

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia y Región de Pasco.

TESIS

Para optar el título profesional de:

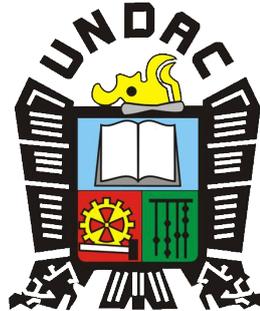
Ingeniero Civil

Autor : Bach. Filomeno Clemens FILIO CHAGUA

Asesor : Mg. José German RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el
método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto**
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia y Región de Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. José Eli CASTILLO MONTALVAN
PRESIDENTE

Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi madre quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento y a todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el Grado Académico de Ingeniero Civil.

RESUMEN

El presente proyecto de tesis para la obtención del grado académico del Título Profesional de Ingeniero Civil, tiene como nombre: **“Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia y Región de Pasco”**, el cual se desarrolló en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación profesional de Ingeniería Civil – Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, teniendo como objetivo conocer la influencia del curado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el método de la norma (NTP 339.213).

Para desarrollar la investigación se realizaron probetas de concreto las cuales se colocaron en un tanque de curado acelerado, los ensayos realizados se llevaron a cuadros estadísticos donde se compararon los resultados estándar con los resultados de los especímenes obtenidos a los 7, 14 y 28 días determinando las ventajas o desventajas que tiene la aplicación del uso del agua caliente para el curado del concreto usando el método indicado en la norma (NTP 339.213), y así verificar si se incrementa la resistencia a la compresión de concreto, dando validez a la hipótesis general planteada.

Palabras clave: Curado acelerado, NTP 339.213, resistencia a la compresión ($f'c$).

ABSTRACT

The present thesis project for obtaining the academic degree of the Professional Title of Civil Engineer, has as its name: "Evaluation and analysis of the influence of accelerated curing by the hot water method on the resistance to concrete compression. 210 kg/cm², in the Province and Region of Pasco", which was developed in the laboratory environments of the School of Vocational Training of Civil Engineering – Daniel Alcides Carrión National University, having as objective to know the influence of the cured by the method of hot water in the compressive strength of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ using the norm method (NTP 339.213)

To develop the investigation were conducted test pieces of concrete which were placed in a tank of accelerated curing, the trials were carried to statistical tables where the results were compared with standard the results of specimens obtained at 7, 14 and 28 days Determining the advantages or disadvantages that has the application of the use of the hot water for curing of the concrete using the method indicated in the standard (NTP 339.213), and verify if it increases the compressive strength of concrete, giving validity to the overall scenario raised.

Keywords: Accelerated Curing, NTP 339.213, resistance to compression ($f'c$).

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el boom de la construcción viene en crecimiento, la necesidad de grandes proyectos y de obras de envergadura deben cumplir con los principios de costo, calidad y tiempo, la ciudad de Cerro de Pasco no es la excepción, en la actualidad se encuentra realizando grandes obras de envergadura como el Hospital Regional Daniel Alcides Carrión, la Infraestructura del Gobierno Regional, pistas y pavimentos en diferentes Asentamientos Humanos, entre otros, esta situación motivo la investigación de un ensayo rápido de verificación para poder determinar la aceptabilidad de las mezclas de concreto.

El presente trabajo se realizó con el propósito de conocer la influencia del curado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ acelerando las propiedades químicas y mediante ecuaciones matemáticas relacionarla a los valores de resistencia estándar a los 7, 14 y 28 días.

Esta investigación se divide en:

- CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN, en donde se efectúa la identificación del problema.
- CAPITULO II: MARCO TEORICO, en donde se describe en macro las bases teóricas que sustente el desarrollo de la presente investigación.

- CAPITULO III: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, en donde describe el proceso del desarrollo de la investigación; la cual es desarrollada mediante ensayos de laboratorio.
- CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION, en donde se describe los resultados.
- CONCLUSIÓN, es donde se describe las ideas en conclusiones de la investigación.
- RECOMENDACIONES, es donde se describe las recomendaciones que se desprende los resultados obtenidos.
- BIBLIOGRAFÍA, es donde se describe las referencias utilizadas para la redacción de la presente investigación.
- ANEXOS, es donde se detalla todo lo necesario para complementar la presente investigación.

El Autor.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	III
RECONOCIMIENTO	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCIÓN	VII
INDICE GENERAL	IX
INDICE DE TABLA.....	XIII
INDICE DE GRAFICO.....	XIV
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIV
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.....	16
1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO	17
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	18
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	19
1.4.1. OBJETIVOS GENERAL	19
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION	19
1.5.1. JUSTIFICACION TEORICA.....	19
1.5.2. JUSTIFICACION METODOLOGICA.....	19
1.5.3. JUSTIFICACION SOCIAL.....	20
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEORICO	21
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	21
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.....	28
2.2.1. CONCRETO.....	28
2.2.1.1. DEFINICIÓN.....	28
2.2.1.2. CARACTERISTICAS DEL CONCRETO.	29
2.2.1.2.1. TRABAJABILIDAD.....	29
2.2.1.2.2. RESISTENCIA	30
2.2.1.2.3. DURABILIDAD	31

2.2.1.2.4.	ELASTICIDAD	32
2.2.1.3.	TIPOS.	33
2.2.1.3.1.	CONCRETO LIGERO.....	33
2.2.1.3.2.	CONCRETO REFORZADO.....	33
2.2.1.3.3.	CONCRETO PRESFORZADO	35
2.2.1.3.4.	CONCRETO ARMADO (HORMIGON).....	35
2.2.2.	MATERIALES EN EL CONCRETO	36
2.2.2.1.	AGREGADOS.	36
2.2.2.1.1.	DEFINICION.....	36
2.2.2.1.2.	FINA.....	38
2.2.2.1.3.	GRUESA.....	45
2.2.2.2.	CEMENTO.....	50
2.2.2.2.1.	DEFINICIÓN	50
2.2.2.2.2.	TIPOS	51
2.2.2.2.3.	NORMA.....	53
2.2.2.3.	AGUA.....	54
2.2.2.3.1.	INTRODUCCIÓN	54
2.2.2.3.2.	EL AGUA DE MEZCLA.....	55
2.2.2.3.3.	EL AGUA DE CURADO.....	58
2.2.2.4.	ADITIVO.	59
2.2.2.4.1.	DEFINICIÓN	59
2.2.2.4.2.	CLASIFICACIÓN.....	61
2.2.3.	DISEÑO DEL CONCRETO.	62
2.2.3.1.	DEFINICIÓN.....	62
2.2.3.2.	PASOS Y NORMATIVAS PARA DISEÑO DE CONCRETO.....	63
2.2.3.2.1.	SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO	63
2.2.3.2.2.	SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	64
2.2.3.2.3.	SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO.....	65
2.2.3.2.4.	SELECCIÓN DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	66
2.2.3.2.5.	SELECCIÓN DE CONTENIDO DE AIRE.....	67
2.2.3.2.6.	SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA.....	68
2.2.3.3.	ELABORACION METODO ACI.	69

2.2.4.	CURADO DEL CONCRETO.....	71
2.2.4.1.	DEFINICIÓN.....	71
2.2.4.2.	NORMATIVA	71
2.2.4.3.	TIPOS DE CURADO.	73
2.2.4.3.1.	CURADO CON AGUA.....	73
2.2.4.3.2.	CURADO CON AGUA CALIENTE.	74
2.2.4.3.3.	CURADO CON GEOTEXTIL.....	76
2.2.4.3.4.	CURADO QUIMICO	77
2.2.5.	RESISTENCIA A LA COMPRESION.....	78
2.2.5.1.	DEFINICIÓN.....	78
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	81
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	83
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	83
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	84
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	84
2.5.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES	84
2.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	84
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	84
CAPÍTULO III.....		86
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....		86
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	86
3.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	87
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	87
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	87
3.4.1.	POBLACIÓN.....	87
3.4.2.	MUESTRA.....	88
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	88
3.5.1.	TECNICAS.....	88
3.5.2.	INSTRUMENTOS DE LABORATORIO.....	88
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	93
3.6.1.	TÉCNICAS	93
3.6.2.	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.....	93
3.7.	TRATAMIENTO ESTADISTICO.....	93
3.8.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	94

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA.....	94
CAPÍTULO IV	95
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	95
4.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO	95
4.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA – ZONA DE ESTUDIO.....	95
4.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA - CANTERA.....	96
4.1.3. ESTUDIO DE LOS AGREGADOS.....	98
4.1.3.1. AGREGADO FINO.	98
4.1.3.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS	98
4.1.3.2. AGREGADO GRUESO	101
4.1.3.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS	101
4.1.4. DISEÑO DEL CONCRETO.	103
4.1.4.1. CRITERIOS DE DISEÑO	103
4.1.4.1.1. PROCEDIMIENTO	105
4.1.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.....	105
4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	106
4.2.1. ESTUDIO DE LOS AGREGADOS.....	106
4.2.2. DISEÑO DEL CONCRETO.	109
4.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.....	113
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	117
4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO	117
4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.....	118
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	118
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	122
ANEXOS	125

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Superficie y Población 2017.....	17
Tabla 2. Óxidos componentes del cemento y su variación en porcentaje	51
Tabla 3. Efectos del concreto de acuerdo a los componentes del agua.....	55
Tabla 4. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado del concreto	59
Tabla 5. Selección del tamaño máximo nominal	64
Tabla 6. Selección de Asentamiento.....	65
Tabla 7. Volumen Unitario de Agua	67
Tabla 8. Volumen Unitario de Agua	67
Tabla 9. Contenido de Aire Atrapado	68
Tabla 10. Contenido de Aire Incorporado y Total	68
Tabla 11. Relación agua - cemento por Resistencia.....	69
Tabla 12. Características de los procedimientos de curado acelerado	75
Tabla 13. Condiciones y procedimientos normalizados para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto.....	81
Tabla 14. Operatividad de las Variables.....	84
Tabla 15. Tamaño de la Muestra	88
Tabla 16. Ubicación UTM - Cantera Vicco - Agregado Grueso	97
Tabla 17. Contenido de Humedad de Agregado Fino	106
Tabla 18. Contenido de Humedad de Piedra Chancado	106
Tabla 19. Granulometría Promedio de Agregado Fino.....	107
Tabla 20. Granulometría Promedio de Piedra Chancada	107
Tabla 21. P.U.S – Agregado Fino	108
Tabla 22. P.U.S - Piedra Chancada.....	108
Tabla 23. P.U.C. - Piedra Chancada.....	108
Tabla 24. P.U.S – Agregado Fino	108
Tabla 25. P.E.N. - Piedra Chancada	108
Tabla 26. Agregado Fino	109
Tabla 27. Absorción - Piedra Chancada	109
Tabla 28. Diseño del Concreto.	109
Tabla 29. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método Estándar.....	113
Tabla 30. Resistencia a compresión de especímenes curados – (T1 - 2h±10min)	114
Tabla 31. Resistencia a compresión de especímenes curados – (T2 - 7h a más).....	115
Tabla 32. Equivalencia en la Resistencia a la Compresión	116
Tabla 33. Análisis Comparativo en la Resistencia a la Compresión	116

INDICE DE GRAFICO

Grafico 1. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método Estándar.....	114
Grafico 2. Resistencia a compresión de especímenes curados - (T1 - 2h±10min).....	115
Grafico 3. Resistencia a compresión de especímenes curados - (T2 - 7h a más).....	116
Grafico 4. Análisis Comparativo en la Resistencia a la Compresión.	117
Grafico 5. Análisis Comparativo en la Resistencia a la Compresión.	118

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de Localización de la Región de Pasco.....	16
Ilustración 2. Mapa de Localización de la Región de Pasco.....	17
Ilustración 3. Mapa de Localización de la Provincia de Pasco.....	17
Ilustración 4. Mapa de Localización de Zona del distrito de la Ciudad de Pasco.....	18
Ilustración 5. Agregados.....	37
Ilustración 6. Agregado Fino.....	39
Ilustración 7. Agregado Grueso.....	45
Ilustración 8. Juego de tamices.....	89
Ilustración 9. Balanza de precisión.....	90
Ilustración 10. Molde cilíndrico – Mezcladora (trompito).....	90
Ilustración 11. Bandejas metálicas.....	91
Ilustración 12. Equipo para peso específico.....	91
Ilustración 13. Horno eléctrico.....	92
Ilustración 14. Baño Maria.....	92
Ilustración 15. Máquina compresora.....	93
Ilustración 16. Mapa de Localización de la Provincia de Pasco.....	95
Ilustración 17. Mapa de Localización de Zona del distrito de la Ciudad de Pasco.....	96

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El departamento de Pasco se encuentra ubicado en la vertiente oriental de los andes y zona central del territorio peruano, abarcando un área total de 25 028 km², que constituye el 1,9 por ciento del territorio peruano. Presenta dos regiones naturales, la zona sierra con 7 261 km², en la que se encuentran las provincias de Pasco y Daniel Alcides Carrión; y 17 767 km² de ceja de selva (provincia de Oxapampa).

En la actualidad se están ejecutando importantes estructuras en toda la región de Pasco, éstas son realizadas con concreto y en base a diseños de mezclas

que proporcionan una resistencia especificada; en su mayoría se encuentran trabajando con una resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Poder determinar la aceptabilidad de las mezclas de concreto y garantizar la calidad de éstas se hace cada vez necesario, por lo que conocer la resistencia a la compresión a la edad de 28 días resulta inadecuada por el tiempo de espera, esto conlleva al estudio de nuevas metodologías que puedan ayudar a dar como resultado resistencias a la compresión idóneas.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

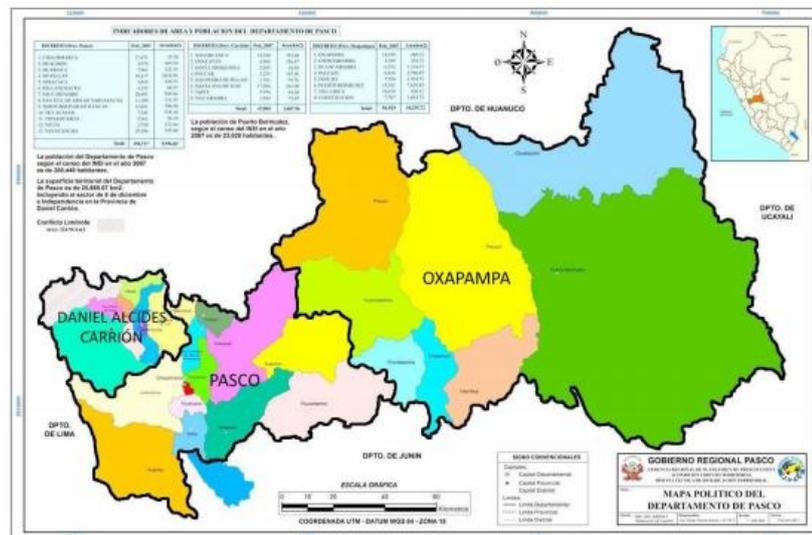


Ilustración 1. Mapa de Localización de la Región de Pasco
FUENTE: Gobierno Regional de Pasco.

Tabla 1. Superficie y Población 2017.

Provincia	Nº Distritos	Superficie (km ²)	Población 1/
Pasco	13	5 374	123 015
Oxapampa	8	17 767	87470
Daniel Alcides Carrión	8	1 887	43 580
TOTAL	29	25 028	254 065

FUENTE: INEI, Censos de Población y Vivienda 2017.

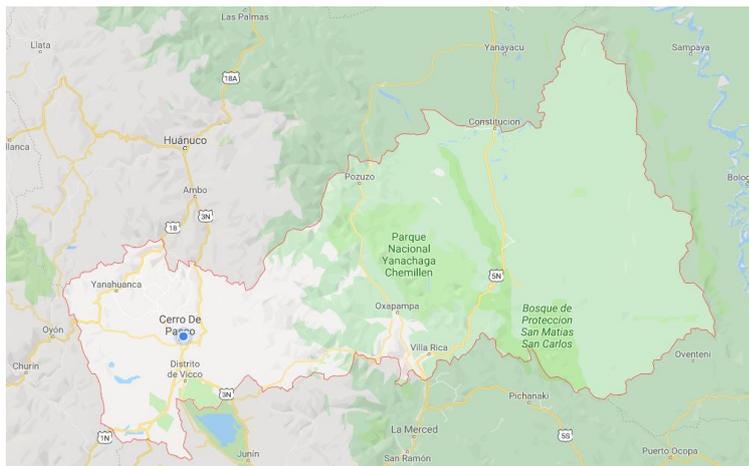


Ilustración 2. Mapa de Localización de la Región de Pasco

FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO



Ilustración 3. Mapa de Localización de la Provincia de Pasco

FUENTE: <https://www.google.com/maps/>



Ilustración 4. Mapa de Localización de Zona del distrito de la Ciudad de Pasco
 FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la influencia del curado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia y región de Pasco?

1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el efecto del curado por el método de agua caliente según la norma técnica peruana 339.213 en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia y región de Pasco?
- ¿Cuál es la variación en cuanto a resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia y región de Pasco, en las edades de 7, 14, 28 días?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVOS GENERAL

Conocer la influencia del curado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia y región de Pasco.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto del curado por el método de agua caliente según la norma técnica peruana 339.213 en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia y región de Pasco
- Determinar la variación en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia y región de Pasco, en las edades de 7, 14, 28 días.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

1.5.1. JUSTIFICACION TEORICA

Por medio de la siguiente investigación buscamos conocer la influencia del curado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia y región de Pasco.

1.5.2. JUSTIFICACION METODOLOGICA

La metodología usada para determinar la influencia del curado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión del concreto

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se basa en analizar los ensayos y correlacionarlos para posterior interpretar los resultados.

1.5.3. JUSTIFICACION SOCIAL

Aplicando el método del ensayo acelerado se podrá garantizar la adecuada resistencia a la compresión del concreto, el cual permitirá conocer resultados en un tiempo corto en diferentes obras civiles en la provincia y región de Pasco.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La limitación que podemos encontrar en la realización del curado acelerado por el método de agua caliente es que solo se puede realizar con especímenes en laboratorio, también se requiere cierto nivel técnico del personal, además de la elaboración e implementación de una máquina de curado acelerado que cumpla con lo requerido en la norma (NTP 339.213).

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

El presente proyecto de investigación tiene antecedentes en las siguientes investigaciones:

TEMA : Efecto de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213, año 2015.

AUTOR : Cruzado Ruiz, Jhony

INSTITUCIÓN : Universidad Privada del Norte

AÑO : 2015

RESUMEN :

Este estudio se basa fundamentalmente en garantizar que el efecto de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213, año 2015, demuestra confiabilidad de los resultados a la compresión cilíndrica de especímenes en 28 y 1/2 horas \pm 5 minutos, siendo coincidente con los resultados del método estándar de rotura a 28 días, mostrando además, que mediante la espera de rotura he monitoreado resultados a los 07, 14 y 28 días, demostrando que la madurez del concreto se desarrolla con normalidad. Demostramos que la aplicación de la norma NTP 339.213 es muy útil y de fácil práctica, permitiendo el ahorro de tiempo y costo para los contratistas al poder obtener valores de resistencia casi instantáneamente. El proyecto de implementación del Método de Curado Acelerado Regulado según norma NTP 339.213, año 2015, he desarrolló en el Laboratorio de Suelos y concreto de la Empresa 111 Consulting Group SRL, con mucha cautela siguiendo los parámetros técnicos y de seguridad necesarios para obtener resultados favorables. Las actividades durante el proceso se siguieron según cronograma sugerido. En el laboratorio, se evaluaron las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de la cantera

Saavedra (LLica) certificando su calidad. Utilizamos Cemento Pacasmayo tipo I y Agua Potable, como parte del diseño de mezclas utilizamos el método Walker. Posteriormente, demostramos que los resultados son similares, tanto los obtenidos en la compresión especímenes de Curado Acelerado así como los que comparamos y monitoreamos con resultados de compresión estándar de especímenes a los 7, 14 y 28 días obteniendo una similitud aproximada al 100 %. El resultado obtenido del Promedio Específico de Curado Acelerado es 118.66 % sobre los 100 % con respecto a 210 kgf/cm² ; mientras tanto, el resultado obtenido del Promedio Específico de Curado Estándar 28 días es 118.13 % sobre los 100 % con respecto a 210 kgf/cm² . Estos resultados favorecen nuestro estudio. El personal del laboratorio recibió entrenamiento tanto técnico como teórico, indispensable para cumplir con los requerimientos de calidad para dicho ensayo.

TEMA : El fraguado de las probetas sometidas a compresión, fabricadas con cemento portland tipo I, y curado en agua normal, hirviendo y vapor.

AUTOR : Chumpitaz Avalos, Diego

INSTITUCIÓN : Universidad Peruana de Integración Global

AÑO : 2018

RESUMEN :

El presente trabajo de investigación, consistirá en determinar la resistencia a la compresión del concreto, utilizando el curado estándar, curado acelerado en agua hirviendo y curado acelerado en vapor para ser comparadas entre si y determinar la mejor relación que existe entre ellas. Para poder realizar el presente trabajo se fabricará un total de 54 probetas cilíndricas de concreto, para las cuales se utilizará cemento TIPO I, además se empleará agregados que se encuentran en la cantera San Martin-San Juan de Lurigancho. Para el diseño de mezcla consideramos dos relaciones de agua-cemento de 0.40 y 0.50, también se tomará en cuenta asentamientos de 3 a 4 pulgadas. De las 54 probetas elaboradas, 18 se designarán para un curado acelerado empleando agua hirviendo, durante un tiempo de 3 ½ horas. De las 54 probetas elaboradas, 18 se designaron para un curado acelerado empleando con vapor, durante un tiempo de 32 horas (24 horas secar y 8 horas de curado) y para las probetas restantes, se han curado con el método estándar de laboratorio, durante un tiempo de 28 días.

TEMA : Estudio comparativo de métodos normalizados de curado acelerado - procedimientos B y D de la NTP 339.213 : 2017.

AUTOR : Vargas Hilario, Carlos

INSTITUCIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería

AÑO : 2018

RESUMEN :

En el Perú los métodos de curado acelerado tienen poca aceptación por falta de difusión de los conocimientos y es por ello atendiendo esta necesidad, el presente trabajo explica mediante el estudio práctico de la norma NTP 339.213 la obtención de información para estimar la resistencia a la compresión del concreto a 28 días en base a edades tempranas. Para tal fin, se fabricó dos equipos de curado acelerado aplicables para los procedimientos “B” y “D” de la norma NTP 339.213 (Método de ensayo normalizado para la elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto). Se elaboró especímenes de concreto para seis relaciones agua – cemento que fueron sometidos a tres tipos de curados: Método agua hervida (B), Método calor externo y presión (D) y el curado estándar convencional. Los resultados de resistencia obtenidos en laboratorio por los métodos acelerados “B” y “D” con edades

de 28.5 horas y 5.25 horas respectivamente, fueron comparados con valores de curado estándar a 28 días. Los porcentajes de resistencia alcanzan el 40% a 70% de f'c. El trabajo es respaldado por medio de ensayos de laboratorio satisfactorios; de los cuales mediante un tratamiento estadístico se elaboró gráficos de predicción para determinar la resistencia del concreto a 28 días a partir de edades tempranas.

TEMA : Investigación del tiempo óptimo de curado a vapor en un hormigón de alta resistencia para elementos prefabricados en producción masiva.

AUTOR : Gabriel Eduardo ANDRADE RONCANCIO

INSTITUCIÓN : Universidad Nacional de Chimborazo

AÑO : 2013

RESUMEN :

El siguiente proyecto tiene como finalidad conseguir un tiempo óptimo en el curado a vapor en elementos prefabricados de hormigón pretensado, para ello se necesita encontrar la humedad final de la mezcla de concreto óptima, así como temperatura en el proceso y otros factores como resistencia a la compresión, fraguado acelerado etc.

En todos estos procesos se obtendrán resultados los cuales se almacenan en una base de datos, la misma que servirá para su análisis y toma de decisiones. Partiendo de estos se realiza un modelo matemático capaz de interpretarlos para en lo posterior maximizar o minimizar las curvas encontradas con el fin de aumentar el proceso de producción de elementos prefabricados basados en el tiempo optimizado del curado a vapor de los mismos.

El hormigón prefabricado casi no tiene precedentes, es decir que se incluye en la tecnología moderna.

El proceso que es motivo de esta investigación se enfoca en el curado a vapor a presión normal, el mismo que toma un papel muy importante en la calidad del producto terminado, además tiene valor agregado y es indispensable en lo que se refiere al aumento de producción.

La fabricación de estos elementos prefabricados de concreto se llevó a cabo en una planta fija de producción, las cuales cuentan con el equipo y personal especializado para elaborar, bajo estrictas normas de calidad, diferentes productos solicitados por la industria de la construcción.

El suministro de humedad y temperatura óptimas al concreto permitirán que la medida más común cumpla lo deseado en el diseño, esta es la resistencia a la compresión.

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

2.2.1. CONCRETO

2.2.1.1. DEFINICIÓN

El concreto es un material durable y resistente, pero dado que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular para exteriores. Ya sea que adquiera la forma de un camino de entrada amplio hacia una casa moderna, un paso vehicular semicircular frente a una residencia, o una modesta entrada delantera, el concreto proporciona solidez y permanencia a los lugares donde vivimos. El concreto de uso común, o convencional, se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo. Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como una revoltura de concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire.

La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo

sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.¹

2.2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO.

A continuación se citan algunas de las características más usuales del concreto.²

2.2.1.2.1. TRABAJABILIDAD.

La facilidad de colocar, consolidar y acabar al concreto recién mezclado, se denomina trabajabilidad.

El concreto debe ser trabajable pero no se debe segregar excesivamente. El sangrado es la migración del agua hacia la superficie superior del concreto recién mezclado provocada por el asentamiento de los materiales sólidos— cemento, arena y piedra dentro de la masa. El asentamiento es consecuencia del efecto combinado de la vibración y de la gravedad.

Un sangrado excesivo aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie superior, pudiendo dar como resultado una capa superior débil de baja durabilidad, particularmente si se llevan a cabo las operaciones de acabado mientras está presente el agua de sangrado. Debido a la tendencia del concreto recién mezclado a segregarse y sangrar, es importante transportar y colocar cada carga lo más cerca posible de su posición final.

¹ Página web, www.monografias.com/trabajos4/concreto/concreto.shtml.

² Página web, www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/.

El aire incluido mejora la trabajabilidad y reduce la tendencia del concreto fresco de segregarse y sangrar.

Para una trabajabilidad y una cantidad de cemento dado, el concreto con aire incluido necesita menos agua de mezclado que el concreto sin aire incluido. La menor relación agua–cemento, que es posible lograr en un concreto con aire incluido, tiende a compensar las resistencias mínimas inferiores del concreto, particularmente en mezclas con contenidos de cemento pobres e intermedios.³

2.2.1.2.2. RESISTENCIA

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial, Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas especímenes de mortero o de concreto. La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseños de puentes, edificios y otras estructuras.

El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 y 350 kg/cm^2 . Un concreto de alta

³ Página web, Alvarado Rodríguez, Jassit Neftalí, www.construaprende.com.

resistencia tiene un aguante a la compresión de cuando menos 420 kg/cm².

La resistencia a la flexión del concreto se utiliza generalmente al diseñar pavimentos y otras losas sobre el terreno.

La resistencia a la compresión se puede utilizar como índice de la resistencia a la flexión, una vez que entre ellas se ha establecido la relación empírica para los materiales y el tamaño del elemento en cuestión. La resistencia a la flexión, también llamada módulo de ruptura, para un concreto de peso normal se aproxima a menudo de 1.99 a 2.65 veces el valor de la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión.⁴

2.2.1.2.3. DURABILIDAD

Cuando el concreto no se deteriora con el paso del tiempo, se afirma que el concreto es durable. La falta de durabilidad puede deberse al medio al que está expuesto el concreto o a causas internas del mismo. Las causas externas pueden ser físicas, químicas o mecánicas (temperaturas externas, acción electrolítica, abrasión, gases industriales, etc.). El grado de deterioro dependerá de la calidad del concreto, aunque en condiciones extremas, cualquiera que esté mal protegido se daña.⁵

⁴ Página web, www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/.

⁵ Página web, Alvarado Rodríguez, Jassit Neftalí, www.construaprende.com.

2.2.1.2.4. ELASTICIDAD

Se dice que un material es perfectamente elástico si sufre deformaciones unitarias en el momento de aplicar un esfuerzo y desaparecen al quitarlo. Esta definición no implica una relación lineal de esfuerzo-deformación unitaria. Un comportamiento elástico con una relación no lineal de esfuerzo-deformación unitaria se presenta, por ejemplo, en el vidrio y algunas rocas.

Las propiedades del agregado también influyen sobre el módulo de elasticidad, aunque por lo general no afecta la resistencia a la compresión: mientras más alto sea el módulo de elasticidad del agregado mayor será el módulo del concreto resultante.

La magnitud de las formaciones unitarias observadas y la curvatura de la relación esfuerzo-deformación unitario dependen al menos de una parte, de la velocidad de aplicación de la carga.

Cuando el esfuerzo se aplica con rapidez extrema, las deformaciones unitarias se reducen mucho y la inflexión de la curva de esfuerzo-deformación unitaria llega a ser muy pequeña.

6

⁶ Página web, www.cemex.com

2.2.1.3. TIPOS.

2.2.1.3.1. CONCRETO LIGERO

Este concreto tiene características propias que, mediante el empleo de áridos porosos o provocando artificialmente su porosidad, es más ligero que el concreto convencional de cemento, arena y grava y que por mucho tiempo ha sido el material más usado en las construcciones.

Es un concreto cuya densidad superficialmente seca no es mayor de 1600 kg/m³. En caso de que el concreto ligero sea con refuerzo, el peso cambia a 1840 kg/m³ o mayores. A pesar de su gran peso, sigue siendo ligero a comparación del normal que oscila entre 2400 y 2560 kg/m³, esto (su densidad) lo hace su principal característica.

Este tipo de concreto muestra muchas ventajas de uso, como lo son la reducción de cargas muertas, asegurar el aislamiento térmico y acústico, mayor rapidez de construcción y mayores costos de acarreo y transporte. Su uso hace posible la construcción de edificios altos por el peso de gravitación sobre la cimentación.⁷

2.2.1.3.2. CONCRETO REFORZADO

Algunas veces, al concreto se le añaden aditivos o adicionantes con el fin de que se mejoren o modifiquen algunas propiedades,

⁷ Página web, www.cemex.com

sin embargo, el concreto simple sin refuerzo es resistente a la compresión, pero débil a la tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural.

Para resistir tensiones, se emplea refuerzo de acero, generalmente en forma de barras, colocado en zonas en las que se prevé que se desarrollarán tensiones bajo solicitaciones de servicio. El acero restringe el desarrollo de las grietas originadas por la poca resistencia a la tensión del concreto.

El concreto se fabrica en estado plástico, lo que obliga a utilizar moldes que lo sostengan mientras adquiere resistencia suficiente para que la estructura se auto soporte; lo anterior constituye una ventaja ya que da libertad de moldeabilidad y facilidad para lograrse la continuidad en la estructura.

Una estructura puede pensarse como un sistema de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada, como, por ejemplo: salvar un claro como en los puentes; encerrar un espacio, como en los distintos tipos de edificios o contener un empuje, como en los muros de retención, tanques o silos.

La estructura debe de cumplir la función a la que está destinada con un grado razonable de seguridad y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de

servicio, además de mantener el costo dentro de los límites de economía y satisfacer determinadas exigencias de estética.⁸

2.2.1.3.3. CONCRETO PRESFORZADO

El concepto original del concreto presforzado consistió en introducir en vigas suficiente precomprensión axial para que se eliminaran en el miembro cargado todos los posibles esfuerzos de tensión que obraran en el concreto.

En la práctica actual de diseño se permite que haya esfuerzos de tensión en el concreto y hasta cierto agrietamiento limitado, igualmente puede controlarse la deflexión del miembro.⁹

2.2.1.3.4. CONCRETO ARMADO (HORMIGON)

Este es un concreto con acero de refuerzo destinado para elementos estructurales (trabes, losas, columnas, etc.) El armado le proporciona al concreto mayor resistencia a la tensión.

Es un material mezcla de cemento, agua, arena y grava que al fraguar y endurecer adquiere una consistencia similar a la de las mejores piedras naturales.

Puede considerarse como el conglomerante pétreo artificial que resulta de agregar grava a un mortero.

⁸ Página web, www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/concretos-para-la-edificacion/.

⁹ Página web, Alvarado Rodríguez, Jassit Neftalí, www.construaprende.com.

Mientras se mantiene en su estado plástico la mezcla recibe el nombre de concreto fresco y después de fraguar y endurecer el de concreto endurecido.

En todos sus estados, este material es siempre concreto en masa, del que se diferencian el concreto armado y el concreto pretensado, ambos de concreto en masa reforzado con armaduras de acero.¹⁰

2.2.2. MATERIALES EN EL CONCRETO

2.2.2.1. AGREGADOS.

2.2.2.1.1. DEFINICION.

Se definen los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente.

La denominación de inertes es relativa porque si bien no intervienen directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para producir el aglomerante o pasta de cemento, sus características afectan notablemente el producto resultante, siendo en algunos casos tan importantes como el cemento para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad, durabilidad, etc.

¹⁰ Página web, Alvarado Rodríguez, Jassit Neftalí, www.construaprende.com.

Están constituidos usualmente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen influencia prácticamente en todas las propiedades del concreto. ¹¹



Ilustración 5. Agregados

Agregado según la ASTM es aquel material granular el cual puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. ¹²

¹¹ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 17

¹² Página web, Ferrex – Materiales de construcción.

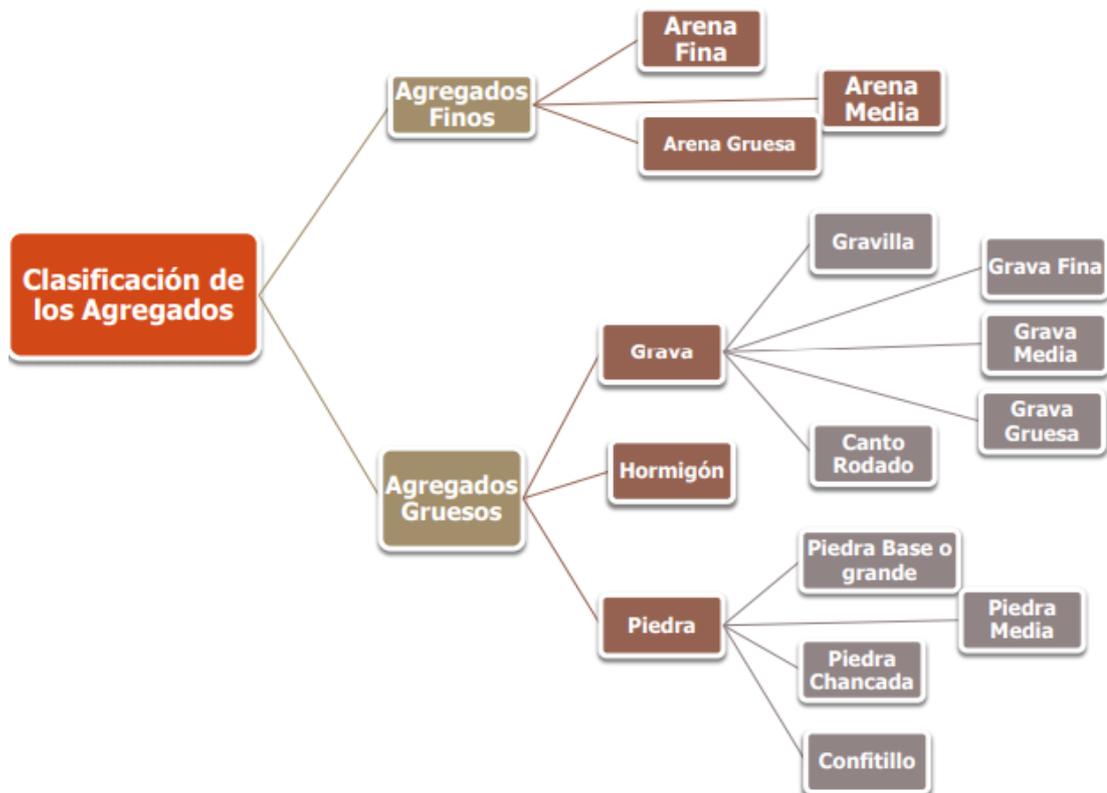


Gráfico 1. Clasificación de los Agregados.

2.2.2.1.2. FINA.

I.DEFINICIÓN:

Es el agregado proveniente de la desintegración natural y/o artificial de rocas, que pasa como mínimo el 95% por el tamiz N° 3/8" (9.51mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (0.074 mm) que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037.¹³

¹³ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 17

Conjunto de partículas que proviene de la desagregación de las rocas. Por medio natural y también se puede obtener de manera artificial.¹⁴



Ilustración 6. Agregado Fino

II. CLASIFICACION:

- **POR SU ORIGEN**

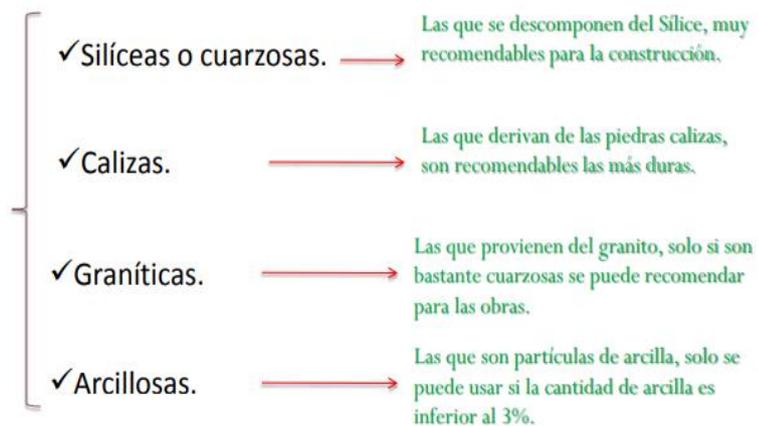


Gráfico 2. Clasificación del agregado fino por su origen

¹⁴ UNS, Agregados – Ing. Elena Quevedo Haro, Pág. 6

- **POR SU PROCEDENCIA**

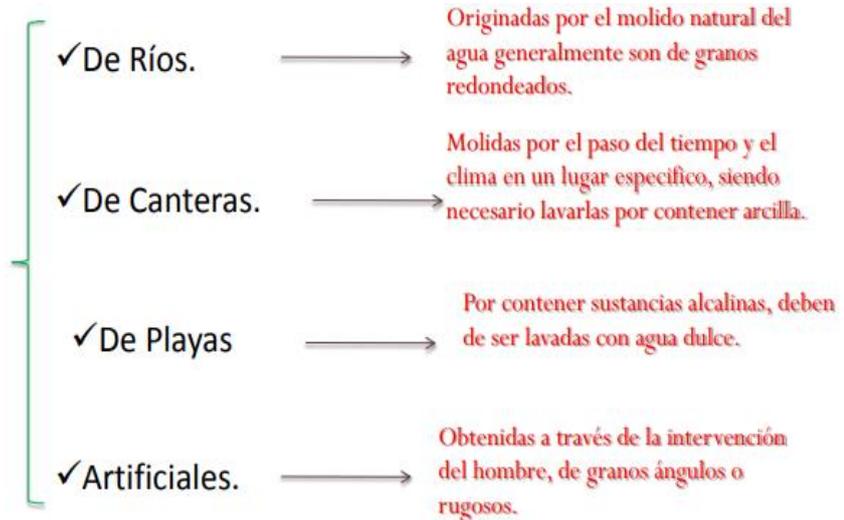


Gráfico 3. Clasificación del agregado fino por su Procedencia

- **POR SU TAMAÑO**

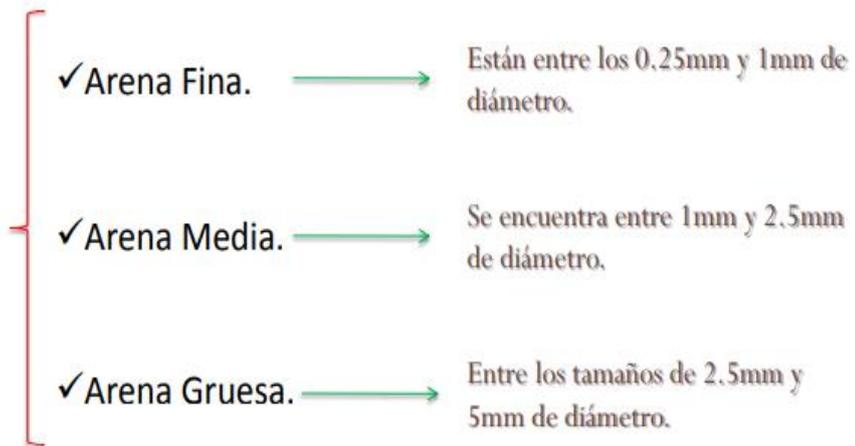


Gráfico 4. Clasificación del agregado fino por su Tamaño

III. PROPIEDADES FISICAS:

- **ANALISIS GRANULOMETRICO:**

Normas:

- NTP 400.012
- ASTM C-136

Definición:

Se llama también análisis mecánico y consiste en la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de los agregados.

De la granulometría se obtiene el módulo de finura y la superficie específica, así como se verifica si el agregado cumple con las especificaciones técnicas del proyecto.

15

- **MODULO DE FINURA:**

Normas

- NTP 400.012
- ASTM C -136

Definición:

¹⁵ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 17

Es un índice de finura del agregado es una constante adimensional que nos representa el tamaño promedio ponderado del agregado. ¹⁶

Ecuación 1. Determinación del Módulo de finura

$$\text{MF (Agregado Fino)} = \frac{\text{N}^{\circ}4 + \text{N}^{\circ}8 + \text{N}^{\circ}16 + \text{N}^{\circ}30 + \text{N}^{\circ}50 + \text{N}^{\circ}100}{100}$$

- **SUPERFICIE ESPECÍFICA:**

Normas:

- NTP 400.012
- ASTM C -136

Definición:

Se define como la suma de áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, se expresa en cm²/gr. ¹⁷

- **PESO ESPECÍFICO:**

Normas:

- NTP 400.022
- ASTM C-128

¹⁶ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 18

¹⁷ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 19

Definición:

El peso específico viene dado por la relación del peso seco de las partículas del agregado, al peso de un volumen igual de agua, se expresa en (gr/cm³).¹⁸

- **PORCENTAJE DE ABSORCIÓN:**

Normas:

- NTP 400.022
- ASTM C -128

Definición:

El porcentaje de absorción de un agregado es la cantidad de agua que tienen los poros libres (abiertos) de los agregados y esto se obtiene saturando el material. La absorción total ocurre cuando el agregado alcanza el estado de saturado superficialmente seco.¹⁹

Ecuación 2. Determinación del porcentaje de absorción

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Ps.s.s.} - \text{Ps}}{\text{Ps}} \times 100$$

- **PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO:**

Normas:

¹⁸ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 19

¹⁹ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 20

- NTP 400.017
- ASTM C-29

Definición:

El peso unitario está determinado por la relación de peso por unidad de volumen; esta relación se expresa en Kg/m³. El peso unitario varía por características tales como; forma y tamaño, absorción y contenido de humedad, granulometría del agregado; así como también de factores externos como el grado de compactación y el tamaño máximo.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD:**

Normas:

- NTP 339.185
- ASTM C-566

Definición:

El contenido de humedad viene dado por la cantidad de agua que posee el agregado en estado natural, se expresa en porcentaje (%). El contenido de humedad es de importancia por cuanto influye en la relación a/c en el diseño de mezclas y esta a su vez determina la trabajabilidad y compactación de la mezcla.

2.2.2.1.3. GRUESA.

I.DEFINICION

Son aquellas piedras que por efecto natural han perdido su aspereza o ángulos.

- Aquellas que a través del tiempo y las condiciones climáticas se han ido desintegrando y perdiendo sus aristas vivas
- Piedras redondeadas pulidas por efecto natural en ríos y canteras.

Se define como agregado grueso el material retenido como mínimo el 95% en el tamiz N° 4(4.75 mm), que proviene de la desintegración natural o mecánica de las rocas; y cumple con lo establecido en la Norma 400.037.²⁰



Ilustración 7. Agregado Grueso

II.CLASIFICACION:

²⁰ UNS, Agregados – Ing. Elena Quevedo Haro, Pág. 14

- **POR SU PROCEDENCIA**

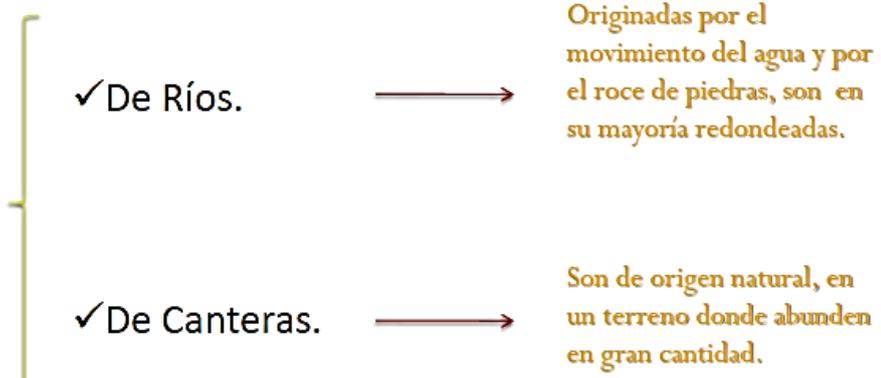


Gráfico 5. Clasf. Del agregado grueso por su Procedencia

- **POR SU TAMAÑO**

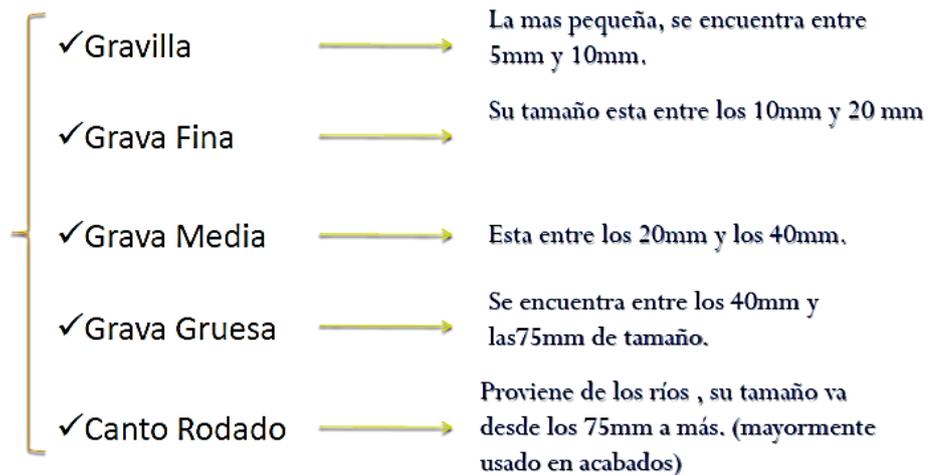


Gráfico 6. Clasificación del agregado Grueso por su Tamaño

IV. PROPIEDADES FISICAS:

- **ANALISIS GRANULOMETRICO:**

Normas:

- NTP 400.012
- ASTM C -136

Definición:

El mismo concepto que el agregado fino, con el empleo de tamices estándar correspondientes.²¹

- **MODULO DE FINURA:**

Normas:

- NTP 400.012
- ASTM C-136

Definición:

El mismo concepto del agregado fino.

Ecuación 3. Determinación del Módulo de finura

	$3'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + 600$
MF (Agregado Grueso) =	$\frac{\quad}{100}$

- **SUPERFICIE ESPECÍFICA:**

Normas:

- NTP 400.012
- ASTM C-136

Definición:

El mismo concepto del agregado fino.

²¹ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 24

- **PESO ESPECÍFICO:**

Normas:

- NTP 400.021
- ASTM C -127

Definición:

El peso específico está dado por la relación del peso de las partículas del agregado grueso, al peso de un volumen igual de agua.

Ecuación 4. Peso específico

$$Pe = \frac{\text{Peso Seco}}{Vs.s.s.}$$

- **PORCENTAJE DE ABSORCION:**

Normas:

- NTP 400.021
- ASTM e -127

Definición:

El mismo concepto del agregado fino.

Ecuación 5. Determinación del porcentaje de absorción

$$\% \text{ Absorción} = \frac{Ps.s.s. - Ps}{Ps} \times 100$$

- **PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO:**

Normas:

- NTP 400.017
- ASTM e-29

Definición:

Es el mismo concepto que del agregado fino. Se distinguen dos tipos de peso unitario P.U.S. y P.U.e. del agregado grueso.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD:**

Normas:

- NTP 339.185
- ASTM C-566

Definición:

El mismo concepto del agregado fino.

- **TAMAÑO MAXIMO NOMINAL Y EFECTIVO DEL AGREGADO:**

Norma:

- NTP 400.027
- ASTM C-33

Definición:

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

- **TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO:**

Norma:

- NTP 400.037
- ASTM C-33

Definición:

El mayor tamaño de partículas de agregado grueso, presentes en cantidad suficiente para afectar las propiedades físicas del concreto es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.

2.2.2.2. CEMENTO.

2.2.2.2.1. DEFINICIÓN

El cemento es una mezcla de yeso, piedra caliza y arcilla, que se tritura y calcina en un horno y después se enfría y se muele para formar un polvo de color gris. Para preparado, se añade agua al polvo de cemento y se amasa hasta conseguir una pasta densa.

La cantidad de agua que se debe añadir al cemento para conseguir la mezcla idónea es aproximadamente la mitad del peso del cemento. A diferencia del yeso y de la cal, el cemento raras veces se usa solo, lo habitual es utilizado en combinación

con otros materiales como arena o cal, formando aglomerados; especialmente, morteros y hormigón. Hay distintas variedades de cemento, que pueden dividirse en naturales y artificiales. El cemento más utilizado en la elaboración del hormigón es el cemento Portland.²²

Tabla 2. Óxidos componentes del cemento y su variación en porcentaje

OXIDO	SIMBOLO	VARIACION (%)
Cal	CaO	60 - 66
Sílice	SiO ₂	19 - 25
Alumina	Al ₂ O ₃	3 - 8
Hierro	Fe ₂ O	1 - 5
Magnesio	MgO	0.5
Trióxido de Azufre	SO ₃	1 - 3

FUENTE: *Materia tecnologías 3º E.S.O, Tema 3 – Materiales de construcción*

2.2.2.2. TIPOS

- Tipo I: No es recomendable en elementos bajo condiciones agresivas de sulfatos, aguas saladas y altas temperaturas. Apropriados para condiciones normales poco severas de ataque de sulfatos, y en general para diferentes tipos de obras que no le exijan propiedad específica, donde hayan demostrado un comportamiento satisfactorio.
- Tipo II: Ofrece resistencias iniciales bajas y resistencias últimas altas. Destinados a obras expuestas a la acción

²² Materia tecnologías 3º E.S.O, Tema 3 – Materiales de construcción, Pág. 10

moderada de sulfatos y cuando se desee moderado calor de hidratación.

- Tipo III: Desarrolla altas resistencias iniciales; en condiciones de altas temperaturas puede presentar dificultades, debido a la rápida velocidad de fraguado; a bajas temperaturas puede ser satisfactorio. Su resistencia última puede ser un poco menor que las resistencias últimas de los cementos Tipo I y II. No posee efectos perjudiciales en secciones delgadas y ofrece ventajas a las mezclas con granulometrías finas.
- Tipo IV: Desarrolla bajo calor de hidratación, por lo que es útil en hormigones masivos donde las condiciones adiabáticas pueden causar problemas serios al hormigón endurecido.
- Tipo V: Ofrece alta resistencia al ataque de sulfatos y posee un tiempo de fraguado promedio. Útil en estructuras sometidas a ambientes marinos y susceptibles al ataque de sulfatos.
- Cemento Portland de escoria de alto horno: La calidad y propiedades de este cemento dependen directamente de las características de la escoria de alto horno. La velocidad de fraguado es lenta y su proceso de curado debe ser minucioso. Su resistencia final es similar a la del cemento

Portland Tipo I. Se recomienda en construcciones marinas o expuestas a sulfatos.

- Cemento Portland puzolánico: Para obtener su resistencia final se requiere mayor tiempo que en los demás tipos de cemento, aunque ello depende de la calidad de la puzolana y de la cantidad de cemento Portland. Provee buenas resistencias al ataque de los sulfatos y otros agentes destructivos como la reacción álcali-agregado. Dependiendo de la fuente de puzolanas, puede significar ahorros en el costo de la mezcla.²³

2.2.2.2.3. NORMA

- NTP 334. 009 2013. Cementos Portland. Requisitos. (ASTMC 150)
- NTP 334. 090 2013. Cementos Portland Adicionados. Requisitos. (ASTMC 595).
- NTP 334. 082 2011. Cementos Portland. Especificación de la Performance. (ASTMC 1157).
- NTP 334. 050 2004. Cemento Portland Blanco. Requisitos. (ASTMC 150).
- NTP 334. 069 2007. Cemento de Albañilería. Requisitos. (ASTMC 091).

²³ Tesis - Ferrocemento: Un acercamiento al diseño sísmico, Pag, 6

2.2.2.3. AGUA.

2.2.2.3.1. INTRODUCCIÓN

Es el catalizador del cemento, el agua presente en la mezcla del concreto reacciona químicamente con el cemento para lograr la formación de gel y permitir que el conjunto de la masa adquiera propiedades que en estado fresco faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma y en estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas. Se usa generalmente agua potable, si no está disponible se podrá usar agua de río, de lago, de afluentes naturales, entre otras, siempre y cuando estén claras, no tengan olor apreciable y cumplan con los requisitos químicos estipulados en la norma **NTP 339.088 y NTP 339.070**: Requisitos de calidad del agua para el concreto.²⁴

²⁴ Manual de preparación y colocación del concreto, SENCICO, Pág. 11

Tabla 3. Efectos del concreto de acuerdo a los componentes del agua

TIPO DE AGUA	EFFECTOS CON SU USO EN CONCRETO
Aguas puras	Acción disolvente e hidrolizaste de compuestos cálcicos del concreto.
Aguas ácidas naturales	Disolución rápida de los compuestos del cemento.
Aguas fuertemente salinas	Interrumpe las reacciones del fraguado de cemento En el curado, disolución de los componentes cálcicos del concreto.
Aguas alcalinas	Produce acciones nocivas para cementos diferentes al aluminio.
Aguas sulfatadas	Son agresivas para concretos fabricados con cemento Portland.
Agua cloruradas	Producen una alta solubilidad de la cal. Produce disolución en los componentes del concreto.
Aguas magnesianas	Tienden a fijar la cal formando hidróxido de magnesio y yeso insoluble. En la mezcla, inhibe el proceso de fraguado del concreto.

FUENTE: Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino

2.2.2.3.2. EL AGUA DE MEZCLA

El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto o al acero. Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano.

El agua de mezcla tiene tres funciones principales:

1. Reaccionar con el cemento para hidratarlo

2. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.

3. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

El agua de mezclado (agua total) siempre es mayor que la requerida para la hidratación del cemento, esto es por razones de trabajabilidad de la mezcla. Normalmente el 28% en peso del mismo. Como consecuencia de lo antes expuesto se tiene: las mezclas con alta relación agua-cemento, contienen más agua sin hidratar (agua libre) que aquellos que tienen baja relación agua-cemento. Esto también influye en la porosidad ya que el agua libre ocupa espacios que luego se transforman en poros capilares. Entonces las mezclas de alta relación agua-cemento es más porosa que las mezclas de baja relación agua-cemento.

Los efectos perniciosos que pueden esperarse del agua de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción en la resistencia, manchas en el concreto endurecido, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, etc.

25

²⁵ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 30 y 31

Son ácidas las disoluciones con pH menores que 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más iones hidrógeno en la disolución). Por otro lado, las disoluciones alcalinas tienen un pH superior a 7.

La norma peruana limita los contenidos perjudiciales en el agua de acuerdo a la norma técnica peruana 339.088 (NTP 339.088).

- Descripción Límites Permisibles: Ph de 5 a 8
 - Sólidos en suspensión 5,000 ppm Máximo.
 - Material Orgánico 3 ppm Máximo.
 - Alcalinidad ((NaHCO)₃) 1,000 ppm Máximo.
 - Sulfatos ((Ion SO)₄) 600 ppm Máximo.
 - Cloruros ((Ion Cl) 1,000 ppm Máximo.
- Aguas no recomendables: Ph fuera del rango establecido en la norma técnica peruana 339.088 (NTP 339.088).
 - Aguas acidas
 - Aguas calcáreas.
 - Aguas provenientes de minas o relaves.
 - Aguas que contengan residuos industriales.
 - Aguas con un contenido de cloruro de sodio mayor del 3%; o un contenido de sulfato mayor al 1%.
 - Aguas que contengan acido húmico u otros ácidos orgánicos,
 - Aguas que contengan azucares o sus derivados.

- Aguas con porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltos, en especial en todos aquellos casos donde sea posible la reacción álcali-agregado.
- Aguas que contengan algas, materias orgánicas, humus, partículas de carbón, turba, azufres o descarga de desagües.

2.2.2.3.3. EL AGUA DE CURADO

Para el agua de curado se exigen los mismos requisitos válidos para el agua de mezcla, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto.

El agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto proviene del curado, representa una fracción solamente del agua total (alrededor de la quinta parte en volumen absoluto), por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que en el caso del agua de mezcla, pudiéndose aceptarse reducidas a la mitad en la mayoría de los casos.

Un factor que incide en esta consideración es que el agua de curado permanece relativamente poco tiempo en contacto con el concreto, pues en la mayoría de las especificaciones el tiempo máximo exigido para el curado con agua no supera los 14 días.

La siguiente tabla muestra los límites permisibles para el agua de mezcla y curado del concreto.²⁶

Tabla 4. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado del concreto

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia Orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos	1000 ppm máximo
Sulfatos	600 ppm máximo
Cloruros	1000 ppm máximo
PH	entre 5 - 8 ppm

FUENTE: Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino

2.2.2.4. ADITIVO.

2.2.2.4.1. DEFINICIÓN

Los aditivos para el concreto se definen, de acuerdo al Comité 116 del Instituto Americano de Concreto (ACI 116), como un material distinto del agua, de agregados, cemento hidráulico y refuerzo de fibra, utilizado como ingrediente de una mezcla de cemento para modificar sus propiedades en estado fresco (trabajabilidad, exudación, bombeabilidad), fragua y estado endurecido (resistencia, permeabilidad, durabilidad, abrasión). Este puede ser añadido al concreto antes o durante el proceso de mezclado. En general, la cantidad de aditivo representa el 1% de la dosificación de la mezcla.²⁷

²⁶ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 31

²⁷ Norma Técnica Peruana NTP 334.088 – Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto

Los aditivos que se usen en el concreto deben someterse a la aprobación de la Supervisión.²⁸

- Debe demostrarse que el aditivo utilizado en obra es capaz de mantener esencialmente la misma composición y comportamiento que el producto usado para establecer la dosificación del concreto de acuerdo con lo especificado.
- El cloruro de calcio o los aditivos que contengan cloruros que no provengan de impurezas de los componentes del aditivo, no deben emplearse en concreto preesforzado, en concreto que contenga aluminio embebido o en concreto construido en encofrados permanentes de acero galvanizado.
- Los aditivos incorporadores de aire deben cumplir con la NTP 334.089.
- Los aditivos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, y reductores de agua y acelerantes, deben cumplir con la NTP 334.088, (ASTM C 1017M).
- Las cenizas volantes u otras puzolanas que se empleen como aditivos deben cumplir con la NTP 334.104.
- La escoria molida granulada de alto horno utilizada como aditivo debe cumplir con (ASTM C 989).

²⁸ Norma E060 Concreto Armado, Pág. 25 y 26

- Los aditivos usados en la fabricación de concreto que contenga cemento expansivo de acuerdo a la NTP 334.156, deben ser compatibles con este cemento y no producir efectos nocivos.
- La microsílíce usada como aditivo debe cumplir con la NTP 334.087.

2.2.2.4.2. CLASIFICACIÓN

- Tipo A - Aditivos reductores de agua: Disminuyen el contenido de agua de la mezcla e incrementan la resistencia.
- Tipo B - Aditivos retardantes: Retardan el fraguado inicial del concreto.
- Tipo C - Aditivos acelerantes: Reducen el tiempo de fraguado inicial del concreto para obtener resistencia temprana alta.
- Tipo D - Aditivos reductores de agua y retardantes: Disminuyen el contenido de agua de la mezcla, incrementan la resistencia y retarda el fraguado inicial del concreto.
- Tipo E - Aditivos reductores de agua y aceleradores: Disminuyen el contenido de agua de la mezcla, incrementan la resistencia y reducen el tiempo de fraguado inicial del concreto.

- Tipo F - Aditivos reductores de agua de alto rango: Reducen el contenido de agua entre 12% y 25% para incrementar la resistencia y disminuir la permeabilidad del concreto.
- Tipo G - Aditivos reductores de agua de alto rango y retardante: Reducen el contenido de agua entre 12% y 25% para incrementar la resistencia, disminuye la permeabilidad del concreto y retarda el fraguado inicial del concreto.

2.2.3. DISEÑO DEL CONCRETO.

2.2.3.1. DEFINICIÓN

Cuando se habla de diseño de mezclas nos estamos refiriendo, a la necesidad de conocer y determinar la dosificación de cada uno de los materiales que intervienen en una mezcla de concreto. Siendo el concreto un elemento que en su fase inicial es una mezcla plástica, que luego se transforma en una estructura sólida y resistente, cuyas características dependen de la dosificación de cada uno de sus componentes, entonces debemos determinar las cantidades relativas de materiales a ser usados en las mezclas de concreto; a fin de que dicha mezcla sea optima tanto en su fase sólida como en la fase endurecida y cumpla los requerimientos de cada proyecto.

Esta dosificación o proporciónamiento puede realizarse mediante dos tipos de diseño.

- Diseños empíricos
- Diseños técnicos

Los diseños empíricos están basados en la experiencia; generalmente se usan en obras pequeñas y son las más comunes en uso.

Los diseños técnicos están basados en métodos ya establecidos; en los cuales se debe de conocer y determinar en forma experimental en laboratorio cada una de las propiedades de los materiales a emplearse, se considera también el costo, requisitos de buen acabado y colocación del concreto y principalmente deben de cumplir con las propiedades en estado fresco(asentamiento, peso unitario, contenido de aire, fluidez, exudación y tiempo de fraguado) como también en estado endurecido(resistencia, durabilidad, etc). Para la presente investigación se realizará este último tipo de diseño. Un concreto es calificado de buena o mala calidad, de acuerdo a su resistencia en compresión ($f'c$) ya que este parámetro es de vital importancia ya que sobre el descansan teorías de diseño actual.²⁹

2.2.3.2. PASOS Y NORMATIVAS PARA DISEÑO DE CONCRETO

2.2.3.2.1. SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño especificada por el ingeniero proyectista. La diferencia

²⁹ Tesis de la UNI, variación del módulo de finura del agregado fino, Pág. 43

entre ambas resistencias está dada y se determina en función del grado de control de la uniformidad y de la calidad del concreto realizado por el contratista y la inspección.³⁰

2.2.3.2.2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO

La Norma **NTP 400.037** define al "Tamaño Máximo" como aquel que "corresponde" al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. La norma **NTP 400.037** define al "Tamaño Máximo Nominal" como aquel que "corresponde" el menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

La **Tabla N°5** presenta las curvas granulométricas que corresponde a tamaños máximos nominales comprendidos entre 2" y 3/8". Esta tabla corresponde a la clasificación de la norma **ASTM C 33**.³¹

Tabla 5. Selección del tamaño máximo nominal

Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
2"	95-100	...	35-70	...	10-30	...	0.5	...
1 1/2"	100	95-100	...	35 - 70	...	10-30	0.5	...
1"	...	100	95 - 100	...	25 - 60	...	0.5	0.5
3/4"	...	...	100	90 - 100	...	20 - 55	0.5	0.5
1/2"	...	...	...	100	90 - 100	40 - 70	0.5	0.5
3/8"	...	...	...	...	100	85 - 100	0.5	0.5

FUENTE: Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.74

³⁰ Libro de diseño de mezcla, Rivva,2007, Pág. 57

³¹ Libro de diseño de mezcla, Rivva,2007, Pág. 73 - 74

2.2.3.2.3. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

La determinación del asentamiento de las mezclas de concreto, empleando el método del cono de Abrams, se efectuará siguiendo las recomendaciones de la Norma **NTP 39.035** o **ASTMC 143**. Se seguirá alguno de los siguientes criterios:

El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre tres y cuatro pulgadas (75mm a 100mm) si la consolidación es por vibración y de cinco pulgadas o menor (125mm o menos) si la compactación es por varillado. Se seleccionará el valor más conveniente empleando la Tabla N° 6 preparada por el Comité 211 del ACI. Los rangos indicados en esta tabla corresponden a concretos consolidados por vibración. Deberá emplearse mezclas de la mayor consistencia compatible con una adecuada colocación.³²

Tabla 6. Selección de Asentamiento

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatos y muros de cimentación armados.	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras.	3"	1"
Vigas y muros armados.	4"	1"
Columnas de edificios.	4"	1"
Losas y pavimentos.	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

FUENTE: Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.75-77

³² Libro de diseño de mezcla, Rivva,2007, Pág. 75 - 77

2.2.3.2.4. SELECCIÓN DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora por unidad cúbica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado esta al estado seco.

No presentándose generalmente el agregado al estado seco, la cantidad de agua seleccionada deberá posteriormente ser corregida en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado.³³

La **Tabla Nº 7** ha sido preparada en base a las recomendaciones del comité 211 del ACI. Ella permite seleccionar el volumen unitario de agua, para agregados al estado seco, en concretos preparados con o sin aire incorporado.

La **Tabla Nº 8** ha sido preparada, en su oportunidad, por el departamento de concreto del laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Esta tabla permite calcular el volumen unitario de agua, tomando en consideración, además de la consistencia y el tamaño máximo nominal del agregado, el perfil del mismo.

³³ Libro de diseño de mezcla, Rivva,2007, Pág. 79 - 83

Tabla 7. Volumen Unitario de Agua

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

FUENTE: Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.82

Tabla 8. Volumen Unitario de Agua

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen unitario de agua, expresado en l/m ³ para los asentamientos y perfiles de agregados grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

FUENTE: Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.83

2.2.3.2.5. SELECCIÓN DE CONTENIDO DE AIRE

Las burbujas de aire pueden estar presentes en la pasta como resultado de las operaciones propias del proceso de puesta en obra, en cuyo caso se le conoce como aire atrapado o aire natural; o pueden encontrarse en la mezcla debido a que han sido intencionalmente incorporadas a ella, en cuyo caso se les conoce como aire incorporado.³⁴ a determinación del contenido total de

³⁴ Libro de diseño de mezcla, Rivva, 2007, Pág. 85 - 90

aire podrá efectuarse de acuerdo a los requisitos de las **Normas ASTM C 231, C 173 o C 138.**

La norma **ASTM C 94** para concretos premezclados.

Tabla 9. Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

FUENTE: Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.89

Tabla 10. Contenido de Aire Incorporado y Total

Tamaño Máximo Nominal	Contenido de Aire Total %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.5
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

FUENTE: Rivva, Diseño de Mezclas, 2007, pag.89

2.2.3.2.6. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

La relación agua- cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las tablas, refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de

saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua.³⁵

Tabla 11. Relación agua - cemento por Resistencia

f'c (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

FUENTE: Rivva, *Diseño de Mezclas*, 2007, pag.95

2.2.3.3. ELABORACION METODO ACI.

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en tablas, permiten obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica de concreto.

Este procedimiento utilizado en la presente tesis de investigación es aplicable a concretos de peso normal y a las condiciones que para cada una de las tablas se indican en ellas.

La estimación de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cubica de concreto implica una secuencia cuyo cumplimiento permite, en función de las características de los

³⁵ Libro de diseño de mezcla, Rivva,2007, Pág. 91

materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo que se efectuara.³⁶

El documento ACI 211.1 describe el procedimiento de mezclas en los siguientes pasos.³⁷

- a. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia especificada.
- b. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento.
- d. Selección del volumen unitario del agua (tabla).
- e. Selección del contenido de aire (tabla).
- f. Selección de la relación agua – cemento por resistencia y durabilidad (tablas).
- g. Determinación del factor cemento.
- h. Determinación del contenido de agregado grueso (tablas)
- i. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso.
- j. Determinación del volumen absoluto de agregado fino.
- k. Determinación del peso seco del agregado fino.
- l. Determinación de los valores de diseño de cemento, agua, aire, agregado fino, y agregado grueso.

³⁶ Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 24

³⁷ Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 24 - 25

2.2.4. CURADO DEL CONCRETO.

2.2.4.1. DEFINICIÓN

El curado, según el ACI 308 R, es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y desarrolla sus propiedades mecánicas típicas del material en estado endurecido.

El curado puede definirse también como el conjunto de acciones cuyo objetivo es proveer las condiciones adecuadas para la hidratación del cemento en concretos y morteros.

Existen numerosas definiciones de curado en relación con la tecnología del concreto, pero la mayoría de ellas tratan con principios y requisitos básicos que son similares en muchos aspectos.³⁸

2.2.4.2. NORMATIVA

La norma que se emplea para el curado del concreto es la E060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, en la cual se dan pautas para curar el concreto sin especificar el tipo de estructura, las cuales son:³⁹

- La temperatura del concreto al ser colocado no deberá ser tan alta como para causar dificultades debidas a pérdida de asentamiento, fragua instantánea o juntas frías. Además, no deberá ser mayor de 32° C.

³⁸ Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 37

³⁹ Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 39

- La temperatura de los encofrados metálicos y el acero de refuerzo no deberá ser mayor de 50° C.
- El concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y permanentemente húmedo por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).
- El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de 10° C y permanentemente húmedo por lo menos los 3 primeros días
- El curado por vía húmeda podrá ser sustituido por cualquier otro medio de curado, siempre que se demuestre que la resistencia a la compresión del concreto, en la etapa de carga considerada, sea por lo menos igual a la resistencia de diseño requerida en dicha etapa de carga. Así mismo, el procedimiento de curado debe ser tal que produzca un concreto con una durabilidad equivalente al menos a la que se obtendría efectuando el curado húmedo.

NTP 339.224:2009 HORMIGON (concreto). Compuestos líquidos formadores de membranas que tiene propiedades especiales para el cuadro y sellado del concreto.

NTP 339.224:2009 HORMIGON (concreto). Método de ensayo para determinar la retención de agua en compuestos líquidos formadores de membranas para el curado del concreto.

ASTM C31-03 (Método de fabricación y curado de

Especímenes de prueba de concreto realizados en el campo.)

ASTM C 192-02 (Práctica estándar para hechura y curado de especímenes de prueba en el laboratorio)

ASTM C 156-02 (Método para retención de agua para materiales de curado del concreto.

2.2.4.3. TIPOS DE CURADO.

La retención de humedad puede ser alcanzada por diversos métodos los cuales permiten mantener cierto nivel de humedad en el concreto, que a continuación detallaremos:

2.2.4.3.1. CURADO CON AGUA

El curado con agua por inundación o inmersión, es aquel que produce los mejores resultados, por lo tanto, es el más eficiente, la desventaja de este método es que solo es aplicable a determinadas estructuras, por ejemplo, pavimentos, losas, etc.

Este curado deberá solo ser empleada en áreas de losa sin juntas o donde el agua es positivamente confinada por presas que prevengan la inundación de la base granular o saturen la sub base o sub rasante, esto es necesario para limitar el potencial alabeo.

El agua usada para el curado deberá ser similarmente cercana a la temperatura del concreto en el momento de su aplicación. Su ejecución mediante el empleo de aspersores, pero tiene por

inconveniente de que la intermitencia o la aplicación ocasional, pueden conducir a un curado deficiente.⁴⁰

2.2.4.3.2. CURADO CON AGUA CALIENTE.

El método del agua caliente satisface las condiciones de sencillez y proporciona resultados dentro de 36 horas. Inicialmente se aplicó agua a 35°C; el incremento de la resistencia fue relativamente pequeño. Más tarde la temperatura aplicada fue de 55°C y así quedó aceptado por el Comité Británico de Ensayos Acelerados.

En el método con agua hirviendo, las probetas y sus moldes se sumergen en agua calentada previamente a 60°C; a continuación, se hace hervir el agua durante 7 horas. Seguidamente se extraen las probetas y, después de enfriarlas durante 1 hora, se las rompe a compresión.

El método se ha modificado colocando las probetas en agua hirviendo manteniendo la ebullición durante 3 horas y media; luego se enfrían durante 1 hora y se rompen a compresión.⁴¹

⁴⁰ Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 51

⁴¹ Ensayos acelerados de resistencia a compresión, R. Krishna, Pág. 72

Tabla 12. Características de los procedimientos de curado acelerado

Procedimiento	Moldes	Origen de la resistencia por curado acelerado	Temperatura de Curado Acelerado °C	Inicio del tiempo del curado acelerado	Duración del Curado Acelerado	Duración del Ensayo
Procedimiento 1	Reutilizables o de uso simple	Calor de Hidratación	35	Inmediatamente después del vaciado	23.5h ± 30 min	24 h ± 30 min
Procedimiento 2	Reutilizables o de uso simple	Agua Hirviendo	Ebullición del Agua	23 h ± 30 min después del vaciado	3.5 h ± 30 min	28.5h ± 30 min
Procedimiento 3	Un solo uso	Calor de Hidratación	Temperatura inicial del concreto, incrementada por el calor de hidratación	Inmediatamente después del vaciado	48 h ± 30 min	49h ± 30 min
Procedimiento 4	Reutilizables	Presión y calor externos	150	Inmediatamente después del vaciado	5 h ± 30 min	5.25h ± 30 min

FUENTE: I.N.V.E - 412 ensayo de fabricación, curado acelerado y resistencia a la compresión de especímenes de concreto

I. PROCEDIMIENTOS

- Preparación de los especímenes de ensayo – Se moldean los especímenes tal como lo establece la norma ASTM C31/C 31M.⁴²
- Curado – Si es necesario se cubre la parte superior de los especímenes con una placa rígida para prevenir la pérdida del mortero en el baño de agua.
Inmediatamente después del moldeado se colocan los especímenes de concreto en el tanque de curado (Nota 5). Se mantiene el agua durante el tiempo de inmersión y del período de curado a una temperatura de $35^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ellos pueden ser almacenados horizontalmente, de lo contrario se almacenan verticalmente en el tanque de curado.

⁴² .N.V.E – 412, ensayo de fabricación, curado acelerado y resistencia a la compresión de especímenes de concreto, Pág. 6

Durante el tiempo de curado se registra la temperatura del agua de forma continua o periódicamente.

Después de un tiempo de curado de $23.5 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$, se retiran los especímenes del tanque y se remueven de los moldes.⁴³

- Refrentado y Ensayo: Se refrentan los bordes de los especímenes que no sean planos o que tengan una desviación con respecto a la perpendicularidad del eje central de más de 0.5° (aproximadamente el equivalente a 10 mm/m). 9.1.3.2 Para adherir capas se usa un material de refrentado que desarrolle, en un tiempo de 30 min una resistencia igual o mayor que la resistencia de los especímenes de prueba.

Si se han de adherir más capas no se debe probar el espécimen antes de 30 min después de refrentado.

Se ensayan los especímenes en un tiempo de $24 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$.

44

2.2.4.3.3. CURADO CON GEOTEXTIL

Estos tejidos mantienen la humedad en superficies tanto verticales como horizontales, pero deben ser humedecidos periódicamente, con el riesgo de que si no se mantiene el nivel de

⁴³ .N.V.E – 412, ensayo de fabricación, curado acelerado y resistencia a la compresión de especímenes de concreto, Pág. 6

⁴⁴ .N.V.E – 412, ensayo de fabricación, curado acelerado y resistencia a la compresión de especímenes de concreto, Pág. 7

humedad el curado es deficiente. Además, presentan el problema de absorber, eventualmente, el agua útil del concreto. Deben traslaparse adecuadamente y con holgura y se debe colocar sobre sus extremos arena o bolsas con tierra u otro material pesado que impida que el viento los desarregle y descobije porciones del elemento de concreto.

Es un geotextil no tejido de polipropileno, conformado por un sistema de fibras, punzonado por agujas, conformando una capa con buenas características mecánicas e hidráulicas la cual proporciona protección al concreto.⁴⁵

2.2.4.3.4. CURADO QUIMICO

Es una emulsión líquida que cuando es aplicada con un pulverizador sobre concreto fresco desarrolla una película impermeable y sellante de naturaleza microcristalina, estos ofrecen una protección contra la rápida evaporación debido a la acción del sol y viento, por lo tanto, previene el desarrollo de fisuras superficiales en la mezcla.

Los compuestos líquidos de curado que forman membrana deben cumplir las especificaciones de la Norma ASTM C 30935. Entre las materias primas que normalmente se usan en la fabricación de compuestos de curado se pueden citar: ceras, resinas, caucho clorado y disolventes altamente volátiles. Dichos compuestos

⁴⁵ Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 52

deben estar diseñados de tal manera que formen un sello poco tiempo después de haber sido aplicados; además, no deben reaccionar con la pasta de cemento.⁴⁶

2.2.5. RESISTENCIA A LA COMPRESION.

2.2.5.1. DEFINICIÓN

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) para una estructura determinada.

Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de la elaboración de cilindros, se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras, permitiendo programar las operaciones de construcción, tales como remoción de formaletas (cimbras) o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura.

⁴⁶ Tesis de la UNI, análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas, Pág. 53

Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad, se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas curadas de manera estándar según la norma ASTM C31 Práctica Estándar para Elaborar y Curar Probetas de Ensayo de Concreto en Campo/ **NTP 339.033**.

Para estimar la resistencia del concreto in situ, la norma **ASTM C31** fórmula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo con la **ASTM C39**, Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto / **NTP 339.034**

Un resultado de prueba es el promedio de por lo menos 2 pruebas de resistencia curadas de manera estándar o convencional, elaboradas con la misma muestra de concreto, y sometidas a ensayo a la misma edad.

En la mayoría de los países la edad normativa en la que se mide la resistencia mecánica del concreto es la de 28 días, aunque hay una tendencia para llevar esa fecha a los 7 días. Es frecuente determinar la resistencia mecánica en periodos de tiempo distinto a los de 28 días, pero suele ser con propósitos meramente informativos. Las edades más usuales en tales casos pueden ser: 1, 3, 7, 14, 90 y 360 días. En algunas ocasiones y de acuerdo a las características de la obra, esa determinación no es solo informativa, si no normativa, fijado así en las condiciones contractuales.

Al diseñar una estructura, los constructores se valen de la resistencia especificada, $f'c$, y especifican que el concreto cumpla con el requerimiento de resistencia estipulado en los documentos del contrato del trabajo. La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de manera tal que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia. Para cumplir con los requerimientos de resistencia de una especificación de trabajo, se aplican los siguientes 2 criterios de aceptación: El promedio de 3 ensayos consecutivos es igual o supera a la resistencia especificada, $f'c$.

Ninguno de los ensayos de resistencia deberá arrojar un resultado inferior a $f'c$ en más de 500 psi (3.45 MPa); Resulta importante comprender que una prueba individual que caiga por debajo de $f'c$ no necesariamente constituye un fracaso en el cumplimiento de los requerimientos del trabajo. Cuando el promedio de las pruebas de resistencia de un trabajo caiga dentro de la resistencia promedio exigida, $f'cr$, la probabilidad de que las pruebas de resistencia individual sean inferiores a la resistencia especificada es de aprox. 10% y ello se tiene en cuenta en los criterios de aceptación.

Para finalizar, la velocidad de ganancia de resistencia mecánica del concreto, depende de numerosas variables y resultan muy diferentes entre unos y otros tipos de concreto. De esas variables, la más importante puede ser la composición química del cemento,

la finura, la relación agua-cemento, la calidad intrínseca de los agregados, las condiciones de temperatura ambiente y la eficiencia del curado.⁴⁷

Tabla 13. Condiciones y procedimientos normalizados para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto

ESPECIFICACIONES, MÉTODOS DE PRUEBA Y PRÁCTICAS USUALES	DESIGNACIONES	
	ASTM	NTP
Para especímenes de laboratorios: - Elaboración y curado en laboratorio de especímenes de concreto de prueba	C 192	339.183
Para especímenes en obra: - Elaboración y curado en el campo, de especímenes de concreto de prueba	C 31	339.033
Para especímenes de laboratorio y obra: - Resistencia a compresión de cilindros de concreto colados en el lugar, en moldes cilíndricos - Método de ensayo normalizado para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto	C 873 C 42	339.059
Para uso común en todos los casos: - Moldes para colar verticalmente cilindros de concreto de prueba - Gabinetes y cuartos húmedos, y tanques de almacenamiento de agua, para ensayos de cemento y concreto hidráulicos - Cabeceo de especímenes cilíndricos de concreto - Resistencia a compresión de cilindros de Concreto	C 470 C 511 C 617 C 39	334.077 339.037 339.034

FUENTE: UNAM, 1994

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Agregado:** Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con

⁴⁷ Libro Anual de Normas ASTM, Vol 04.02, ASTM, West Conshohocken, PA, www.astm.org

un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.
(Norma E.060 del RNE 2014)

- **Agregado fino:** Proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8”). (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Asentamiento del Concreto:** Es la diferencia entre la altura del recipiente que sirve de molde de una probeta de concreto fresco y la de la probeta fuera del molde, medida en el eje y expresada en pulgadas. (Absalón y Salas 2008)
- **Cemento portland:** Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Cohesividad:** Aptitud que tiene el concreto para mantenerse con una masa estable y sin segregación. (Instituto del Concreto de 1997)
- **Concreto:** Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivo. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Diseños de concreto:** Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto. (Absalón y Salas 2008)

- **Relación agua/cemento:** Es el cociente entre el peso del contenido de agua libre de mezclado y el de cemento en una mezcla dada. (Absalón y Salas 2008)
- **Resistencia especificada a la compresión del concreto (f'_c):** Resistencia a la compresión de la concreta empleada en el diseño y resistencia guía. (Norma E.060 del RNE 2014)
- **Tamaño máximo nominal:** Es la abertura del tamiz de malla menor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% del agregado. (Absalón y Salas 2008)
- **Testigos de concreto:** Especímenes que sirven para determinar por lo general las resistencias mecánicas del concreto y llevar el control de calidad del mismo. (Absalón y Salas 2008)
- **Trabajabilidad:** Es la mayor o menor facilidad que presenta un concreto o mortero de ser mezclado, transportado y colocado. (Absalón y Salas 2008)

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Es probable que al aplicar el método de curado acelerado con agua caliente en el tiempo indicado en la norma (NTP 339.213), se incrementen la resistencia a la compresión de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, dando resultados efectivos comparados con los resultados de curado estándar a 28 días.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El procedimiento del curado por método de agua caliente, según la N.T.P. 339.213. Tiene una influencia, la cual es directamente proporcional a la temperatura del agua.
- La influencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, respecto a la resistencia a la compresión; en las edades de 7, 14 y 28 días, es evidente dentro del desarrollo de la resistencia.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

X= Curado acelerado con agua caliente

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Y= Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

$$X = f(Y)$$

Tabla 14. Operatividad de las Variables

VARIABLE		INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Independientes	Curado acelerado con agua caliente	<ul style="list-style-type: none">• Resistencia a la compresión axial a los 07 días.• Resistencia a la compresión axial a los 14 días.• Resistencia a la compresión axial a los 28 días.• Temperatura• Estado del concreto (Fresco y Endurecido)	Por medio de encuestas

		<ul style="list-style-type: none"> • Sistema constructivo del concreto (Usual o Prefabricado) • Uso del concreto • Elementos del concreto (Verticales o Horizontales) 	
Dependientes	Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de agregados • Tipo de cemento • Resistencia del concreto • Dimensión del elemento prefabricado • Rotura del concreto • Diseño de mezcla • Propiedades físicas del concreto 	Por medio de encuestas

FUENTE: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- a) **SEGÚN SU FINALIDAD:** Investigación Aplicada porque vamos a resolver problemas prácticos como la influencia del curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia del concreto.

- b) **SEGÚN SU CARÁCTER:** Investigación Descriptiva porque se va a describir fenómenos a través de la observación; Investigación correlacional porque vamos a conocer la relación del curado acelerado por el método de agua caliente y la resistencia a la compresión del

concreto; Investigación Explicativa porque se va a explicar los fenómenos que ocurren.

- c) SEGÚN SU NATURALEZA: Investigación Cuantitativa porque se va a recopilar datos para probar la hipótesis.
- d) SEGÚN SU ALCANCE TEMPORAL: investigación transversal porque se va a estudiar la resistencia del concreto.
- e) SEGÚN LA ORIENTACIÓN QUE ASUME: investigación orientada al descubrimiento porque vamos a interpretar y comprender fenómenos.

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de tesis tiene el método estadístico descriptiva la cual nos permite organizar y clasificar los resultados obtenidos en la medición, revelándose a través de ellos las propiedades, relaciones tendencias del fenómeno.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la presente investigación es No Experimental, transaccional ya que en esta investigación se recolectarán datos en un solo momento y en un tiempo único.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Se considera como población a las probetas de concreto que se puedan elaborar, teniendo en cuenta el curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia del concreto.

3.4.2. MUESTRA

Se considera muestra a los 23 especímenes de concreto elaboradas en el laboratorio, las cuales son distribuidas de acuerdo al cuadro:

Tabla 15. Tamaño de la Muestra

DESCRIPCIÓN	Tamaño de la muestra (Numero de especímenes)					
	Curado Acelerado			Curado Estándar		
	3.5 hrs.	7hrs.	12 hrs.	7	14	28
PATRON	-	-	-	1	1	3
T1 - 2h±10min	3	3	3	-	-	-
T2 - 7h a más	3	3	3	-	-	-
TOTAL	6	6	6	1	1	3
	23					

FUENTE: Elaboración Propia

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. TECNICAS.

Se realizó a través de la aplicación de hojas de cálculo (Excel), proporciones y procedimientos establecidos en las normas:

- ASTM C 33: Especificación Normalizada de Agregados para concreto.
- ASTM C 150: Especificación Normalizada para Cemento Portland.

3.5.2. INSTRUMENTOS DE LABORATORIO.

Los instrumentos a utilizar están de acuerdo a las normas aplicados anterior mencionado.

- Tamices standard para el análisis granulométrico (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, No16, N°30, No50, No 100 y N° 200).

- Balanza electrónica con aproximación adecuada.
- Probeta graduada de un litro.
- Herramientas: palanas, badilejo, balde, cucharón, enrazador, reglas graduadas, calibrador, etc.
- Cono de Abrahams, varilla de hierro de 60 cm. De largo y 5/8" de diámetro, semi redondeada en un
- Neopreno
- Prensa Hidráulica, para la rotura de probetas a compresión
- Deflectómetro, para medir el esfuerzo vs Deformación
- Cocina eléctrica.
- Termómetro
- Baño Maria ⁵⁰.



Ilustración 5. Juego de tamices
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 6. Balanza de precisión
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 7. Molde cilíndrico – Mezcladora (trompito)
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 8. Bandejas metálicas
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 9. Equipo para peso específico
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 10. *Horno eléctrico*
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 11. *Baño María*
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 125. Máquina compresora
Fuente: (Fuente Propia).

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. TÉCNICAS

Técnica descriptiva.

3.6.2. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.

El instrumento de investigación es basado a los resultados obtenidos en el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

3.7. TRATAMIENTO ESTADISTICO

El tratamiento estadístico a emplearse en mediante la estadística descriptiva, por lo cual será necesarios la aplicación del Programa de Aplicación Excel.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Una vez planteada la hipótesis, el mismo fue validado mediante los análisis realizados, a través de cuadros estadísticos en donde se observa el resultado obtenido de cada ensayo y las respectivas comparaciones.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA

En la presente tesis para obtención de grado profesional, se hace realizo en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, cuyo resultado es basado en el control de la temperatura del curado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO

4.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA – ZONA DE ESTUDIO



Ilustración 136. Mapa de Localización de la Provincia de Pasco
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>



Ilustración 14. Mapa de Localización de Zona del distrito de la Ciudad de Pasco
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

4.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA - CANTERA

Los agregados Gruesos que se producen en la cantera de Vicco son ideales para todo tipo de construcción, el lavado mediante mangueras y motobomba garantiza la calidad del agregado. Hoy en día la cantera de Vicco abastece a gran parte de las construcciones que se realizan en la provincia de Cerro de Pasco abarcando en el mercado cada día más.

Ubicación Política

- Región : Pasco
- Provincia : Pasco
- Distrito : Vicco
- Lugar : Vicco

Ubicación Geográfica

Tabla 16. Ubicación UTM - Cantera Vicco - Agregado Grueso

Este	Norte	Altura
360497.27	8799482.75	4114

Acceso

Esta cantera se encuentra a 10 min de la carretera Huayllay – Pasco, esta corta distancia le da accesibilidad rápida a la ciudad de Cerro de Pasco y a la vez a distintos distritos de la ciudad. Para llegar a la ciudad de Cerro de Pasco se toma la siguiente ruta:

- Salir de la cantera de Vicco por una carretera a nivel de trocha hasta empalmar con la vía asfaltada variante Vicco – Huayllay.
- Seguir por la vía variante Vicco – Huayllay hasta alcanzar la carretera central.
- Seguir por la carretera central hasta llegar al cruce de Huánuco.
- Desde el cruce de Huánuco tomar el desvío hacia la ciudad de Cerro de Pasco.
- Desde la ciudad de Cerro de Pasco se puede tomar los diferentes caminos para llegar a otros distritos.

Área de explotación

- 300 hectáreas aproximadamente.

Tiempo de producción

- 08 años aproximadamente.

Proceso de explotación

- Se efectúa un corte en la superficie del terreno con cargador frontal para retirar el material orgánico.
- Se realiza el corte del material con cargador frontal.
- Se traslada el material con cargador frontal y volquete a la zona de lavadero para eliminar impurezas.
- Se realiza el proceso de zarandeo con bote (equipo de zarandeo de diferentes tamaños) y agua para clasificar el material según la demanda del mercado.
- Se manda hacer ensayos a laboratorios para garantizar la calidad del material.

4.1.3. ESTUDIO DE LOS AGREGADOS

4.1.3.1. AGREGADO FINO.

4.1.3.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Son las diferentes características propio a cada tipo de agregado, lo que nos da una serie de requisitos para el agregado (agregado fino) con el objeto del diseño de mezcla para la fabricación del concreto.

- **Peso Unitario (NTP 400.017)**

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre las partículas influye la forma de acomodo de estos.

El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C-29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa.

- **Peso Específico (NTP 400.022)**

Es el cociente de dividir el peso de las Partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellos.

Las normas establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación.

- **Porcentaje de Absorción (NTP 400.022)**

Es el contenido de Humedad en el estado superficialmente seco del material, debido a sus características tales como la porosidad, permeabilidad, etc.

- **Granulometría (NTP 400.012) (ASTM C-33)**

El análisis granulometría es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños dentro de los límites indicados en la norma con valores retenidos en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100. En este caso para el agregado fino.

- **Contenido de Humedad (ASTM C-566)**

Es la cantidad de agua que posee el agregado en su estado natural y en un tiempo determinado.

- **Superficie Específica**

Se define como el área superficial total de las partículas de agregados, referida al peso o al volumen.

Se asume generalmente para fines de cálculo y simplificación que todas las partículas son de forma esférica.

Si bien no es tan práctica en su aplicación, es importante desde el punto de vista que permite comprender conceptualmente varias relaciones y propiedades entre los agregados y la pasta de cemento.

- **Módulo de Finura (NTP 400.021)**

Se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el Tamiz N° 100 y esta cantidad se divide entre 100.

- **Cantidad de Material que pasa la Malla N° 200 (NTP 400.018)**

Es la cantidad de contenido de polvo que se pueden presentar en el agregado y que pasa el Tamiz N°200.

Tiene importancia en la adherencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia.

Se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse realizando un buen diseño de mezcla.

4.1.3.2. AGREGADO GRUESO

Agregado Grueso, es aquel que queda retenido en el Tamiz No 4 y proviene de la desintegración natural o mecánica de rocas. (NTP 400.037).

4.1.3.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Peso Unitario (NTP 400.017)

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre las partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C-29 y NTP 400.017.

Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa.

Peso Específico (NTP 400.021)

LA (NTP 400.021), establece un método de ensayo para determinar el peso específico, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas en agua) del agregado grueso. Pero para

calcular el peso específico es necesario previamente seleccionar el material mediante un procedimiento de cuarteo del agregado utilizando los materiales opuestos y desechando los otros dos.

Porcentaje de Absorción (NTP 400.021)

Es el contenido de humedad en el estado saturado superficialmente seco del agregado, ello debido a diversas características como: porosidad, permeabilidad, etc.

Granulometría (NTP 400.012)

Es la distribución continua por tamaños de las partículas de los agregados.

Tamaño Máximo (NTP 400.037)

Corresponde al menor tamiz por la que pasa toda la muestra de agregado.

Tamaño Máximo Nominal (NTP 400.037)

Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido.

Módulo de Finura (NTP 400.012) (ASTM C-138)

Se obtiene de la tabla No 2.3 del ensayo granulométrico del agregado grueso.

Contenido de Humedad (ASTM C-566)

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla.

4.1.4. DISEÑO DEL CONCRETO.

Los métodos de dosificación de mezclas están basados fundamentalmente por aspectos técnicos lo cual nos permiten tener disponibilidad de materiales por sus costos y requisitos de acabado y colocado de concreto del mismo modo si consideramos las propiedades al estado endurecido como resistencia, durabilidad e inalterabilidad de volumen.

Dentro de los métodos técnicos existentes contamos con:

- El Método del ACI
- El método del Agregado Global
- El Método del Peso Unitario

4.1.4.1. CRITERIOS DE DISEÑO

Es necesario enfocar el concepto del diseño de mezcla para producir un buen concreto tan económico como sea posible, que cumpla con los requisitos requeridos para el estado fresco (mezclado, transporte, colocación, compactado y acabado, etc.) y en el estado endurecido (la resistencia a la compresión y durabilidad, etc.).

En general, se piensa que todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia, en muchos casos, es en función de ella que se las califica. Sin embargo, debe siempre recordarse al diseñar una mezcla de concreto que muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades.

Es usual suponer que el diseño de mezcla consiste en aplicar ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras, lo cual está muy alejado de la realidad, ya que es en esta etapa del proceso constructivo cuando resulta primordial la labor creativa del responsable de dicho trabajo y en consecuencia el criterio personal. Finalmente debemos advertir que la etapa del diseño de mezclas de concreto representa sólo el inicio de la búsqueda de la mezcla más adecuada para algún caso particular y que esta, necesariamente deberá ser verificada antes de convertirse en un diseño de obra.

Conseguir una mezcla con un mínimo de pasta y volumen de vacíos o espacios entre partículas y consecuentemente cumplir con las propiedades requeridas es lo que la tecnología del concreto busca en un diseño de mezcla.

La selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto deberá permitir que alcance a los 28 días o a la edad seleccionada, la resistencia en compresión promedio elegida.

4.1.4.1.1. PROCEDIMIENTO

El presente procedimiento de diseño de mezclas de concreto comprenderá una secuencia de pasos lógicos que fueron verificados, evaluados y corregidos en el laboratorio mediante mezclas de prueba.

- Selección del Asentimiento.
- Selección del Tamaño Máximo Nominal.
- Determinación de la Cantidad de Agua de Mezclado y Contenido de Aire.
- Selección de la Relación Agua/Cemento.
- Determinación del Contenido de Cemento.
- Selección de la Relación de Agregado Fino-Agregado Grueso.
- Selección de la Relación Agua/Cemento.
- Determinación de los Pesos Secos de los Agregados.
- Numero de Diseños.
- Ajustes en la Mezcla de Prueba.

4.1.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.

El ensayo de resistencia a la compresión se llevó a cabo a las edades de 7, 14 y 28 días de elaborada por el diseño, para el caso de los

especímenes curados por el método estándar, los cuales fueron el grupo de control y para los especímenes curados con el método B de la NTP 339.213 a tiempos de curados de 3.5, 7 y 12 horas con dos tiempos de enfriamiento, estos especímenes fueron los grupos experimentales (T).

En el ensayo se midió el diámetro, altura y peso de cada espécimen; así como las deformaciones, tiempo que duro el ensayo, la carga ultima de rotura y el tipo de falla.

4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.2.1. ESTUDIO DE LOS AGREGADOS

○ CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO Nº 01	3.30%
ENSAYO Nº 02	3.37%
ENSAYO Nº 03	3.37%
PROMEDIO	3.35%

Tabla 17. Contenido de Humedad de Agregado Fino
Fuente: Propia.

ENSAYO Nº 01	1.02%
ENSAYO Nº 02	0.94%
ENSAYO Nº 03	0.94%
PROMEDIO	0.97%

Tabla 18. Contenido de Humedad de Piedra Chancado
Fuente: Propia.

○ GRANULOMETRÍA

PROMEDIO							
DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA AGREGADO FINO					1	:	2500 g
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	M1 P. RETENIDO	M2 P. RETENIDO	M3 P. RETENIDO	PROMEDIO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Nº 4	4.750	457.00	486.00	484.00	475.67	80.98	Tamaño maximo = ----
Nº 8	2.380	609.00	628.00	628.00	621.67	56.11	Tamaño Maximo Nominal = ----
Nº 16	1.190	475.00	465.00	465.00	468.33	37.37	Modulo de Fineza = 3.98
Nº 30	0.595	440.00	429.00	429.00	432.67	20.07	OBSERVACIONES:
Nº 50	0.297	370.00	341.00	341.00	350.67	6.04	
Nº 100	0.148	119.00	115.00	117.00	117.00	1.36	
FONDO	0.000	29.80	36.00	36.00	33.93	0.00	

Tabla 19. Granulometría Promedio de Agregado Fino
Fuente: Propia.

DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA AGREGADO GRUESO					3	:	5667 g
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	M1	M2	M3	PROMEDIO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Tamaño maximo = 1"
3 / 4"	19.050	0.00	0.00	789.00	263.00	95.36	Tamaño Maximo Nominal = 3 / 4"
1 / 2"	12.700	1172.00	1038.00	4066.50	2092.17	58.44	Modulo de Fineza = 6.71
3 / 8"	9.525	634.00	677.00	3481.50	1597.50	30.25	
Nº 4	4.750	584.00	656.00	3391.00	1543.67	3.01	
FONDO		110.00	129.00	273.00	170.67	0.00	

Tabla 20. Granulometría Promedio de Piedra Chancada
Fuente: Propia

○ **PESO UNITARIO SUELTO**

Tabla 21. P.U.S – Agregado Fino

M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
3.300%	3.370%	3.365%	3.345%

Fuente: Propia.

Tabla 22. P.U.S - Piedra Chancada

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1.749	1.753	1.750	1.751

Fuente: Propia.

○ **PESO COMPACTADO**

Tabla 23. P.U.C. - Piedra Chancada

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1.552	1.563	1.552	1.555

Fuente: Propia.

○ **PESO ESPECIFICO NOMINAL**

Tabla 24. P.U.S – Agregado Fino

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1.749	1.753	1.750	1.751

Fuente: Propia.

Tabla 25. P.E.N. - Piedra Chancada

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
2.606	2.559	2.637	2.601

Fuente: Propia.

○ **ABSORCION**

Tabla 26. Agregado Fino

M1	M2	M3	PROMEDIO
2.67%	2.67%	2.67%	2.67%

Fuente: Propia.

Tabla 27. Absorción - Piedra Chancada

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1.42%	0.52%	2.04%	1.33%

Fuente: Propia.

4.2.2. DISEÑO DEL CONCRETO.

Tabla 28. Diseño del Concreto.

PROPIEDADES DE MATERIALES				
	CEMENTO	Tipo I Andino	P. Especifico	3.11 gr/cm3
	AGUA	Potable	P. Especifico	1 gr/cm3
	PROPIEDAD	AG. FINO	AG. GRUESO	
	P.E. masa	1.751	2.601	g/cm3
	%Absorción	2.67	1.33	%
	%Contenido de Humedad	3.35	0.97	%
	TMN		0.75	pulgada
	T.M.		1	pulgada
	Modulo de Finura	3.98		
	P.U.S.	1708	1751	kg/m3
	P.U.C.		1555	kg/m3
	Pasante nº 200			%
	P.E "SSS"			g/cm3
	P.E. masa	1.751	2.601	g/cm3
	P.E aparente			g/cm3

PASOS DEL DISEÑO

1. Determinación de la Resistencia Promedio f'_{cr}

f'_c	f'_{cr}
	236.8
	221.6

f'_{cr} 294 kg/cm²

a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm²

b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara la Tabla 2.2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

TABLA 2.2. Resistencia a la compresión promedio.

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO

TMN 19.05 mm

3. Selección del Asentamiento (SLUMP)

Consistencia	Slump
Seca	0 - 2 pulg
Plastica	3 - 4 pulg
Fluida	>= 5 pulg

Slump pulg 101.6 mm

4. Determinación del Contenido de Agua

TABLA 01

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Agua Litros

5. Contenido de Aire por M3

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%
Cont. Aire	2.0%

6. Relacion Agua - Cemento

x0	300	0.55	y0
x	294	0.5584	yx
x1	250	0.62	y1

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

Agua/Cemento 0.558

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

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

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

7. Peso de Cemento por M3 (Factor Cemento)

Cemento 367.12 kg/m3

8.6 bolsas/m3

$$C = (a/c) \frac{1}{Agua}$$

8. Contenido de Agregado Grueso por M3

TABLA 04

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finiza del fino. (b / bo)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Vol.Agr.Grueso 0.600 m3

$$PESO_A.G. = Vol_A.G * P.U.C$$

Peso A.G.seco 933.00 kg/m3

9. Calculo de Volúmenes Absolutos

Cemento	0.118	m3
Agua	0.205	m3
Aire	0.020	m3
Agr. Grueso	0.359	m3
Volumen	0.702	m3

10. Contenido de Agregado Fino por M3

$$Peso_{A.F.} = Vol_{A.F.} * P_{Emasa}$$

Vol.Agr.Fino	0.298	m3
Agr.Fino Seco	522.230	kg/m3

$$Vol.Ag.Fino = 1 - V.A.C.$$

11. VALORES DE DISEÑO DE MEZCLAS PARA MATERIALES SECO

Cemento	367.120	kg/m3
Agua	205.000	lt/m3
Agr. Fino	522.230	kg/m3
Agr. Grueso	933.000	kg/m3

12. Correccion por Humedad del Agregado

calculo de los pesos humedos

Ag fino= 539.72 kg/m3 $Ag_{fino} = Peso_{seco} * (1 + CH)$

Ag grueso= 942.05 kg/m3 $Ag_{grueso} = Peso_{seco} * (1 + CH)$

Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

AGREGADO	Peso	Cont. Hum.	Absorcion	Var. Peso	
Agr. Fino	522.230	3.35	2.67	3.55	lt/m3
Agr. Grueso	933.000	0.97	1.33	-3.36	lt/m3
aporta agua				0.19	lt/m3

Agua efectiva= 204.81 Litros

$$Agua_{Efectiva} = Agua - Correccion$$

13. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento	367.120	kg/m3
Agua	204.808	lt/m3
Agr. Fino	539.725	kg/m3
Agr. Grueso	942.050	kg/m3

8.64 bls

14. Relacion en Peso

$$\frac{C}{C} = \frac{Peso_{A.G.}}{C} = \frac{Peso_{A.F.}}{C}$$

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA	
1	1.47	2.57	23.71	lt/bls

15. Peso por tanda de saco			
42.5 peso de 1 bolsa de cemento			
CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
42.5	62.48	109.06	23.71
kg/saco	kg/saco	kg/saco	lt/saco
16. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS PARA EL VACIADO DE 6 PROBETAS			
Volumen	0.039760782	$\pi \cdot (d/2)^2 \cdot h$	
		Cemento	14.597
		Agua	8.143
		Agr. Fino	21.460
		Agr. Grueso	37.457

Fuente: Propia.

4.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.

Tabla 29. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método Estándar

210		Kglcm ²						
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	PROMEDIO
1A	25/06/2019	02/07/2019	7	31400	174.19	82.95%	70%	174.19
2A	25/06/2019	09/07/2019	14	34800	200.93	95.68%	85%	200.93
3A	25/06/2019	23/07/2019	28	42100	232.01	110.48%	100%	
4A	25/06/2019	23/07/2019	28	42200	232.56	110.74%	100%	232.56
5A	25/06/2019	23/07/2019	28	42300	233.11	111.01%	100%	

Fuente: Propia.

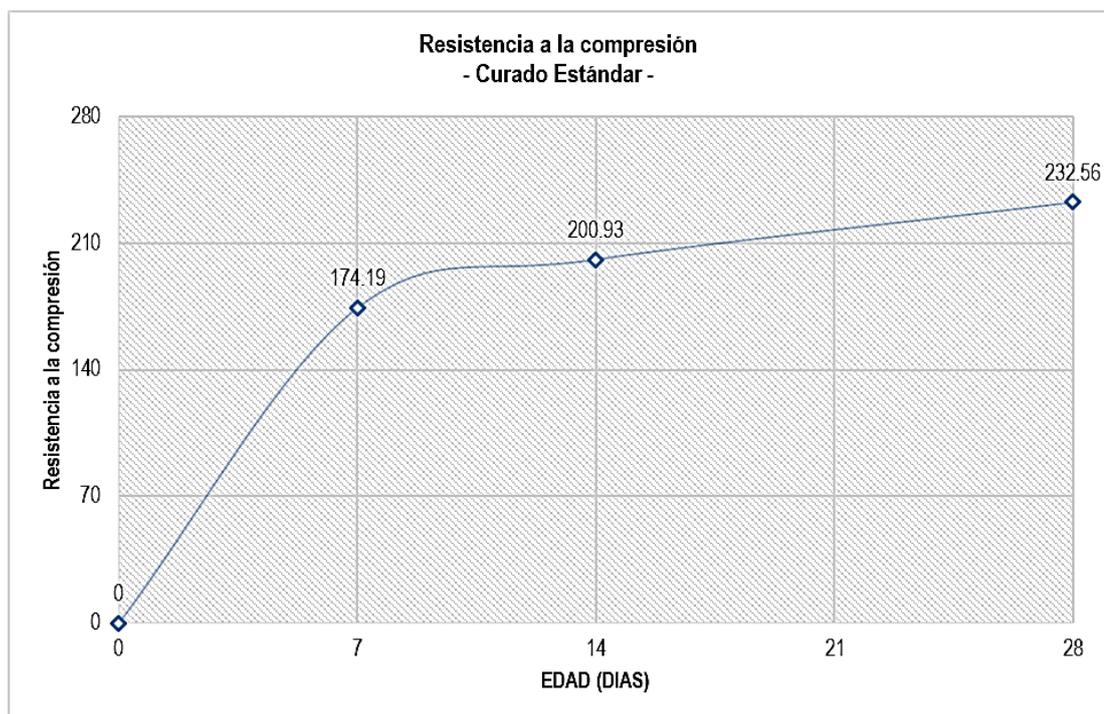


Grafico 1. Resistencia a compresión de especímenes curados por el método Estándar
Fuente: Propia.

Tabla 30. Resistencia a compresión de especímenes curados – (T1 - 2h±10min)

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm ²				
Nº DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	HORAS	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	PROMEDIO
3B	26/06/2019	26/06/2019	3.5	23700	129.75	61.79%	100%	131.48
4B	26/06/2019	26/06/2019	3.5	24000	134.02	63.82%	100%	
5B	26/06/2019	26/06/2019	3.5	23400	130.67	62.22%	100%	
3C	26/06/2019	26/06/2019	7	31200	176.56	84.07%	100%	177.24
4C	26/06/2019	26/06/2019	7	31900	178.13	84.83%	100%	
5C	26/06/2019	26/06/2019	7	31700	177.02	84.29%	100%	
3D	26/06/2019	26/06/2019	12	39100	215.48	102.61%	100%	214.87
4D	26/06/2019	26/06/2019	12	38900	212.97	101.41%	100%	
5D	26/06/2019	26/06/2019	12	38200	216.17	102.94%	100%	

Fuente: Propia.

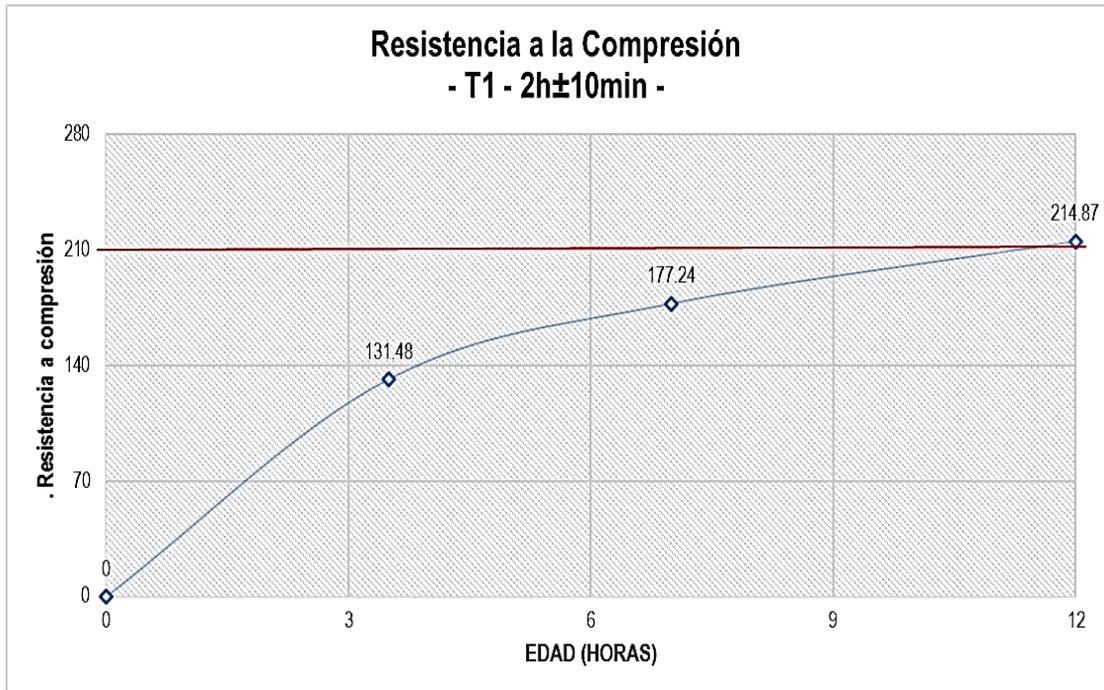


Grafico 2. Resistencia a compresión de especímenes curados - (T1 - 2h±10min)
Fuente: Propia.

Tabla 31. Resistencia a compresión de especímenes curados – (T2 - 7h a más)

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm ²				
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	HORAS	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	PROMEDIO
3B	27/06/2019	27/06/2019	3.5	27700	151.65	72.22%	100%	153.49
4B	27/06/2019	27/06/2019	3.5	28200	157.47	74.99%	100%	
5B	27/06/2019	27/06/2019	3.5	27100	151.33	72.06%	100%	
3C	27/06/2019	27/06/2019	7	36900	208.81	99.43%	100%	204.74
4C	27/06/2019	27/06/2019	7	35900	200.47	95.46%	100%	
5C	27/06/2019	27/06/2019	7	36700	204.94	97.59%	100%	
3D	27/06/2019	27/06/2019	12	41100	226.50	107.86%	100%	227.61
4D	27/06/2019	27/06/2019	12	41800	228.85	108.98%	100%	
5D	27/06/2019	27/06/2019	12	40200	227.49	108.33%	100%	

Fuente: Propia.

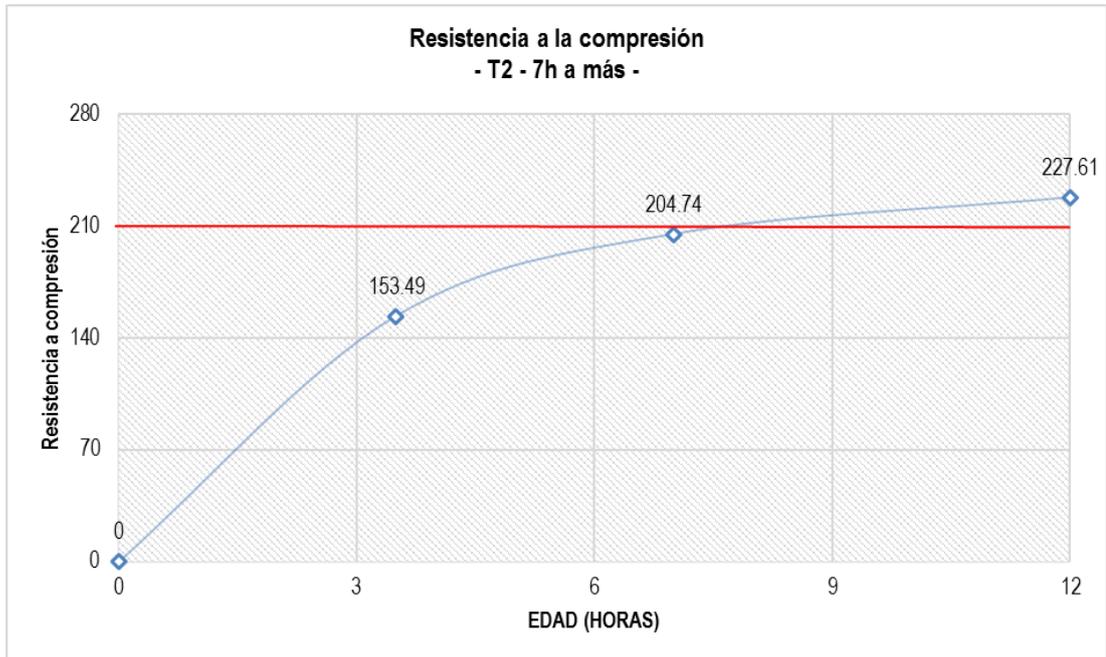


Grafico 3. Resistencia a compresión de especímenes curados - (T2 - 7h a más)
Fuente: Propia.

Equivalencia:

Tabla 32. Equivalencia en la Resistencia a la Compresión

DESCRIPCIÓN	Curado Acelerado			Curado Estándar		
	3.5 hrs.	7hrs.	12 hrs.	7	14	28
PATRON						
T1 - 2h±10min						
T2 - 7h a más						

Fuente: Propia.

Tabla 33. Análisis Comparativo en la Resistencia a la Compresión

DESCRIPCIÓN	7 DIAS (3.5 hrs)	14 DIAS (7 hrs)	28 DIAS (12 hrs)
PATRON	174.19	200.93	232.56
T1 - 2h±10min	131.48	177.24	214.87
T2 - 7h a más	153.49	204.74	227.61

Fuente: Propia.

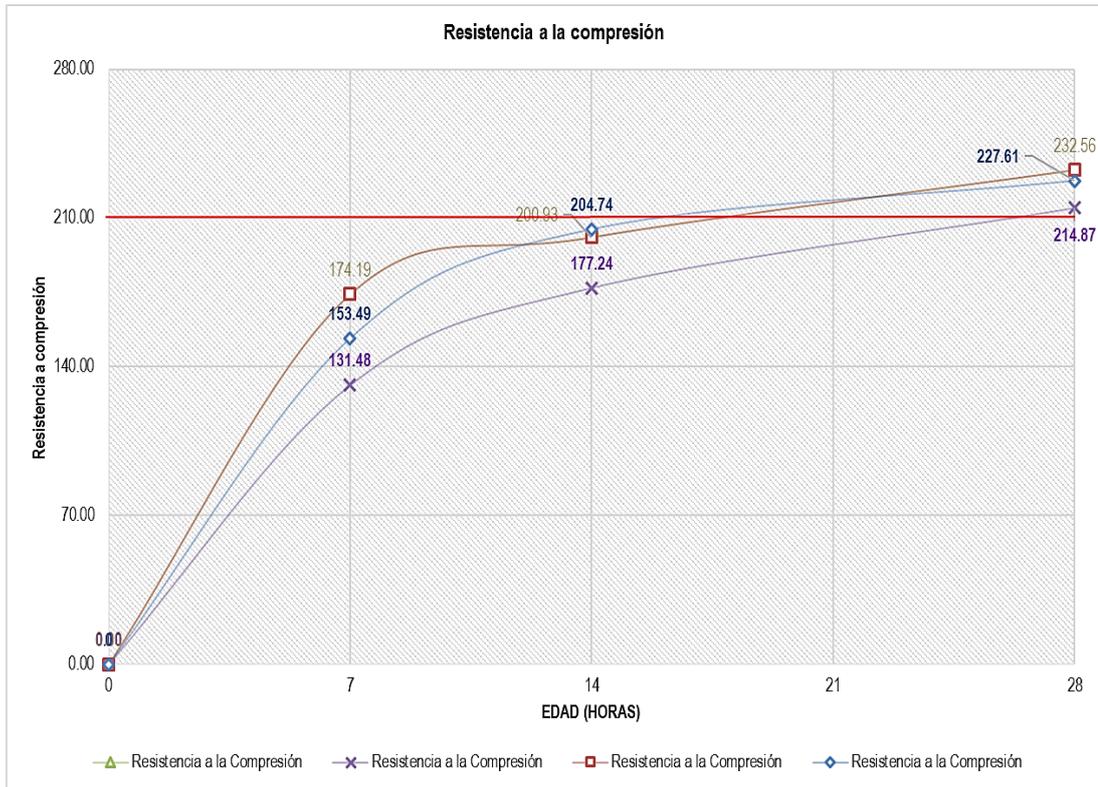


Grafico 4. Análisis Comparativo en la Resistencia a la Compresión.
Fuente: Propia

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

Es probable que al aplicar el métodos de curado acelerado tanto en agua caliente en el tiempo indicado en la norma (NTP 339.213), se incrementen las propiedades en la resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, dando resultados efectivos comparados con los resultados de curado estándar a 28 días.

4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

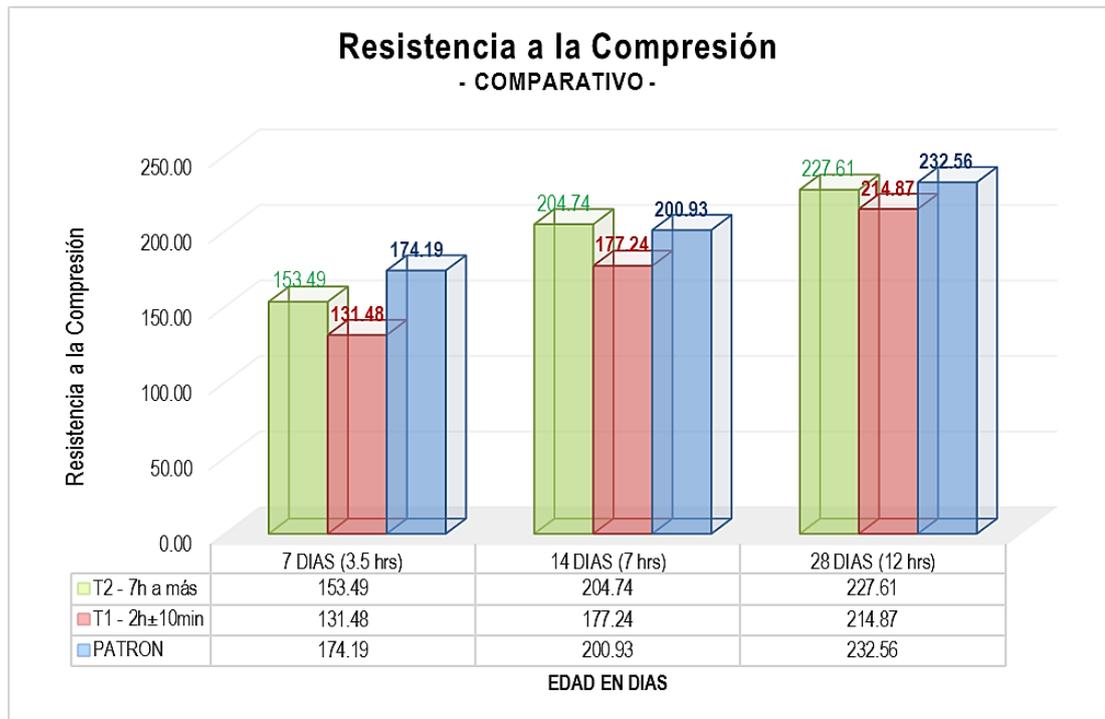


Grafico 5. Análisis Comparativo en la Resistencia a la Compresión.

Fuente: Propia

Mediante el análisis del ensayo a la resistencia a la compresión se prueba que mediante la aplicación de los métodos de curado acelerado tanto en agua caliente en el tiempo indicado en la norma (NTP 339.213), se incrementa las propiedades en la resistencia a la compresión de concreto. Por lo cual se da validez a la hipótesis general planteada, el cual se expresa en el Grafico 5.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De la Tabla 29, se observa que la resistencia a compresión obtenida por el método estándar a los 7 días es equivalente a la obtenida por el T1 curado durante 3.5 horas y enfriado durante 2 horas +/- 10 minutos, del mismo modo es equivalente a la obtenida por el T2 curado durante 3.5 horas y enfriado durante 7 hora a más; la resistencia a compresión obtenida por el método

estándar a los 14 días es equivalente a la obtenida por el T2 curado durante 7 horas y enfriado durante 7 horas a más; la resistencia a compresión obtenida por el método estándar a los 28 días es equivalente a la obtenida por el T2 curado durante 12 horas y enfriado durante 7 horas a más.

En la Grafico 4, se puede observar que la resistencia alcanzada por los especímenes T2 curados durante 12 horas y enfriados durante 7 horas son equivalentes a las resistencias alcanzadas por el curado estándar y/o estándar 28 días por el método estándar.

CONCLUSIONES

- En la Grafico 5, se puede observar que la resistencia alcanzada por los especímenes T2 curados durante 12 horas y enfriados durante 7 horas son equivalentes a las resistencias alcanzadas por el curado estándar y/o estándar 28 días por el método estándar.
- Al momento de realizar los ensayos de rotura, las probetas que fueron sometidas al curado acelerado presentaron un color gris claro en comparación a las probetas hermanas que presentaron un gris oscuro, este cambio de color, se debe principalmente al aceleramiento de las reacciones químicas del cemento.
- De la Tabla 29, se observa que la resistencia a compresión obtenida por el método estándar a los 7 días es equivalente a la obtenida por el T1 curado durante 3.5 horas y enfriado durante 2 horas +- 10 minutos, del mismo modo es equivalente a la obtenida por el T2 curado durante 3.5 horas y enfriado durante 7 hora a más; la resistencia a compresión obtenida por el método estándar a los 14 días es equivalente a la obtenida por el T2 curado durante 7 horas y enfriado durante 7 horas a más; la resistencia a compresión obtenida por el método estándar a los 28 días es equivalente a la obtenida por el T2 curado durante 12 horas y enfriado durante 7 horas a más.

RECOMENDACIONES

- La aplicación de la norma NTP 339.213 demuestra que es muy útil y de fácil práctica, ahorrando tiempo y costo para los contratistas, al poder obtener valores de resistencia casi instantáneamente.
- Complementar las investigaciones con métodos de curado acelerado de la Norma Técnica Peruana 339.213 que son los siguientes: el método A – método de agua caliente, C – Método de curado autógeno y D – Método de alta presión y temperatura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Norma Técnica Peruana NTP 339.213:2007 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto, 1ª Edición, se encuentra incluida en el Plan de revisión y actualización de Normas Técnicas Peruanas que cumplieron 8 años de vigencia.
2. Norma Técnica Peruana NTP 339.035. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. 1ra edición, Lima, Perú. 2011.
3. Norma Técnica Peruana NTP 400.017. 1ra edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. 2011.
4. Norma Técnica Peruana NTP 339.185. 1ra edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, 2013.
5. Norma Técnica Peruana NTP 400.012. 1ra edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, 2013.
6. Norma Técnica Peruana NTP 400.018. 1ra edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar

materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N°200) por lavado en agregados, 2013.

7. Norma Técnica Peruana NTP 400.019. 1ra edición, Lima, Perú: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles, 3013.
8. Norma Técnica Peruana NTP 400.021. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 1ra edición Lima, Perú. 2011.
9. Norma Técnica Peruana NTP 400.022. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Lima, Perú. 2011.
10. Norma Técnica Peruana NTP 400.037. AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima, Perú. 2014.
11. Norma Técnica Peruana NTP 339.088. 1ra Edición, Lima, Perú: CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos, 2014.
12. Norma Técnica Peruana NTP 334.009. 1ra edición, Lima, Perú: CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos, 2016.
13. Norma Técnica Peruana NTP 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 1ra edición. Lima, Perú. 2013.

14. OTTAZZI PASINO, G. "Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado." Tesis de Postgrado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú. 2004.
15. Pasquel E.C (2011) Nuevas tendencias en edificaciones urbanas e industriales; comportamiento de los materiales y sus posibilidades estructurales, UPC Escuela de Postgrado.
16. POWER, T.C., "A discussion of Cement Hydration in Relation to the Curing of Concrete", Proceedings, Highway Research Board, V.27, 1948.
17. RUÍZ ENERO, Patricia A., "Influencia de los métodos comunes de curado en los especímenes de concreto de alto desempeño", Lima-Perú.2006.

ANEXOS

Bandejas Metálicas



Molde Cilíndrico



Balanza de Precisión



Horno Eléctrico



Maquina Compresora



Equipo para Peso Especifico



FOTOGRAFIA N° 01: ENSAYO DE TAMIZADO



FOTOGRAFIA N° 02: MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA



FOTOGRAFIA N° 03: REALIZACION DEL ENSAYO DE ROTURA



FOTOGRAFIA N° 04: REALIZACION DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO



FOTOGRAFIA N° 05: REALIZACION DEL CUARTEO DE AGREGADOS



FOTOGRAFIA N° 07: REALIZACION DEL ENSAYO DE HUMEDAD



CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO
NTP 339.185 / ASTM C-566

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 21/06/2019
UBICACIÓN:	CANtera COCHAMARCA	FORMATO	: 1

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO
PROCEDENCIA	: CANtera COCHAMARCA

AGREGADO FINO

ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		20	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	358.01	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	347.55	g
PESO DEL TARRO	gr	30.59	g
PESO DE AGUA	gr	10.46	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	316.96	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.300%	%

ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		21	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	366.41	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	355.46	g
PESO DEL TARRO	gr	30.57	g
PESO DE AGUA	gr	10.95	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	324.89	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.370%	%

ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		22	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	370.31	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	359.26	g
PESO DEL TARRO	gr	30.90	g
PESO DE AGUA	gr	11.05	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	328.36	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.365%	%

PROMEDIO	3.345%
-----------------	---------------

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

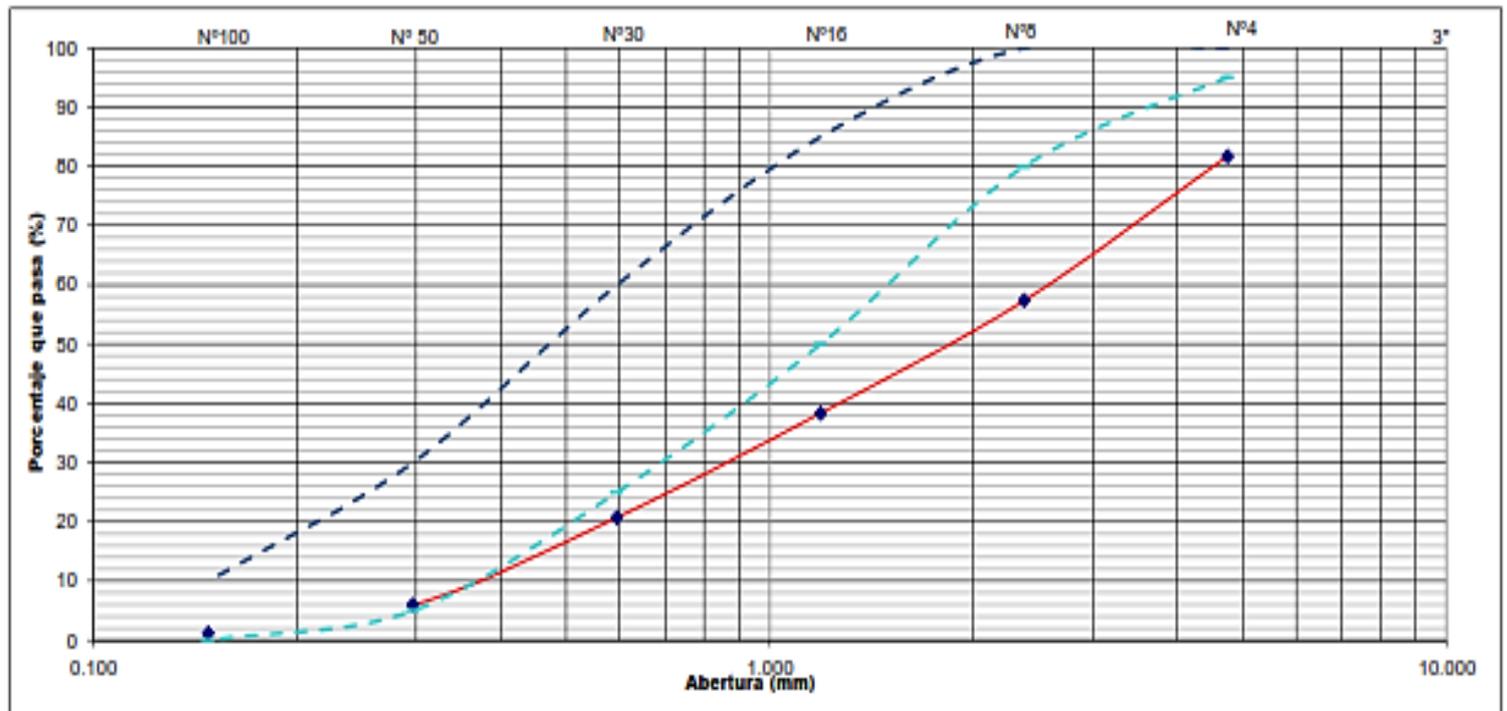
TESIS:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 20/06/2019
CANTERA:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO	1	Peso Inicial seco	: 2500	g
----------------	----------------------	---------------------	---	--------------------------	--------	---

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	NTP 400.037		
N° 4	4.750	457.00	18.3	18.28	81.72	95	100	Tamaño máximo = ---
N° 5	2.380	609.00	24.4	42.64	57.36	80	100	Tamaño Máximo Nominal = ---
N° 16	1.190	475.00	19.0	61.64	38.36	50	65	Modulo de Fineza = 3.95
N° 30	0.595	440.00	17.6	79.25	20.75	25	60	OBSERVACIONES:
N° 50	0.297	370.00	14.8	94.05	5.95	5	30	
N° 100	0.148	119.00	4.8	98.81	1.19	0	10	
FONDO	0.000	29.80	1.2	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

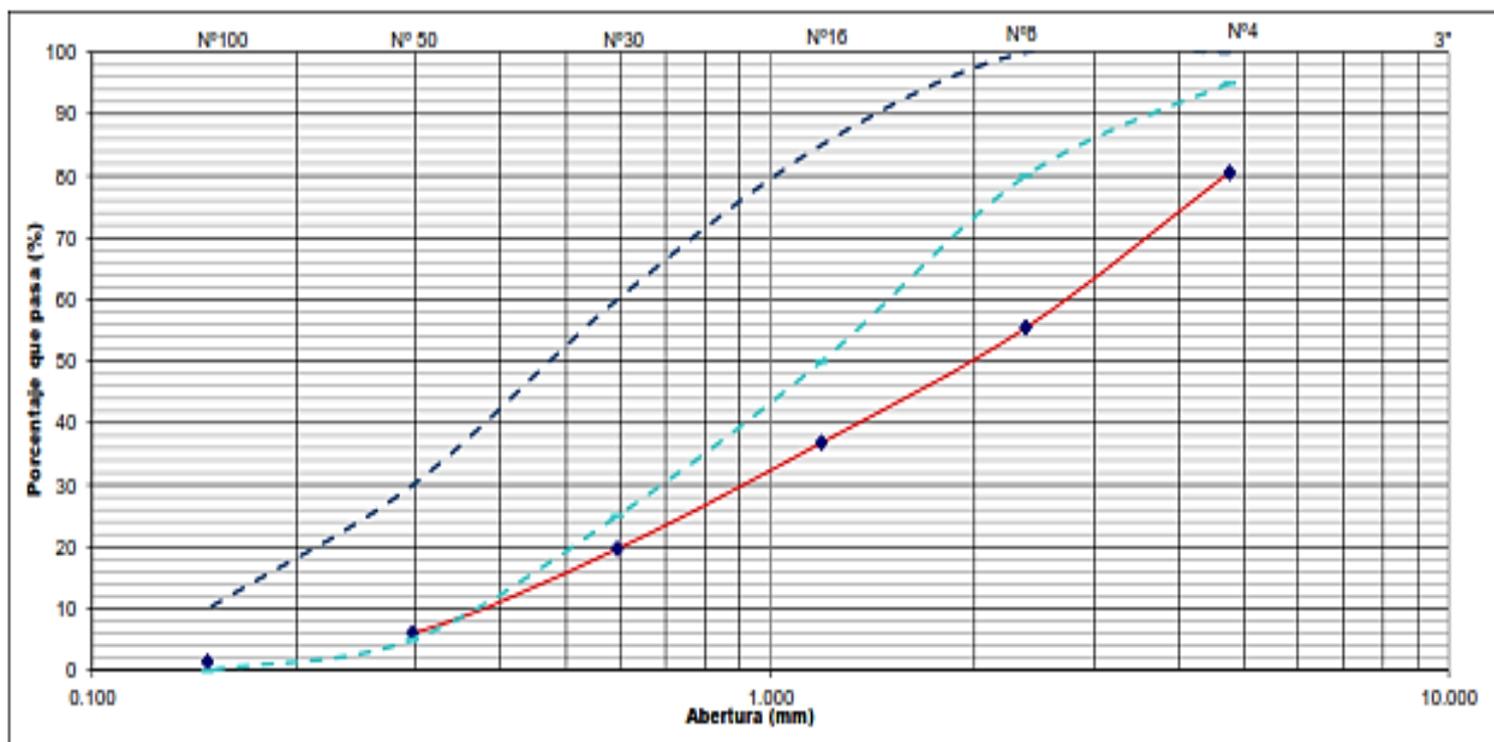
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 20/06/2019
CANTERA:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: 1

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO	2		Peso Inicial seco	: 2900 g		
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	NTP 400.037		
N° 4	4.750	486.00	19.4	19.44	80.56	95	100	Tamaño maximo = ----
N° 8	2.380	626.00	25.1	44.56	55.44	80	100	Tamaño Maximo Nominal = ----
N° 16	1.190	465.00	16.0	63.16	36.84	50	85	Modulo de Fineza = 4.00
N° 30	0.595	429.00	17.2	80.32	19.68	25	60	OBSERVACIONES:
N° 50	0.297	341.00	13.6	93.96	6.04	5	30	
N° 100	0.148	115.00	4.0	98.56	1.44	0	10	
FONDO	0.000	36.00	1.4	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 400.012

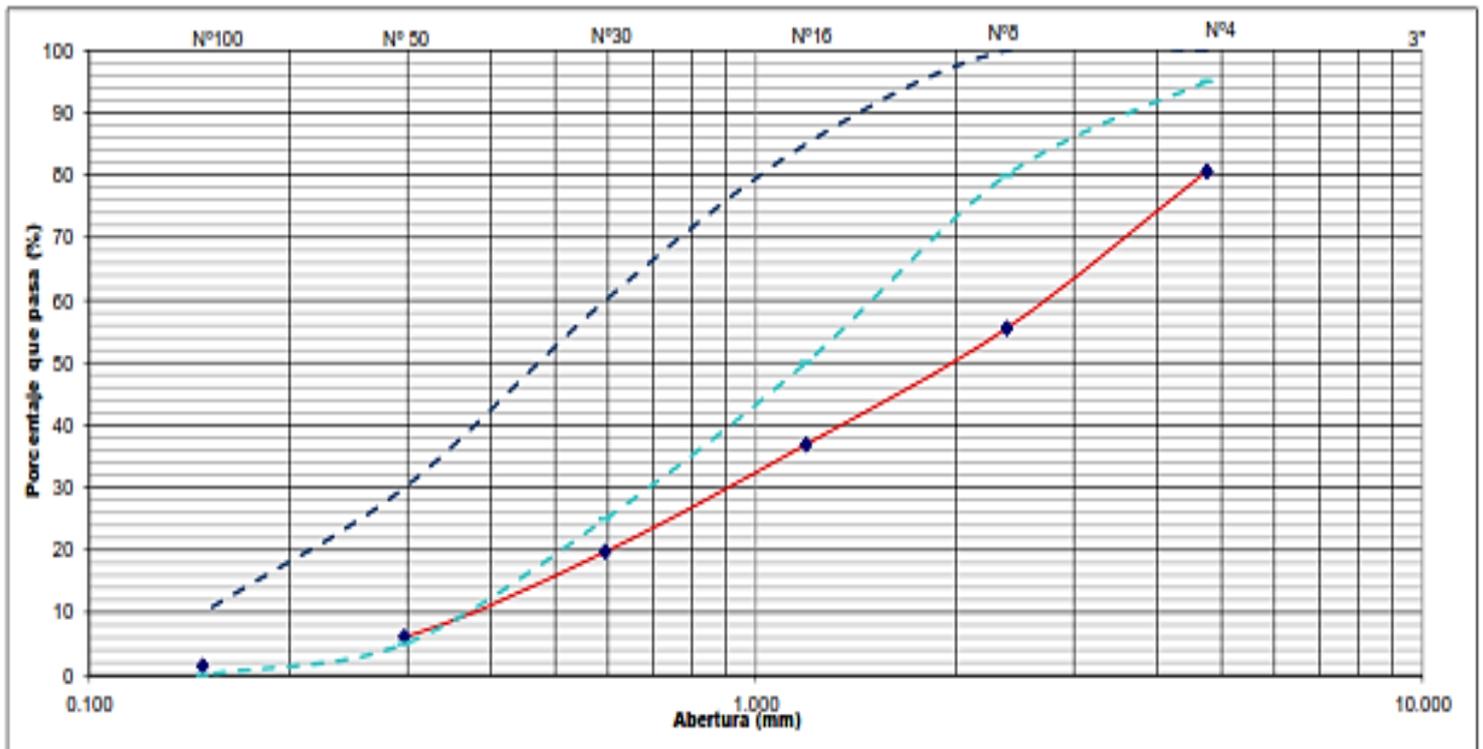
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS: Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'_{c}=210$ kg/cm ²], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE : Arq. German RAMIREZ MEDRANO
	ING.RESP. : Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE: FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA : 20/06/2019
CANTERA: CANTERA COCHAMARCA	FORMATO : 1

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO	3		Peso Inicial seco	1	2500	g
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUISO NTP 400.037		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
N° 4	4.750	404.00	19.4	19.36	80.64	85	100	Tamaño maximo " ----
N° 8	2.380	626.00	25.1	44.46	55.52	80	100	Tamaño Maximo Nominal " ----
N° 16	1.190	465.00	18.6	63.06	36.92	50	85	Modulo de Fineza " 4.00
N° 30	0.595	429.00	17.2	80.24	19.76	25	60	OBSERVACIONES:
N° 50	0.297	341.00	13.6	93.86	6.12	5	30	
N° 100	0.148	117.00	4.7	98.56	1.44	0	10	
FONDO	0.000	36.00	1.4	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

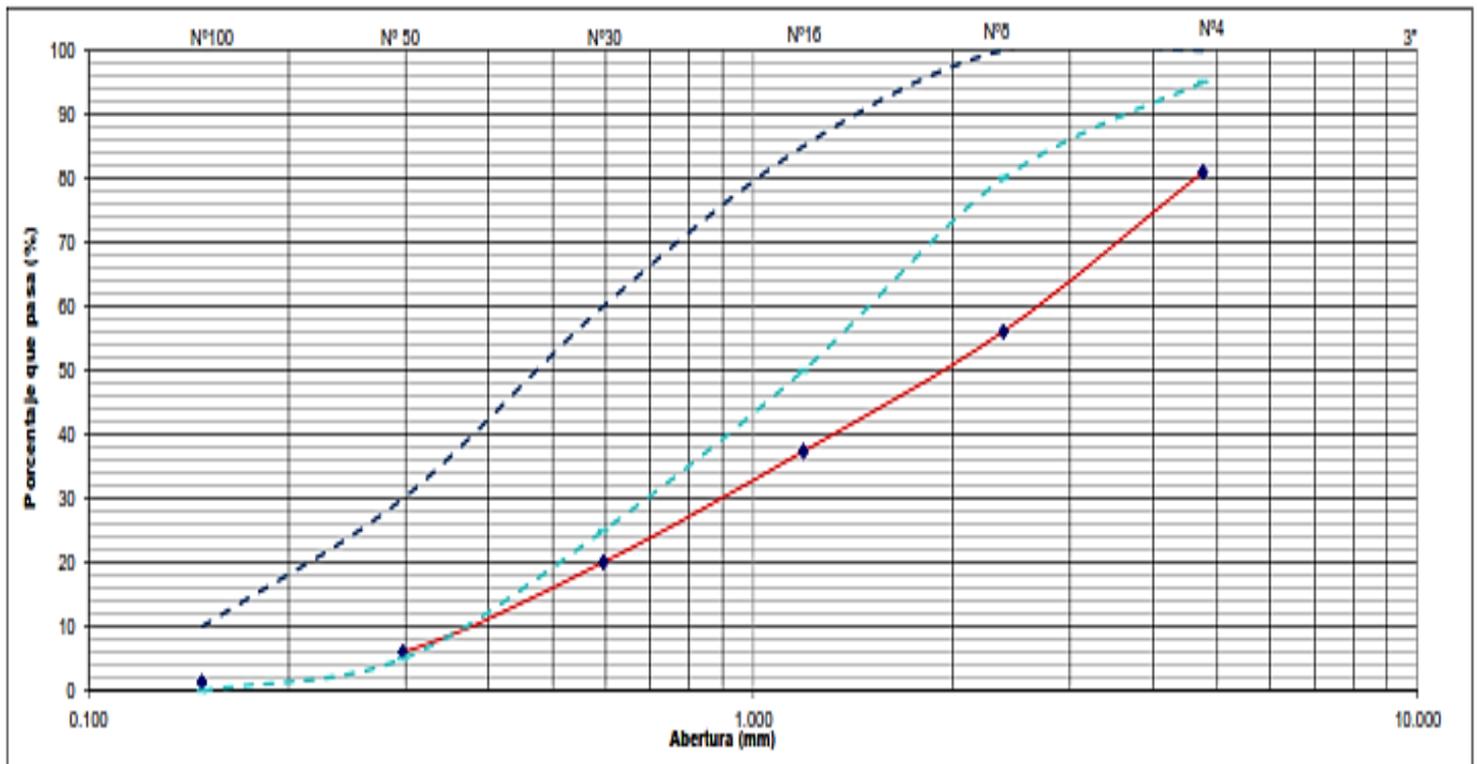
TEBIS: Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$] ^{A2} , en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE : Arq. German RAMIREZ MEDRANO ING.RESP. : Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE: FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA : 20/06/2019
CANTERA: CANTERA COCHAMARCA	FORMATO :

PROMEDIO

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO	1	Peso Inicial seco	1	2500	g			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	M1 P. RETENIDO	M2 P. RETENIDO	M3 P. RETENIDO	PROMEDIO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
N° 4	4.750	457.00	466.00	464.00	475.67	19.0	19.03	80.96	95 100	Tamaño máximo = ----
N° 8	2.380	609.00	626.00	626.00	621.67	24.9	43.90	56.11	80 100	Tamaño Máximo Nominal = ----
N° 16	1.190	475.00	465.00	465.00	466.33	16.7	62.63	37.37	50 65	Modulo de Fineza = 3.95
N° 30	0.595	440.00	429.00	429.00	432.67	17.3	79.94	20.07	25 60	OBSERVACIONES:
N° 50	0.297	370.00	341.00	341.00	350.67	14.0	93.97	6.04	5 30	
N° 100	0.148	119.00	115.00	117.00	117.00	4.7	95.65	1.36	0 10	
FONDO	0.000	29.80	36.00	36.00	33.93	1.4	100.01	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'_{c}=210$ kg/cm ²], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE :	Ing. German RAMIREZ MEDRANO
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ ROS
UBICACIÓN:	CANERA COCHAMARCA	FECHA :	20/05/2019
		FORMATO :	

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	I	AGREGADO FINO
PROCEDENCIA	I	CANERA COCHAMARCA

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)

N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	32.50	32.75	33.20	32.82
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	24.23	24.48	24.93	24.54
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.0144
CALCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³	1688	1703	1735	1708

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)

N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	35.10	35.20	35.85	35.32
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	26.83	26.93	27.58	27.04
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.0140
CALCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C)	(B - A)/C	kg/m ³	1918	1923	1955	1932

PESO ESPECIFICO (ASTM C 131)

N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	g'	487.00	487.00	487.00	487.00
2	PPAH20	B	g'	1284.00	1279.00	1280.00	1281.00
3	PPAH20+PSS5	C	g'	1582.00	1582.00	1588.00	1584.00
4	PSS5	S	g'	500.00	500.00	500.00	500.00

CALCULO

5	PESO ESPECIFICO APARENTE	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.41	2.47	2.54	2.47
6	PESO ESPECIFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.41	2.47	2.54	2.47
7	PESO ESPECIFICO NOMINAL	A/(B+A-C)	gr/cm ³	2.58	2.63	2.72	2.63

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)

MUESTRA	PMN	PMSH	W%
M - 1	327.42	316.96	3.30%
M - 2	335.82	324.89	3.36%
M - 3	339.41	328.36	3.37%
W%PROMEDIO			3.34%

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)

MUESTRA	PSS5	PMSH	Ab%
M - 1	500.00	487.00	2.67%
M - 2	500.00	487.00	2.67%
M - 3	500.00	487.00	2.67%
Ab%PROMEDIO			2.67%

PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO

NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]$, en la Provincia	RESPONSABLE :	Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA :	20/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO :	

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO :	AGREGADO FINO	PESO DE LA MUE!:	500 g
PROCEDENCIA :	CANTERA COCHAMARCA		

AGREGADO FINO

ENSAYO N° 01

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE RECIPIENTE	X	176.20	g
PESO DE LA MUESTRA	Y	500.00	g
PESO DE LA MUESTRA + PESO DE RECIPIENTE	C=X+Y	676.20	g
PESO DE LA MUESTRA + PESO DE RECIPIENTE + PESO DEL AGUA	X+Y+C	976.50	g
PESO DEL AGUA	W	300.30	%
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	495.00	%
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	V	500.00	ml

PESO ESPECIFICO DE MASA	G	2.48	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO	Gsss	2.50	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO APARENTE	Ga	2.54	gr/cm3
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	1.01%	%

PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO

NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto $[f'c=210 \text{ kg/cm}^2]$, en la Provincia	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 20/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	:	AGREGADO FINO	PESO DE LA MUEST:	500 g
PROCEDENCIA	:	CANTERA COCHAMARCA		

AGREGADO FINO

ENSAYO N° 01

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE RECIPIENTE	X	176.20	g
PESO DE LA MUESTRA	Y	500.00	g
PESO DE LA MUESTRA + PESO DE RECIPIENTE	C=X+Y	676.20	g
PESO DE LA MUESTRA + PESO DE RECIPIENTE + PESO DEL AGUA	X+Y+C	984.00	g
PESO DEL AGUA	W	307.80	%
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	496.20	%
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	V	500.00	ml

PESO ESPECÍFICO DE MASA	G	2.58	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO	G _{ss}	2.60	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G _a	2.63	gr/cm3
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	0.77%	%

PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO

NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 26/07/2017
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	:	AGREGADO FINO
PROCEDENCIA	:	CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO FINO

PROMEDIO DE ENSAYOS

		M1	M2	M3
PESO ESPECIFICO	gr/cm ³	1955.429	2.479	2.582
PESO ESPECIFICO APARENTE	gr/cm ³	0.000	2.542	2.634
PESO ESPECIFICO SUPERFICIALMENTE SECA	gr/cm ³	0.000	2.504	2.601
ABSORCION	%	M - 3	1.01%	0.77%

Peso Especifico 653.50 gr/cm³

Peso Especifico aparente 1.73 gr/cm³

Peso Especifico Superficialmente Seca 1.70 gr/cm³

Absorcion 0.89% gr/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO
NTP 339.185 / ASTM C-566

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ M.
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 20/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: F-001

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA	: CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO GRUESO

ENSAYO N° 01

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		20	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	518.63	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	513.69	g
PESO DEL TARRO	gr	30.59	g
PESO DE AGUA	gr	4.94	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	483.10	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.023%	%

ENSAYO N° 02

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		21	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	534.97	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	530.27	g
PESO DEL TARRO	gr	30.57	g
PESO DE AGUA	gr	4.70	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	499.70	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.941%	%

ENSAYO N° 03

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		22	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	518.00	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	513.45	g
PESO DEL TARRO	gr	30.90	g
PESO DE AGUA	gr	4.55	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	482.55	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.943%	%

PROMEDIO

0.97%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

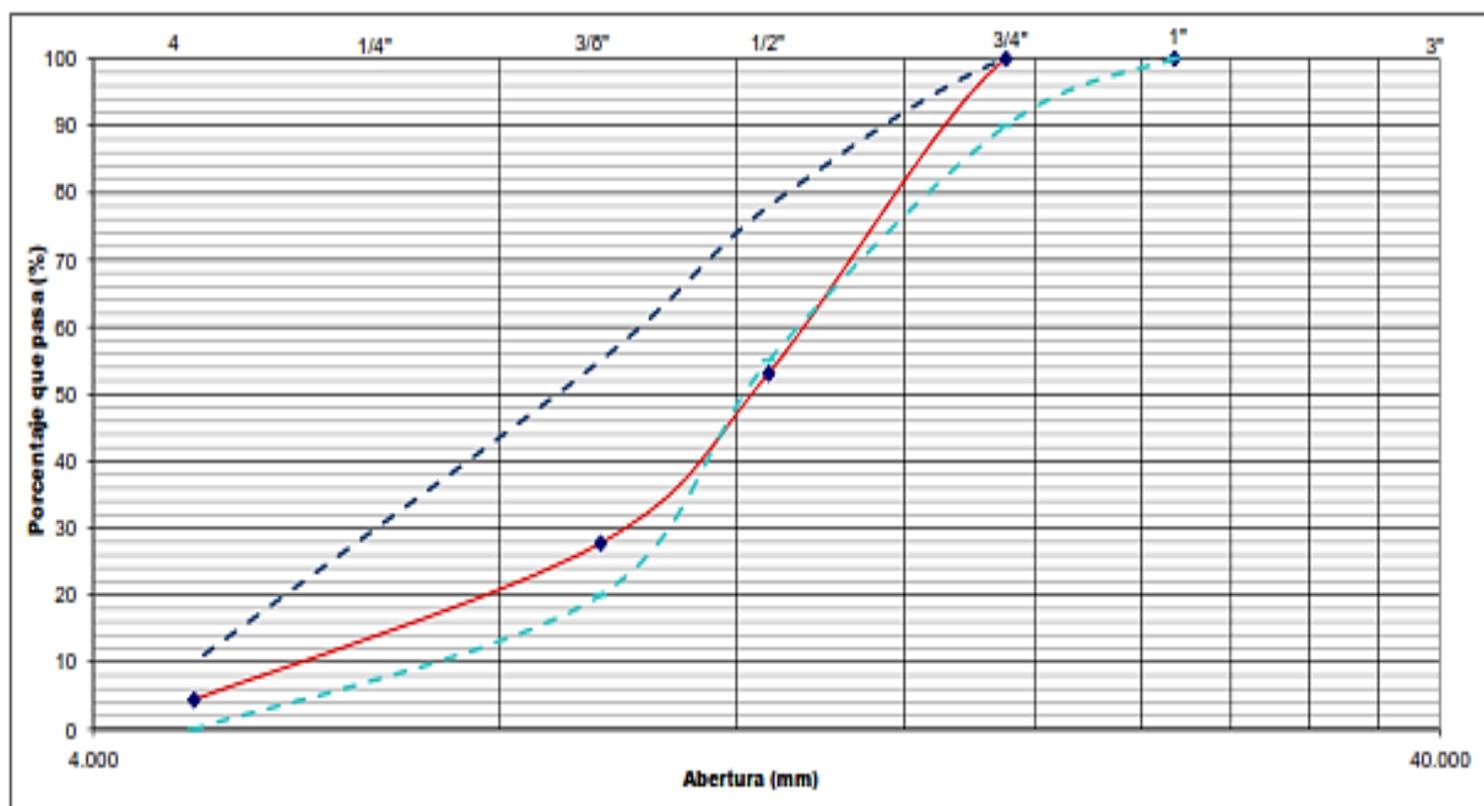
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ M
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 20/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: VII - 02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO GRUESO	N° DE ENSAYO	1	Peso Inicial seco	2500	g	
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.00	100 100	Tamaño máximo = 1"
3 / 4"	19.050	0.00	0.0	0.00	100.00	90 100	Tamaño Máximo Nominal = 1"
1 / 2"	12.700	1172.00	46.9	46.88	53.12	55 75	Modulo de Fineza = 6.65
3 / 8"	9.525	634.00	25.4	72.24	27.76	20 55	
N° 4	4.750	584.00	23.4	95.60	4.40	0 10	
FONDO		110.00	4.4	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

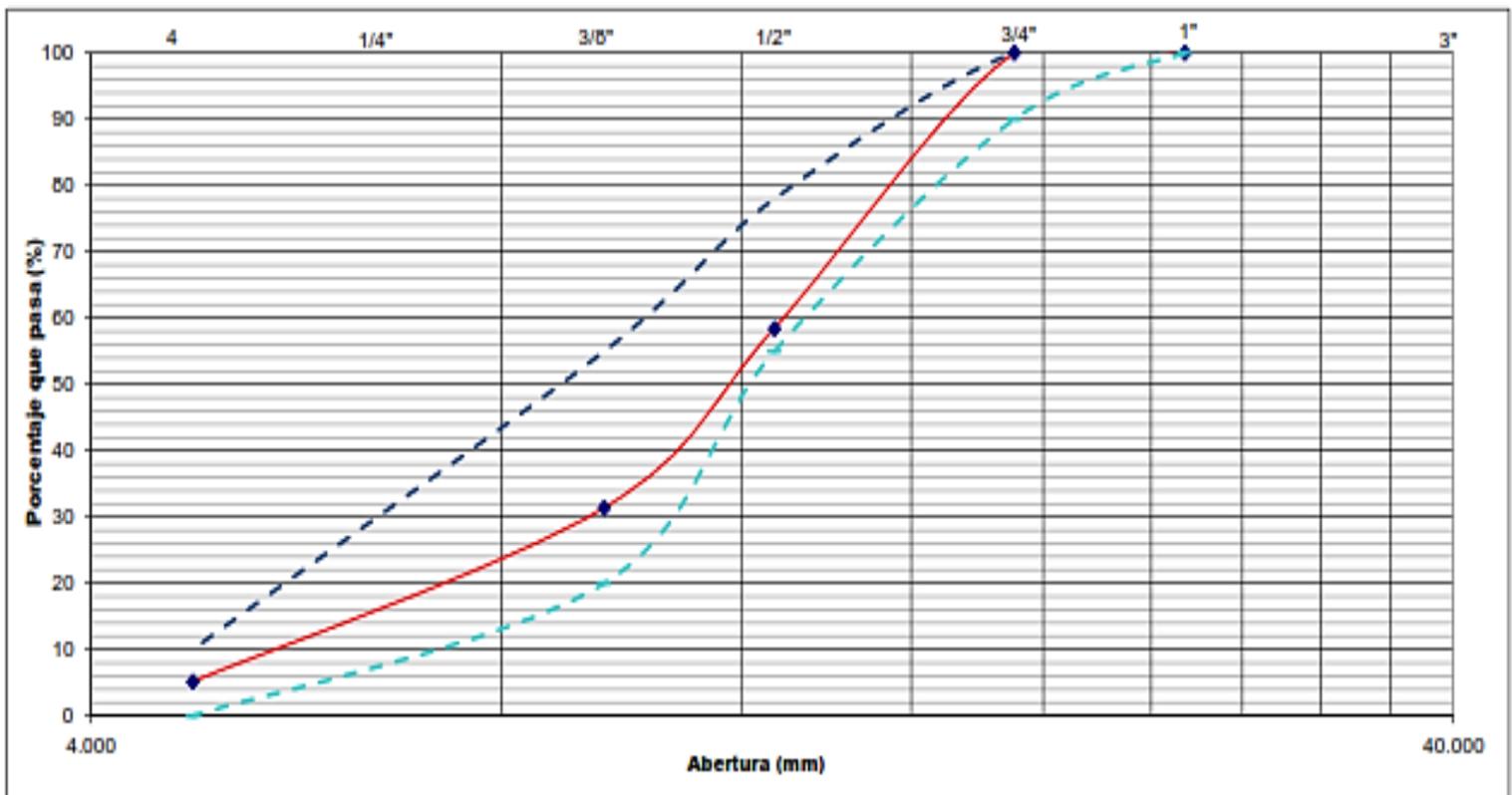
OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ M
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 20/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: VII - 02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO GRUESO	Nº DE ENSAYO	2	Peso inicial seco	2500	g
----------------	------------------------	---------------------	---	--------------------------	------	---

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.00	100 100	Tamaño maxlmo = 1"
3 / 4"	19.050	0.00	0.0	0.00	100.00	90 100	Tamaño Maximo Nominal = 1"
1 / 2"	12.700	1038.00	41.5	41.52	58.48	55 78	Modulo de Fineza = 6.63
3 / 8"	9.525	677.00	27.1	68.60	31.40	20 55	
Nº 4	4.750	656.00	26.2	94.84	5.16	0 10	
FONDO		129.00	5.2	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

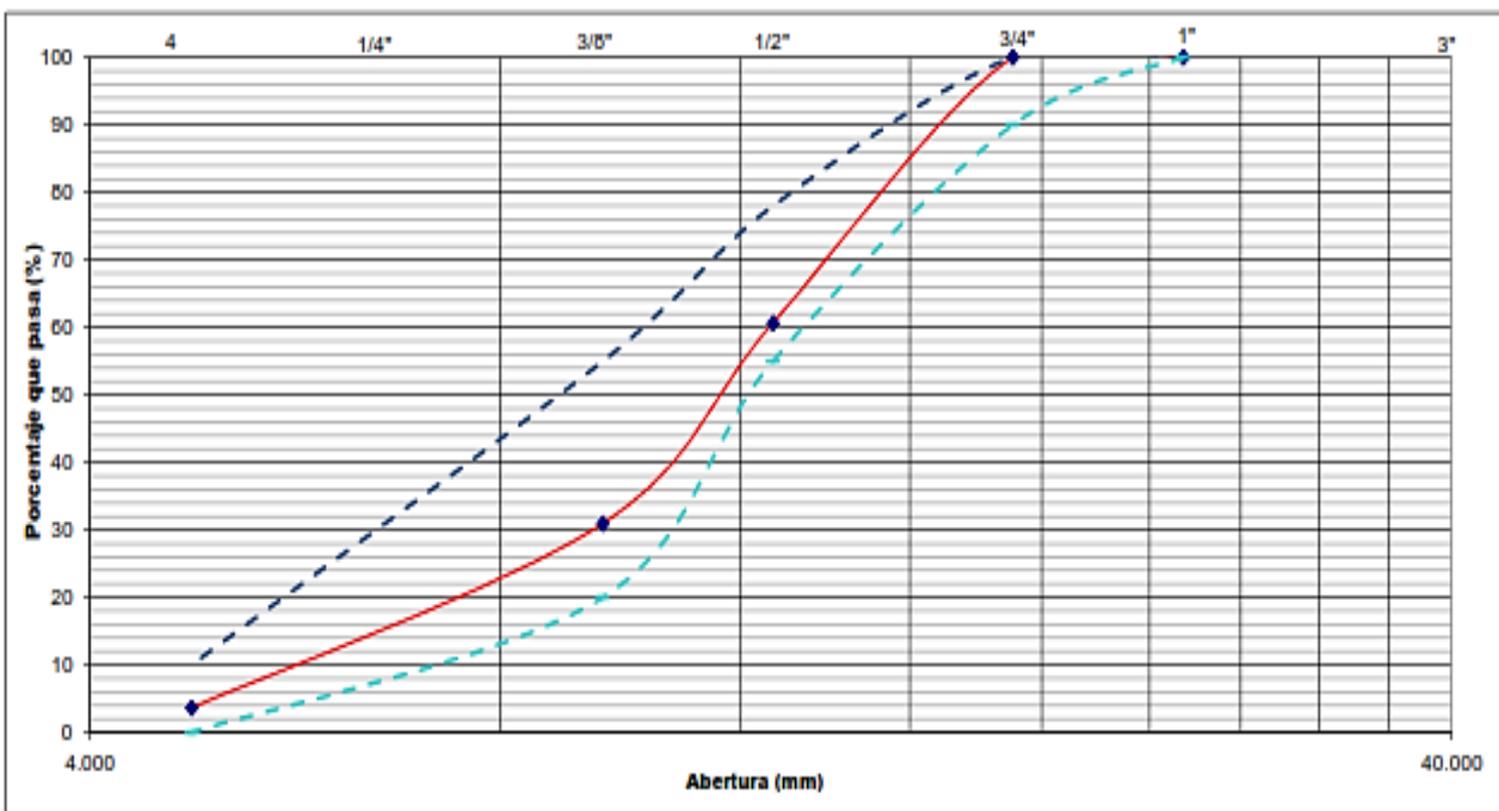
OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ M
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	: 20/06/2019
UBICACIÓN:	CANtera COCHAMARCA	FORMATO	: VII - 02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO GRUESO	N° DE ENSAYO	3	Peso Inicial seco	2500	g
----------------	------------------------	---------------------	---	--------------------------	------	---

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	NTP 400.037		
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.00	100	100	Tamaño maxlmo = 1"
3 / 4"	19.050	0.00	0.0	0.00	100.00	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 1"
1 / 2"	12.700	953.00	39.3	39.32	60.68	55	75	Modulo de Fineza = 6.65
3 / 8"	9.525	743.00	29.7	69.04	30.96	20	55	
Nº 4	4.750	683.00	27.3	96.36	3.64	0	10	
FONDO		91.00	3.6	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

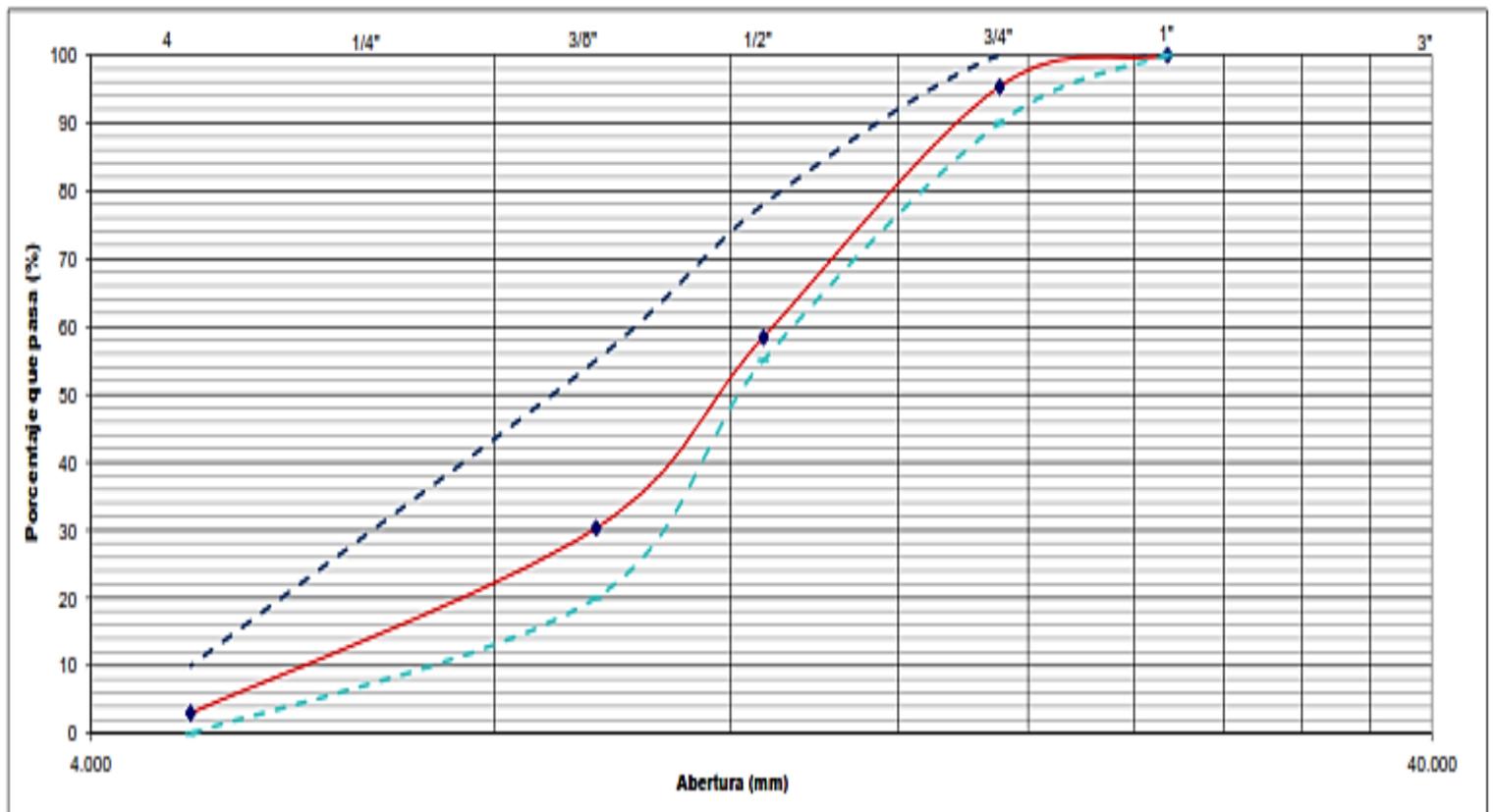
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA: Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE : Arq. German RAMIREZ M
	ING.RESP. : Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE: FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA : 20/06/2019
UBICACIÓN: CANTERA COCHAMARCA	FORMATO : VII - 02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA		AGREGADO GRUESO				N° DE ENSAYO		3		Peso Inicial seco		1 5067 g	
TAMIZ	AASHTO T-27	M1	M2	M3	PROMEDIO	PORCENTAJE		PORCENTAJE		HUSO NTP 400.037		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	(mm)					RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA					
1"	25.400	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00	100.00	100	100	Tamaño maximo = 1"		
3/4"	19.050	0.000	0.000	769.00	263.00	4.6	4.64	95.36	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 3/4"		
1/2"	12.700	1172.000	1038.000	4066.50	2092.17	36.9	41.56	58.44	55	78	Modulo de Fineza = 6.71		
3/8"	9.525	634.000	677.000	3461.50	1597.50	26.2	69.75	30.25	20	55			
N° 4	4.750	584.000	656.000	3391.00	1543.67	27.2	96.99	3.01	0	10			
FONDO		110.000	129.000	273.00	170.67	3.0	100.00	0.00					

CURVA GRANULOMETRICA



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO

NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	Arq. German RAMIREZ M
		ING. RESP.	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	FECHA	21/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA - PIEDRA CHANCADA	FORMATO	VII - 02

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	I AGREGADO GRUESO
PROCEDECENCIA	I CANTERA COCHAMARCA - PIEDRA CHANCADA

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)

N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	28.25	28.10	28.00
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	19.98	19.83	19.73
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014
CALCULO						
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³	1.390	1.380	1.373

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)

N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	30.00	30.15	30.00
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	21.73	21.88	21.73
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014
CALCULO						
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m ³	1.552	1.563	1.552

PESO ESPECIFICO (ASTM C 131)

N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	2465.00	2487.00	2450.00
2	PSSS	B	gr	2500.00	2500.00	2500.00
3	PSSS SUMERGIDO + CANASTILLA		gr	2432.00	2428.00	2434.00
4	PESO DE LA CANASTILLA		gr	913.00	913.00	913.00
5	PSSS SUMERGIDO	C	gr	1519.00	1515.00	1517.00
CALCULO						
6	PESO ESPECIFICO APARENTE	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.513	2.523	2.503
7	PESO ESPECIFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.513	2.523	2.513
8	PESO ESPECIFICO NOMINAL	A/(B+A-C)	gr/cm ³	2.606	2.599	2.637

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)

MUESTRA	PMH	PMSH	W%
M - 1	488.04	483.10	1.02%
M - 2	504.40	499.70	0.94%
M - 3	487.10	482.55	0.94%
W% PROMEDIO			0.97%

ABSORCION (Abs %) (ASTM C 131)

MUESTRA	PSSS	PMSH	Ab%
M - 1	2500.00	2465.00	1.42%
M - 2	2500.00	2487.00	0.52%
M - 3	2500.00	2450.00	2.04%
Ab% PROMEDIO			1.33%

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

AGI 211.11

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	RESPONSABLE	Arg. German RAMIREZ
Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [$f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$], en la Provincia y Región de Pasco	ING.RESP.	Ing. Eric M. CHAVEZ
SOLICITANTE:	FECHA	= 24/06/2019
UBICACIÓN:	FORMATO	= F-001

DATOS DE LA MUESTRA

PROC. AGREGADO GRUESO	CANTERA COCHAMARCA
PROC. AGREGADO FINA	CANTERA COCHAMARCA

DATOS DE GENERALES

PARA CONCRETO A DISEÑAR	-	210 kg/cm^2
-------------------------	---	-----------------------------

PROPIEDADES DE MATERIALES

	CEMENTO	Tipo I Andino	P. Especifico	3.11 g/cm^3
	AGUA	Potable	P. Especifico	1 g/cm^3
PROPIEDAD		AG. FINO	AG. GRUESO	
P.E. masa	:	1.751	2.601	g/cm^3
%Absorción	:	2.67	1.33	%
%Contenido de Humedad	:	3.35	0.97	%
T.M.N.	:		0.75	pulgada
T.M.	:		1	pulgada
Modulo de Finura	:	3.95		
P.U.S.	:	1705	1751	kg/m^3
P.U.G.	:		1555	kg/m^3
Pasante n° 200	:			%
P.E "SSS"	:			g/cm^3
P.E. masa	:	1.751	2.601	g/cm^3
P.E aparente	:			g/cm^3

PASOS DEL DISEÑO

1. Determinación de la Resistencia Promedio f'_{cr}

- a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s + 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm^2

- b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla 2.2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

TABLA 2.2. Relaciones de la resistencia promedio

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 380	$f'_c + 84$
Cobre 380	$f'_c + 98$

f'_c	f'_{cr}
	236.8
	221.6

f'_{cr} 294 kg/cm^2

2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO

TMN **3/4**

19.05 mm

3. Selección del Asentamiento (SLUMP)

Consistencia	Slump
Seca	0 - 2 pulg
Plástica	3 - 4 pulg
Fluida	>= 5 pulg

Slump 4 pulg

101.6 mm

4. Determinación del Contenido de Agua

Agua 205.00 Litros

TABLA EN

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m³ para los tamaños más nominales de agregado grueso y consistencia estándar

Apareamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
concreto con aire incorporado								
1" a 2"	227	199	190	179	160	154	130	112
2" a 4"	228	216	205	193	181	165	145	124
4" a 7"	243	224	214	202	190	174	148	—
concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	174	168	160	150	142	120	107
2" a 4"	202	193	184	175	165	157	130	119
4" a 7"	243	235	227	214	204	186	154	—

Tabla confeccionada por el Comité 211 del ACI.

5. Contenido de Aire por M3

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%
Cont. Aire	2.0%

%

6. Relacion Agua - Cemento

x0 300 0.55 y0
 x 294 0.5554 yx
 x1 280 0.62 y1

$$x_0 = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

Agua/Cemento 0.555

RELACION AGUACEMENTO POR RESISTENCIA

f'c (MPa/m ²)	Relación aguacemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.60	0.53
300	0.55	0.48
350	0.48	0.40
400	0.43	—
450	0.38	—

Tabla confeccionada por el Comité 211 del ACI.

7. Peso de Cemento por M3 (Factor Cemento)

Cemento 367.12 kg/m3

8.6 bolsas/m3

$$C = (a/c) \frac{1}{A_g/a}$$

8. Contenido de Agregado Grueso por M3

Vol.Agr.Grueso 0.600 m3

$$PESO_AG. = Vol_AG * PU.C$$

TABLA EN

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino. (5/10)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	3.00	2.80	2.60	2.50
3/8"	0.55	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.68	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70

Peso A.S.seco 933.00 kg/m3

Grado	0.75	0.75	0.75	0.75
2"	0.70	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla Correciones por el Contenido de Agua

9. Calculo de Volúmenes Absolutos

Cemento	0.118	m3
Agua	0.205	m3
Aire	0.020	m3
Agr. Grueso	0.358	m3
Volumen	0.702	m3

10. Contenido de Agregado Fino por M3

$$\text{Peso}_{A.F.} = \text{Vol}_{A.F.} * P_{Emasa}$$

Vol.Agr.Fino 0.295 m3
Agr.Fino Seco 522.230 kg/m3

$$\text{Vol.Agr.Fino} = 1 - V.A.C.$$

11. VALORES DE DISEÑO DE MEZCLAS PARA MATERIALES SECO

Cemento	367.120	kg/m3
Agua	205.000	l/m3
Agr. Fino	522.230	kg/m3
Agr. Grueso	933.000	kg/m3

12. Correccion por Humedad del Agregado

Calculo de los pesos humedos

Ag fino* 539.72 kg/m3 $\text{Ag}_{fino} = \text{Peso}_{seco} * (1 + CH)$

Ag grueso* 942.05 kg/m3 $\text{Ag}_{grueso} = \text{Peso}_{seco} * (1 + CH)$

Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

AGREGADO	Peso	Cont. Hum.	Absorcion	Var. Peso	
Agr. Fino	522.230	3.35	2.67	3.55	l/m3
Agr. Grueso	933.000	0.87	1.33	-3.38	l/m3
aporta agua				0.18	l/m3

Agua efectiva* 204.81 Litros

$$\text{Agua}_{Efectiva} = \text{Agua} - \text{Correccion}$$

13. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento 367.120 kg/m3
Agua 204.805 l/m3
Agr. Fino 539.725 kg/m3
Agr. Grueso 942.050 kg/m3

8.64 bits

14. Relacion en Peso

$$\frac{C}{C} = \frac{\text{Peso}_{A.G.}}{C} = \frac{\text{Peso}_{A.F.}}{C}$$

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA	
1	1.47	2.57	23.71	lt/bls

15. Peso por tanda de saco

42.5 peso de 1 bolsa de cemento

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
42.5	62.48	109.06	23.71
kg/saco	kg/saco	kg/saco	lt/saco

16. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS PARA EL VACIADO DE 6 PROBETAS

Volumen 0.039760782 $\pi \cdot (d/2)^2 \cdot h$

Cemento	14.597
Agua	8.143
Agr. Fino	21.460
Agr. Grueso	37.457

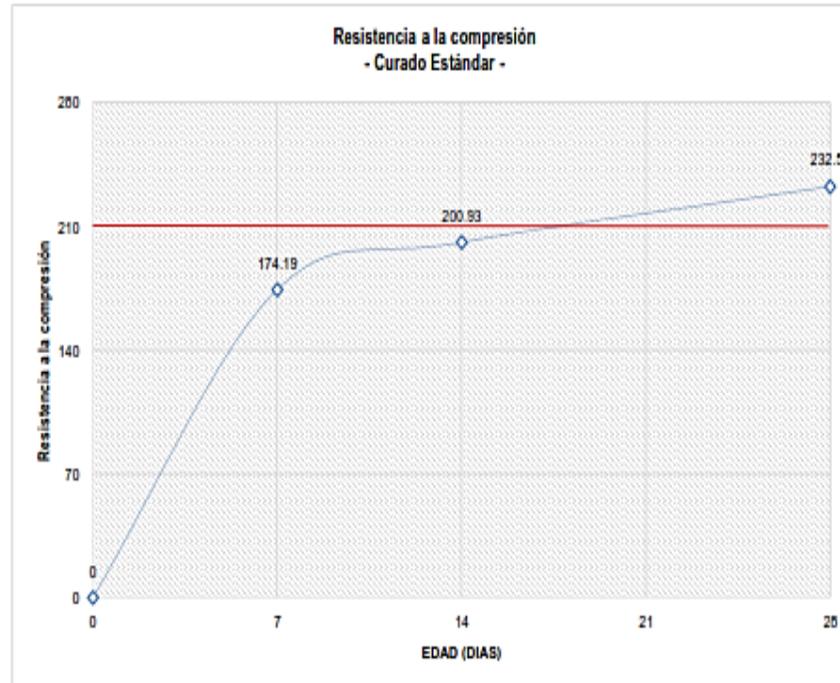
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [f' c=210 kg/cm ²] ² , en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ M
SOLICITANTE	: FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN	: CANTERA COCHAMARCA	FECHA	: 23/07/2019
		FORMATO	: 1

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kg/cm²

TEMPERATURA DE CURADO	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
					N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
PATRON	1A	25/06/2019	02/07/2019	7	15.2	15.1	15.15	29.9	30.0	29.95	1.96	OK	160.3	31400	174.19	82.95%	70%	CONO	SI CUMPLE	174.19
	2A	25/06/2019	09/07/2019	14	14.6	14.9	14.85	30.4	30.4	30.40	2.05	OK	173.2	34800	200.93	95.68%	85%	COLUMNA	SI CUMPLE	200.93
	3A	25/06/2019	23/07/2019	28	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	161.5	42100	232.01	110.48%	100%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
	4A	25/06/2019	23/07/2019	28	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	161.5	42200	232.56	110.74%	100%	COLUMNA	SI CUMPLE	232.56
	5A	25/06/2019	23/07/2019	28	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	161.5	42300	233.11	111.01%	100%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	



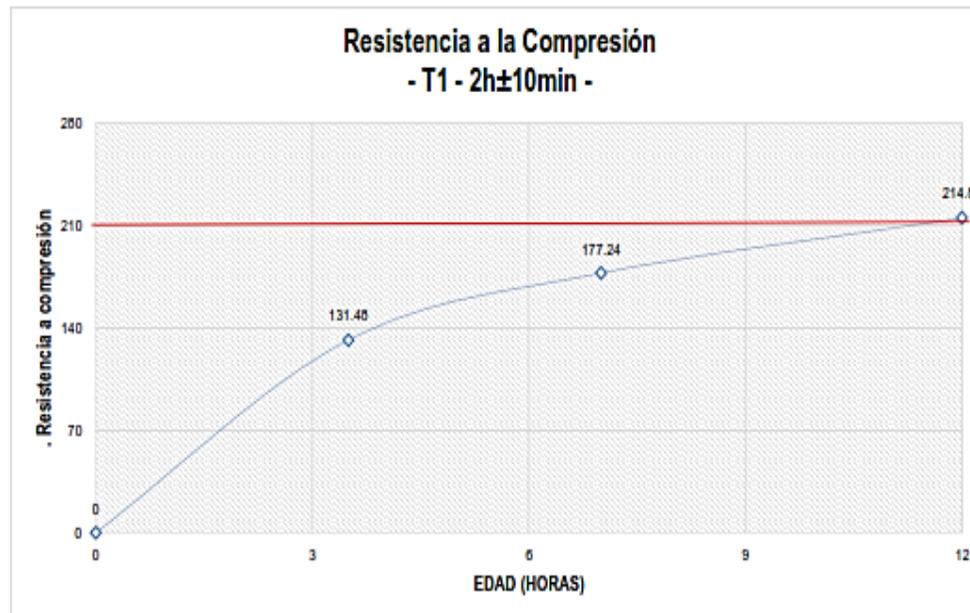
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [f' c=210 kg/cm ²], en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE	: Arq. German RAMREZ M
SOLICITANTE	: FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN	: CANTERA COCHAMARCA	FECHA	:
		FORMATO	:

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kg/cm²

TEMPERATURA DE CURADO	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	HORAS	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTÉZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
					N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
35°	3B	26/06/2019	26/06/2019	3.5	15.3	15.2	15.25	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	162.7	23700	129.75	61.79%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	131.46
	4B	26/06/2019	26/06/2019	3.5	15.1	15.1	15.1	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	179.1	24000	134.02	63.82%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
	5B	26/06/2019	26/06/2019	3.5	15	15.2	15.1	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	179.1	23400	130.67	62.22%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
35°	3C	26/06/2019	26/06/2019	7	14.9	15.1	15	29.5	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	31200	176.56	84.07%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	177.24
	4C	26/06/2019	26/06/2019	7	15.3	14.9	15.1	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	179.1	31900	178.13	84.83%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
	5C	26/06/2019	26/06/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	179.1	31700	177.02	84.29%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
35°	3D	26/06/2019	26/06/2019	12	15.1	15.3	15.2	29.5	30.00	29.90	1.97	OK	161.5	39100	215.46	102.61%	100%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	214.87
	4D	26/06/2019	26/06/2019	12	15.3	15.2	15.25	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	162.7	38900	212.97	101.41%	100%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
	5D	26/06/2019	26/06/2019	12	14.9	15.1	15	29.5	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	38200	216.17	102.94%	100%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	



RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto [f' c=210 kg/cm] ² , en la Provincia y Región de Pasco	RESPONSABLE :	Arq. German RAMIREZ M
SOLICITANTE :	FILOMENO CLEMENS FILIO CHAGUA	ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN :	CANtera COCHAMARCA	FECHA :	27/06/2019
		FORMATO :	1

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kg/cm²

TEMPERATURA DE CURADO	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	HORAS	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACION DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCION DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
					N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
35°	3B	27/06/2019	27/06/2019	3.5	15.3	15.2	15.25	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	162.7	27700	151.65	72.22%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	153.49
	4B	27/06/2019	27/06/2019	3.5	15.1	15.1	15.1	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	179.1	26200	157.47	74.99%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
	5B	27/06/2019	27/06/2019	3.5	15	15.2	15.1	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	179.1	27100	151.33	72.06%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
35°	3C	27/06/2019	27/06/2019	7	14.9	15.1	15	29.5	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	36900	208.61	99.43%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	204.74
	4C	27/06/2019	27/06/2019	7	15.3	14.9	15.1	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	179.1	35900	200.47	95.46%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
	5C	27/06/2019	27/06/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	179.1	36700	204.94	97.59%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
35°	3D	27/06/2019	27/06/2019	12	15.1	15.3	15.2	29.5	30.00	29.90	1.97	OK	161.5	41100	226.50	107.86%	100%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	227.61
	4D	27/06/2019	27/06/2019	12	15.3	15.2	15.25	29.5	30.00	29.90	1.96	OK	162.7	41600	228.65	108.96%	100%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
	5D	27/06/2019	27/06/2019	12	14.9	15.1	15	29.5	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	40200	227.49	108.33%	100%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	

