia

A partir de ello se tiene la representación gráfica:

Figura 6

Porcentaje promedio de resistencias del concreto a edad de 28 días



Nota. Elaboración propia

Variación de la resistencia de un concreto elaborado y curado con agua termal y potable

De la tabla 37 se puede determinar la variación de la resistencia a compresión de cada grupo experimental con respecto a la muestra patrón (probetas elaboradas y curadas con agua potables la Merced), la misma que se detalla:

Tabla 38

Variación de las resistencias de los grupos experimentales

Muestra		Resistencia final (kg/cm²)	% Promedio	Variación
Elaborado con:	Curado con:			
Agua potable La Merced	Agua potable La Merced (AP - AP)	231.63	100	0
	Agua termal La merced (AP - AT)	208.53	90.03	-9.97
Agua termal La merced	Agua potable La Merced (AT - AP)	201.07	86.81	-13.19
	Agua termal La merced (AT - AT)	195.20	84.27	-15.73

Nota. Elaboración propia

IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

- ✓ La Norma Técnica Peruana 339.088 establece parámetros que debe de cumplir el agua para ser usada en el proceso de elaboración de concreto. El agua potable La Merced analizado presenta sus parámetros dentro de los límites aceptables por la NTP 339.088 y por ello no afecta las características de un concreto, siendo la resistencia a compresión obtenida de 231.63 Kg/cm² a los 28 días.
- ✓ Los parámetros obtenidos del agua termal La Merced están dentro de los límites considerados por la NTP 339.088; sin embargo, el parámetro Cloruros (Cl) se encuentra elevado y casi supera el límite máximo según la NTP 339.088, la misma que afecta al concreto endurecido por generar cristales de sales al interior de los poros y esto se evidenciaría en la ruptura. El parámetro pH se encuentra bajo y tiende a ser un medio ácido; por lo que afectar al concreto en cuanto al endurecimiento al obtener su resistencia. De la misma forma Raymundo (2015) sus morteros elaborados con agua termal presentan resistencias inferiores al 90% y Antezana (2015) obtiene una disminución de 19.80% de resistencia de los morteros elaborados con agua termal y pH acidas.
- ✓ Las probetas elaboradas y curadas con agua potables llegan a obtener una resistencia de 231.63 Kg/cm² siendo una resistencia optima y dentro de los parámetros recomendados por la Norma Técnica Peruana al igual que las probetas elaboradas con agua potable y curadas con agua termal que obtuvieron una resistencia de 208.53 Kg/cm². A diferencia de las probetas elaboradas con agua termal y curadas con agua potable que solo obtienen una resistencia de 201.07 Kg/cm² y las probetas elaboradas y curadas con agua termal que tienen una resistencia de 195.20 Kg/cm²

- ✓ Love (1996) indica que, de usarse agua con características desconocidas en la elaboración del curado, esta última debe de lograr obtener una resistencia mínima del 90% a comparación de la muestra realizada con agua potable. Se determinó que las probetas elaboradas con agua potable y curadas con agua termal logran una resistencia de 90.03%; las probetas elaboradas con agua termal y curadas con agua potable logran una resistencia solamente de 86.81% y las probetas elaboradas y curadas con agua termal logran obtener una resistencia de 84.27%. Por lo tanto, las dos últimas no logran obtener la resistencia mínima recomendada.

V. CONCLUSIONES

- ✓ En el presente trabajo de investigación se determinó la resistencia a compresión de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado y curado con agua: Termal y potable la Merced - Distrito de Carhuaz.
- ✓ Los parámetros de la caracterización físico – químico del agua potable la Merced se encuentran dentro de los estándares aceptables por la NTP 339.088 y por ello no afecta las características de un concreto.
- ✓ Los parámetros de la caracterización físico – químico del agua termal la Merced se encuentran dentro de los estándares aceptables por la NTP 339.088; sin embargo, el parámetro Cloruros (Cl) se encuentra elevado y casi supera el límite máximo según la NTP 339.088, la misma podría afectar al concreto endurecido por la formación de cristales de sales al interior de los poros y esto se evidenciaría en la ruptura y el parámetro pH se encuentra bajo y tiende a ser un medio ácido; por lo que puede afectar al concreto en cuanto al endurecimiento al obtener su resistencia.
- ✓ El uso de aguas termales La Merced influyen en la resistencia de las probetas sometidas a compresión:
 - Las probetas elaboradas y curadas con agua potable La Merced cuentan con porcentaje de resistencia óptimo a los 28 días dentro de los límites de un concreto elaborado a condiciones adecuadas, llegando obtener 231.63 Kg/cm^2 .
 - Las probetas elaboradas con agua potable La Merced y curadas con agua termal La Merced logra obtener la resistencia mínima recomendada del 90.03% a los 28 días en comparación con la muestra patrón.
 - Las probetas elaboradas con agua termal La Merced y curadas con agua potable La Merced no logra obtener la resistencia mínima recomendada a los 28 días,

debido a que solamente obtiene una resistencia de 86.81% con respecto a la muestra patrón.

- Las probetas elaboradas y curadas con agua termal La Merced no logran obtener la resistencia mínima recomendada en la resistencia del concreto a los 28 días; debido a que logró obtener una resistencia de 84.27% con respecto a la muestra patrón.
- ✓ Cuando más se hizo uso del agua termal La Merced en la elaboración y/o curado de los especímenes afectó en la resistencia a compresión del concreto. Por lo que no es recomendable el uso en concreto donde se pueda usar para obras de importancia.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ No usar las aguas termales la Merced del Distrito de Carhuaz al elaborar y/o curar el concreto de alguna edificación, ya que influye negativamente en la resistencia a la compresión.
- ✓ Desarrollar más trabajos de investigación en el uso de las aguas termales de la Merced del Distrito de Carhuaz en concretos, con la finalidad de tener mayor información y exacto de las características físico – químico de las aguas termales La Merced.
- ✓ Realizar otros tipos de análisis químicos a las aguas termales La Merced, con la finalidad de tener mayor detalle de los agentes químicos que le constituyen y dañan a los concretos.
- ✓ Realizar estudios para determinar que tratamientos son necesarios realizar al agua termal la Merced, para ser usado en el curado y elaboración de un concreto sin que influya negativamente en la resistencia de compresión.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chávez M. (2019). *Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agua termal, Cajamarca 2019*. (Tesis de pre grado). Universidad Privada del Norte. Perú
- Facundo JR, Cima A. y Gonzáles P. (2004). *Revisión bibliográfica sobre clasificación de las aguas minerales y mineromedicinales*. (Archivo PDF). Recuperado en <http://www.sld.cu>
- Gonzáles F. (2004). *Manual de supervisión de obras de concreto*. Segunda Edición. Barderas, México: Limusa SA
- Harmesen T. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Cuarta Edición. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú
- Harmesen Teodoro E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Quinta Edición. Lima, Perú: Printed in Peru
- Lamus Báez Fabian y Andrade Pardo Sofía. (2015). *Concreto reforzado*. Bogota, Colombia: Ecoe
- Morales Morales Roberto. (2006). *Diseño en concreto armado*. Lima. Editorial: Fondo Editorial ICG
- Norma Técnica Peruana (NTP) 334.077. (2007). *Ambientes, gabinetes y tanques de almacenamiento utilizados en los ensayos de cemento y concreto. Requisitos*. Lima Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 334.090. (2013). *Cementos Portland. Requisitos*. Quinta Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 339.033. (2009). *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. Tercera Edición. Lima, Perú

- Norma Técnica Peruana (NTP) 339.034. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Cuarta Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 339.037. (2008). *Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de hormigón (concreto)*. Tercera Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 339.088. (2006). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Requisitos*. Segunda Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 339.185. (2002). *Métodos de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Segunda Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 400.011. (2008). *Definición y clasificación de agregados para el uso en morteros y hormigones (concretos)*. Segunda Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 400.012. (2013). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Tercera Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 400.017. (2011). *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los agregados*. Tercera Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 400.021. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Tercera Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Tercera Edición. Lima, Perú
- Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037. (2014). *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Tercera Edición. Lima, Perú

Ortega García Juan. (2001). *Concreto Armado I*. Librería y editorial MACRO EIRL, Lima, Perú

Rivva López Enrique. (2007). *Diseño de mezclas*. Perú.

Sánchez De Guzman Diego. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Quinta Edición. Bogota, Colombia: Bhandar Editores LTDA

Sánchez de Guzmán Diego. (2006). *Durabilidad y patología del concreto*. Primera edición. Editorial D´Vinni Ltda. Colombia.

T. W. Love. (1996). *El concreto en la construcción*. Primera Edición. Editorial Trillas SA. Mexico

Yupanqui Torres Edson Gilmar. (2006). *Análisis Físicoquímico de Fuentes de Aguas Termominerales del Callejón de Huaylas* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú

ANEXO N° 01

Resultados de laboratorios de las aguas



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
 Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUIMICO DE AGUAS

TITULO DE TESIS: “Resistencia a la Compresión de Concreto $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$, Elaborado y Curado con Agua: Termal y Potable, La Merced – Distrito de Carhuaz”

TESISTA : SEGURA QUIJANO, Juan César

MUESTRA : Agua Potable

LUGAR DE MUESTREO: La Merced – Carhuaz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 21-07-21

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 21-07-21

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 21-07-21

Muestra	pH	CaCO ₃ mg/l.	Cl ⁻ mg/l.	SO ₄ ⁻² mg/l.
Agua Potable	6.39	0.00	250	18

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como ligeramente ácida
- En carbonatos no hay presencia
- En Cloro tiene medio contenido
- En Sulfatos tiene bajo contenido

Huaraz, 23 de julio del 2021.



Ing. M.C. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
 DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCA YAN
 Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUIMICO DE AGUAS

TITULO DE TESIS: “Resistencia a la Compresión de Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Elaborado y Curado con Agua: Termal y Potable, La Merced – Distrito de Carhuaz”

TESISTA : SEGURA QUIJANO, Juan César

MUESTRA : Agua Termal

LUGAR DE MUESTREO: La Merced – Carhuaz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 21-07-21

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 21-07-21

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 21-07-21

Muestra	pH	CaCO ₃ mg/l.	Cl ⁻ mg/l.	SO ₄ ⁻² mg/l.
Agua Termal	5.51	0.00	980	89

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como moderadamente ácida
- En carbonatos no hay presencia
- En Cloro tiene alto contenido
- En Sulfatos tiene bajo contenido

Huaraz, 23 de julio del 2021.



[Signature]
 Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
 DE SUELOS Y AGUAS

ANEXO N° 02

Resultados de laboratorios de los agregados



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS	: "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"		
SOLICITA	: Bach. Segura Quijano Juan Cesar		
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA	: 20/08/2021
PROG (KM.)	:	ASESOR	:

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO
PROF. (m)	:

AGREGADO GRUESO				
Nº TARRO		6	12	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1269.5	1269.6	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1264.0	1265.0	
PESO DE AGUA	(g)	5.50	4.60	
PESO DEL TARRO	(g)	164.10	167.9	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1099.90	1097.1	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.50	0.4	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.46

AGEGRADO FINO				
Nº TARRO		5	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	874.0	922.0	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	833.5	878.5	
PESO DE AGUA	(g)	40.50	43.50	
PESO DEL TARRO	(g)	165.60	169.1	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	667.90	709.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	6.06	6.13	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			6.10



 UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUAL HUAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

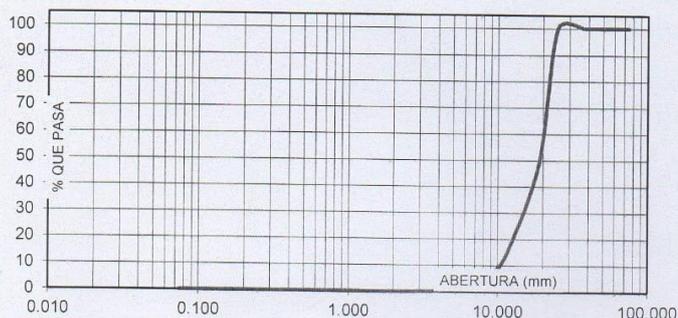
SOLICITA : **Bach. Segura Quijano Juan Cesar**
 TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 20/08/2021 CANTERA : CHALLWA MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	13508
PESO SECO LAVADO	13508.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No 3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	6772.00	50.13	50.13	49.87
1/2"	12.500	4142.00	30.66	80.80	19.20
3/8"	9.500	1532.00	11.34	92.14	7.86
N° 4	4.750	907.00	6.71	98.85	1.15
N° 8	2.360	155.00	1.15	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		13508.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7.41
 HUMEDAD : 0.46%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

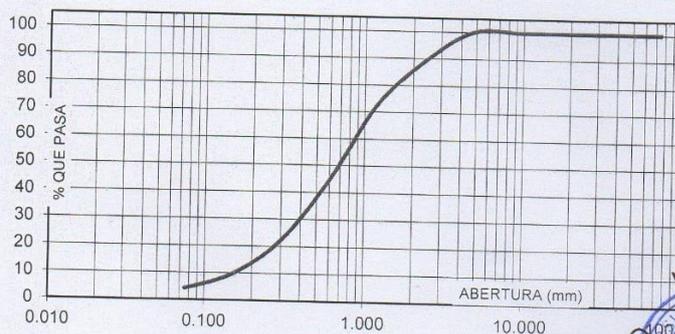
SOLICITA : **Bach. Segura Quijano Juan Cesar**
 TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 20/08/2021 CANTERA : CHALLWA MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2375.6
PESO SECO LAVADO	2278.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	97.10

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	261.50	11.01	11.01	88.99
N° 16	1.180	401.90	16.92	27.93	72.07
N° 30	0.600	659.60	27.77	55.69	44.31
N° 50	0.300	531.80	22.39	78.08	21.92
N° 100	0.150	291.10	12.25	90.33	9.67
N° 200	0.075	132.60	5.58	95.91	4.09
PLATO		97.10	4.09	100.00	0.00
TOTAL		2375.60	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8
 MODULO DE FINEZA : 2.63
 HUMEDAD : 6.10%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO-FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : **Bach. Segura Quijano Juan Cesar**
 TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : CHALLWA
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**
 FECHA : 20/08/2021

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-D/D) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

1174.4	1184.7	1176.4
738.0	739.5	737.5
436.4	445.2	438.9
1165.0	1172.4	1166.2
427.0	432.9	428.7
0.81	1.05	0.87
0.91		

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2.67	2.63	2.66
2.69	2.66	2.68
2.73	2.71	2.72

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.65
2.68
2.72



 UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 C.R. 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : **Bach. Segura Quijano Juan Cesar**
 TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : CHALLWA
 MATERIAL : **AGREGADO FINO**
 FECHA : **20/08/2021**

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de frasco+ agua
 C = A + B : Peso frasco + agua +material
 D : Peso de material+agua en el frasco
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
 F : Peso Material seco en horno
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F)/F) \times 100$

ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300.0		
678.5		
978.5		
863.2		
115.3		
296.2		
111.5		
1.28		
	1.28	

PROMEDIO

2.57		
2.60		
2.66		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.57
2.60
2.66



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Segura Quijano Juan Cesar

TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : CHALLWA

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

FECHA : 20/08/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19070	19075	19060
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13737	13742	13727
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1471	1471	1470
Peso unitario prom.	1470 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20175	20150	20140
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	14842	14817	14807
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1589	1586	1585
Peso unitario prom.	1587 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montas
CIP 70751
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Segura Quijano Juan Cesar

TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : CHALLWA

MATERIAL : AGREGADO FINO

FECHA : 20/08/2021

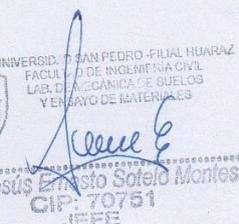
PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7645	7650	7640
Peso de molde	3425	3425	3425
Peso de muestra	4220	4225	4215
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1520	1522	1518
Peso unitario prom.	1520 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8135	8140	8133
Peso de molde	3425	3425	3425
Peso de muestra	4710	4715	4708
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1697	1698	1696
Peso unitario prom.	1697 Kg/m ³		



 UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. SEGURA QUIJANO, Juan Cesar
 TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"
 FECHA : 21/08/2021

F'c : 210 Kg/Cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
			MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 1	-	24/07/2021	31/07/2021	7	174.40	83.05
2	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 2	-	24/07/2021	31/07/2021	7	168.40	80.19
3	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 3	-	24/07/2021	31/07/2021	7	177.60	84.57
4	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 1	-	24/07/2021	31/07/2021	7	154.30	73.48
5	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 2	-	24/07/2021	31/07/2021	7	146.10	69.57
6	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 3	-	24/07/2021	31/07/2021	7	151.10	71.95
7	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 1	-	24/07/2021	31/07/2021	7	125.40	59.71
8	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 2	-	24/07/2021	31/07/2021	7	120.10	57.19
9	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 3	-	24/07/2021	31/07/2021	7	114.70	54.62
10	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 1	-	24/07/2021	31/07/2021	7	142.30	67.76
11	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 2	-	24/07/2021	31/07/2021	7	161.70	77.00
12	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 3	-	24/07/2021	31/07/2021	7	144.30	68.71

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70751
 JEFFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. SEGURA QUIJANO, Juan Cesar
 TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"
 FECHA : 21/08/2021

FC : 210 Kg/Cm²

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F'C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 4	-	24/07/2021	7/08/2021	14	197.10	93.86
2	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 5	-	24/07/2021	7/08/2021	14	185.30	88.24
3	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 6	-	24/07/2021	7/08/2021	14	188.90	90.0
4	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 4	-	24/07/2021	7/08/2021	14	183.20	87.24
5	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 5	-	24/07/2021	7/08/2021	14	180.60	86.00
6	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 6	-	24/07/2021	7/08/2021	14	174.90	83.29
7	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 4	-	24/07/2021	7/08/2021	14	177.50	84.52
8	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 5	-	24/07/2021	7/08/2021	14	179.90	85.67
9	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 6		24/07/2021	7/08/2021	14	174.60	83.14
10	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 4		24/07/2021	7/08/2021	14	159.30	75.86
11	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 5		24/07/2021	7/08/2021	14	161.70	77.00
12	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 6		24/07/2021	7/08/2021	14	155.60	74.10

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 ZIP: 70751
 JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. SEGURA QUIJANO, Juan Cesar
 TESIS : "Resistencia a Compresion de Concreto $f_c = 210$ Kg/Cm2 Elaborado y Curado con Agua Termal y Potable la Merced -Distrito Carhuaz"
 FECHA : 21/08/2021

F'c : 210 Kg/Cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
			MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 7	-	24/07/2021	21/08/2021	28	212.80	101.33
2	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 8	-	24/07/2021	21/08/2021	28	249.70	118.90
3	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 9	-	24/07/2021	21/08/2021	28	232.40	110.7
4	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 7	-	24/07/2021	21/08/2021	28	210.30	100.14
5	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 8	-	24/07/2021	21/08/2021	28	204.20	97.24
6	CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 9	-	24/07/2021	21/08/2021	28	211.10	100.52
7	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 7	-	24/07/2021	21/08/2021	28	204.60	97.43
8	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 8	-	24/07/2021	21/08/2021	28	191.10	91.00
9	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA POTABLE LA MERCED Nº 9	-	24/07/2021	21/08/2021	28	207.50	98.81
10	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 7	-	24/07/2021	21/08/2021	28	190.70	90.81
11	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 8	-	24/07/2021	21/08/2021	28	196.00	93.33
12	CONCRETO ELABORADO CON AGUA TERMAL LA MERCED, CURADO CON AGUA TERMAL LA MERCED Nº 9	-	24/07/2021	21/08/2021	28	198.90	94.71

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Mont...
 CIB: 70751
 JEFE

ANEXO N° 03

Panel fotográfico

Figura 1

Agua termal La Merced – Carhuaz.

**Figura 2**

Agua termal La Merced – Carhuaz.



Figura 3

Obtención del agua termal para su caracterización

**Figura 4**

Agua potable La Merced – Carhuaz



Figura 5

Obtención de muestra de agua termal y potable La Merced - Carhuaz

**Figura 6**

Obtención del agua termal para la elaboración y curado de las probetas.



Figura 7

Obtención de agregado grueso de la cantera Asociación Challwa - Huaraz

**Figura 8**

Obtención del agregado fino de la cantera Asociación Chalwa – Carhuaz.



Figura 9

Inicio de análisis de agregado fino en el laboratorio de la USP Huaraz.

**Figura 10**

Inicio de análisis de agregado grueso en el laboratorio de la USP Huaraz.



Figura 11

Pesado del agregado grueso para determinar sus parámetros.

**Figura 12**

Tamizado de agregado grueso para la granulometría.



Figura 13

Granulometría de agregado fino por tamizado.

**Figura 14**

Proceso de determinación de peso unitario del agregado fino.



Figura 15

Proceso de determinación de peso unitario del agregado grueso.

**Figura 16**

Proceso de determinación de peso específico del agregado



Figura 17

Proceso de elaboración de las probetas de concreto

**Figura 18**

Proceso de elaboración de las probetas de concreto



Figura 19

Proceso de curado de las probetas de concreto

**Figura 20**

Proceso de secado superficial de las probetas de concreto para someterlos a compresión.



Figura 21

Proceso de ruptura de probeta de concreto

**Figura 22**

Falla de las probetas por compresión de las probetas de concreto

