

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



**VARIACIÓN DE RESISTENCIAS VS. EDADES Y
RELACIÓN A/C CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I
(SOL)**

PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO

PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR : Bachiller DIANA ROXANNA TUFINO

SANTIAGO

DIRECTORA – ASESORA : ING. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI

LIMA – PERÚ

2009

AGRADECIMIENTOS : *Quisiera agradecer y expresarle toda mi gratitud, a las ingenieras Liliana Chavarría Reyes y Enriqueta Pereyra Salardi, quienes me orientaron y apoyaron durante todo el proceso de realización de la tesis, además de ser mis profesoras las considero un ejemplo de profesional y mujer a seguir. Agradezco a mis hermanos por su amor y ejemplo de vida, también doy gracias a una persona especial en mi vida Juan Carlos por su apoyo y comprensión mutuo para la realización de este proyecto.*

***DEDICATORIA:** Todo mi agradecimiento a DIOS, por sus bendiciones y darme fuerzas para este nuevo proyecto, doy gracias a mis padres William y Reina por su amor y por el apoyo incondicional que muestran día a día.*

INDICE

Contenido

INDICE	4
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES	7
INTRODUCCIÓN	7
1.2. PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN	8
1.3. OBJETIVOS	8
CAPÍTULO II MATERIALES	9
2.1. CEMENTO PÓRTLAND TIPO I.....	9
2.1.1. Definición.....	9
2.1.2. Análisis químico	9
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CEMENTO PÓRTLAND.....	10
2.1.3. Consistencia normal.....	11
2.1.4. Tiempo de fraguado	11
2.1.5. Peso Específico	12
AGREGADO FINO.....	12
2.2.1. Definición.....	12
2.2.2. Granulometría del agregado fino (NTP 400.012)	13
2.2.3. Módulo de fineza	14
2.2.4. Superficie específica	14
2.2.5. 2.2.5. Peso unitario (NTP 400.017)	15
2.2.6. Peso específico (NTP 400.022).....	16

2.2.7. Porcentaje de absorción (NTP 400.022).....	17
2.2.8. Contenido de humedad (NTP 400.010).....	18
2.2.9. Material que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018).....	18
2.3.1. Definición	19
2.3.2. Granulometría (NTP 400.012).....	20
2.3.3. Módulo de fineza.....	22
2.3.4. Superficie específica.....	22
3.5. Peso unitario (NTP 400.017).....	23
2.3.5. Peso específico (NTP 400.021)	24
2.3.7. Porcentaje de absorción (NTP 400.021).....	25
2.3.8. Contenido de humedad (NTP 400.010).....	26
2.3.9. Material que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018).....	26
2.3.10. Resistencia al desgaste. (NTP 400.019)	27
CAPÍTULO III – DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	28
3.1 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I PARA LAS RELACIONES a/c 0,41; 0,48; 0,57; 0,68; 0,82.....	28
CAPÍTULO IV ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO.....	33
4.1. ASENTAMIENTO. (NTP N° 339.045).	33
4.2. PESO UNITARIO DEL CONCRETO. (NTP N° 339.046)	34
4.3. CONTENIDO DE AIRE. (NTP N° 339.083).....	35
4.4. RENDIMIENTO DEL CONCRETO	36
CAPÍTULO V – ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO	39
5.1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 28, Y 60 DÍAS CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I.....	39
RELACIÓN a/c VERSUS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	40

5.2 TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO RELACIÓN a/c 0,41; 0,48; 0,57; 0,68; 0,82. (NTP 339.082)	41
Procedimiento del ensayo de fragua con el penetrómetro Acme.....	41
CAPÍTULO VI- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	43
CAPÍTULO VII- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
CONCLUSIONES	45
7.2 RECOMENDACIONES	47
GALERÍA DE FOTOS	48
AGREGADOS	48
PREPARACIÓN DE MEZCLA	50
ENSAYO DE CONCRETO FRESCO	51
ENSAYO DE PESO UNITARIO	51
ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE	53
ENSAYO DE SLUMP.....	53
ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO.....	56
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	56
DE FRAGUA.....	58
BIBLIOGRAFÍA.	61

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

INTRODUCCIÓN

El concreto surge en el siglo XIX con la revolución industrial que dio origen a las primeras macrociudades con edificaciones, puentes y otras construcciones que requerían tomar esfuerzos de tracción y flexión; no compatibles con la albañilería en piedra. Paralelamente la revolución industrial transformó los hornos de clínker con un mejor control y mayores temperaturas y la producción económica de agregados y barras de acero para concreto armado.

Las pastas de cemento constituían el eslabón más débil del concreto y le daba su valor resistente. La rotura se producía en la zona de transición entre la pasta y el agregado por su mayor porosidad y la orientación de los productos de hidratación.

La pasta de cemento en sí misma no se empleaba como material constructivo, requiriendo su aglomeración con agregados debido a sus deformaciones y costosos factores que eran atenuados por los agregados.

En el siglo que se inicia, será posible disponer de nuevos materiales a base de cemento con altas cualidades mecánicas y de performance frente a las acciones agresivas, para el estudio de la presente tesis en las cuales el rol esencial del cemento se conjuga con el aporte de la relación 0,41; 0,48; 0,57; 0,68; 0,82 que densifican el tiempo de fraguado en los días 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 28 y 60 días.

1.2. PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN

La problemática se inició, al desear corroborar los resultado de la resistencia a la compresión desde el día 1 al día 60 de cinco relaciones a/c, no teniendo resultado alguno, ya que se encontró tablas que carecían de valor pues nadie se atribuía la autoría de ellos. Es así como se inicia esta tesis en busca de justificar y comprobar los resultados del comportamiento del concreto, que cada día son usados por muchos de los profesionales.

1.3. OBJETIVOS

Realizar los ensayos a la compresión y verificar la veracidad de los resultados que encontramos diariamente en libros, revistas y otros medios que no tienen ninguna validación por la NTP (Norma Técnica Peruana), de esta manera se elaborará mezclas de concreto de 5 relaciones a/c diferentes, utilizando cemento pórtland Tipo I con agregados según indica la Norma Técnica Peruana.

CAPÍTULO II MATERIALES

2.1. CEMENTO PÓRTLAND TIPO I

2.1.1. Definición

El cemento pÓrtland normal es definido como el producto obtenido por la pulverización muy fina del clÍnker pÓrtland con la adición eventual de yeso natural, según la norma

El cual está constituido esencialmente de silicato de calcio hidráulico, posteriormente a la calcinación se le adiciona agua y sulfato de calcio amorfo o no tratado (yeso).

Según la norma ASTM C-150, clasifica el cemento pÓrtland normal en cinco diferentes tipos Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV, Tipo V de acuerdo a las propiedades de los compuestos principales: Óxido de calcio, óxido de sílice, óxido de aluminio.

El cemento que estamos usando para esta tesis es:

Tipo I: Para usos generales en la construcción, donde no se requiere tenga propiedades especiales.

2.1.2. Análisis químico

Los cementos pertenecen a la clase de materiales denominados aglomerantes en construcción, como la cal aérea y el yeso (no hidráulico), el cemento endurece rápidamente y alcanza resistencias altas; esto gracias a reacciones complicadas de la combinación cal – sílice.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CEMENTO PÓRTLAND

TIPO I (SOL)

ELEMENTO	CEMENTO PÓRTLAND TIPO I (SOL)
Óxido de Calcio, CaO (%)	63,20
Óxido de Sílice, SiO ₂ (%)	19,79
Óxido de Aluminio, Al ₂ O ₃ (%)	6,15
Óxido de Hierro, Fe ₂ O ₃ (%)	2,82
Óxido de Potasio, K ₂ O (%)	0,96
Óxido de Sodio, Na ₂ O (%)	0,28
Trióxido de Azufre, SO ₃ (%)	2,58
Óxido de Magnesio, MgO (%)	3,16
Cal Libre (%)	0,52
Punto de Ignición (%)	0,80
Residuos Insolubles (%)	0,62
CaO Libre (%)	0,52
Álcalis (%)	0,91

2.1.3. Consistencia normal

Es la cantidad de agua que se le agrega al cemento, este le comunica una determinada fluidez, la cual aumenta al incrementarse el contenido de agua. Existe una determinada fluidez para la cual debe agregarse cierta cantidad de agua. Esta fluidez es lo que se llama consistencia normal. Los valores encontrados en un ensayo de consistencia normal no se utilizan para el control de calidad del cemento, pero se considera complementaria de otros ensayos como el tiempo de fraguado y la estabilidad de volumen.

2.1.4. Tiempo de fraguado

Cuando el cemento se mezcla con el agua, las reacciones químicas que se producen originan cambios en la estructura de la pasta, conservando la mezcla su plasticidad durante un cierto tiempo, desde pocos minutos hasta varias horas, para luego ocurrir varios fenómenos sucesivos:

Un aumento relativamente brusco es la viscosidad acompañado de una elevación de temperatura de la pasta. A este proceso se le conoce como principio del fraguado o fraguado inicial según menciona la NTP 339-077.

Después de un período de algunas horas, la pasta se vuelve indeformable y se transforma en un bloque rígido. A este momento se le conoce como el fin del fraguado o fraguado final. La resistencia aumenta con regularidad a medida que transcurre el tiempo.

Por lo tanto, el término tiempo de fraguado, es un concepto convencional que se emplea para designar el período que necesita una mezcla de cemento y agua para adquirir una dureza previamente fijada. Es esencial que el fraguado no sea ni demasiado rápido ni demasiado lento. Si es muy rápido el tiempo será insuficiente para colocar el concreto antes que

adquiera rigidez. Si es muy lento se pueden originar retrasos en el avance y utilización de la estructura.

2.1.5. Peso Específico

El peso específico del cemento corresponde al material en estado compacto. Su valor suele variar, para los cementos pórtland normales, entre 3,0 y 3,2.

Cuando el cemento contiene adiciones minerales que lo convierten en un cemento combinado, con una densidad menor a la del clínker puro, los valores indicados descienden notablemente, al igual que en el caso de los cementos meteorizados. Usualmente en el Perú se considera un valor del orden de 2,97 para los cementos tipo IP y IPM.

Su determinación es particularmente necesaria en relación con el control y diseño de las mezclas de concreto. Se sigue las recomendaciones de la Norma ASTM C 188.

AGREGADO FINO

2.2.1. Definición

Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33.

Los agregados pueden constituir hasta las tres cuartas partes en volumen, de una mezcla t pica de concreto; razón por la cual haremos un análisis minucioso y detenido de los agregados utilizados en los ensayos de esta tesis.

2.2.2. Granulometría del agregado fino (NTP 400.012)

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la NTP 400.012 o ASTM C136. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler. Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

Malla	Diámetros	Porcentaje que pasa %
9,52 mm	3/8"	100
4,76 mm	N° 4	95 a 100
2,36 mm	N° 8	80 a 100
1,18 mm	N° 16	50 a 85
595 micrones	N° 30	25 a 60
297 micrones	N° 50	10 a 30
149micrones	N° 100	2 a 10

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%, el porcentaje indicado para las mallas N° 50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente.

El módulo de fineza no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 logrando mantener los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

Se realizaron tres ensayos granulométricos con el agregado fino obteniendo un promedio de los retenidos de cada ensayo granulométrico.

a.- Tamaño máximo (TM).

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

b.- Tamaño Máximo Nominal (TMN)

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

2.2.3. Módulo de fineza

Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de las series estandarizadas, dividido entre 100. Las series estandarizadas consisten en mallas, cada una es el doble del tamaño de la precedente: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8”, hasta la malla de tamaño más grande según la norma NTP 400.011.

Los valores típicos tienen un rango entre 2,3 y 3,1 donde el valor más alto indica una gradación más gruesa.

2.2.4. Superficie específica

La superficie específica o área superficial del agregado fino, se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en cm²/g.

$$Superficie\ Específica\ (cm^2 / g) = \frac{0,06}{P.Específico\ Agregado} \times \sum \frac{P_i}{d_i}$$

Además.

$$\sum \frac{P_i}{d_i} = \frac{P_1}{d_1} + \frac{P_2}{d_2} + \frac{P_3}{d_3} + \dots + \frac{P_n}{d_n}$$

Donde:

P_i : Porcentaje retenido por la malla del agregado.

d_i : Diámetro promedio de dos mallas consecutivas.

2.2.5 2.2.5. Peso unitario (NTP 400.017)

Es el cociente de dividir, el peso de las partículas secas del agregado entre el volumen de las mismas, considerando los vacíos entre ellas (volumen aparente). Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico.

El peso unitario varía según las condiciones intrínsecas del agregado como: su forma, su granulometría y tamaño máximo con el volumen del recipiente, la forma de colocación; por lo que su determinación en el laboratorio no siempre corresponde al que se obtiene en condiciones de obra.

a- Peso unitario suelto :

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescritas, que depende del tamaño máximo del agregado hasta que desborde y después es nivelado haciendo rodar una varilla por encima. Se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\ 000}{W_a}$$

$$P.U.S = f \times W_s$$

b.- Peso unitario compactado:

Cuando el cilindro (recipiente) se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de 5/8” de diámetro, y se remueve lo que sobresalga. Se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\ 000}{W_a}$$

$$P.U.C = f \times W_c$$

2.2.6. Peso específico (NTP 400.022)

La Norma Técnica Peruana, establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado fino.

Las definiciones que se sugieren en la presente norma son:

a.- Peso específico aparente

Es la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire, de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas, si el material es un sólido, el volumen es igual a la porción impermeable.

$$\text{Peso específico aparente } (G_a) = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

b.- Peso específico de masa

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material); a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

$$\text{Peso específico de masa } (G) = \frac{A}{V - W}$$

c.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco.

Es lo mismo que el peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros permeables.

$$(G_{SSS}) = \frac{500}{V - W}$$

2.2.7. Porcentaje de absorción (NTP 400.022)

Este ensayo nos permite determinar el porcentaje de absorción (después de 24 horas en el agua).

Según la NTP, podemos definir la absorción, como la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergido en el agua durante 24 horas. Se expresa como un porcentaje del peso

del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco.

$$\textit{Porcentaje de absorción (a \%)} = 100 \times \frac{500 - A}{A}$$

2.2.8. Contenido de humedad (NTP 400.010)

Se puede definir el contenido de humedad, como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%).

Si el agregado tiene una humedad inferior a la absorción, se debe agregar más agua al concreto para compensar lo que absorben los agregados. Por el contrario, si la humedad está por encima de la absorción, el agua a agregar al concreto será menor, ya que los agregados aportarán agua. Debemos ajustar la cantidad de agua a agregar al concreto teniendo en cuenta la humedad de los agregados en el momento de elaborar el concreto, ya que, si la humedad es alta, aumentará la relación agua/cemento y disminuirá la resistencia, y si es baja, no se logrará la trabajabilidad deseada. Ambas observaciones influyen mucho en la resistencia y propiedades del concreto, por lo que es importante saber controlar este concepto para tener resultados óptimos.

2.2.9. Material que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018)

Según la NTP 400.018 el porcentaje que pasa la malla N° 200 se calcula como la diferencia del peso de la muestra y el peso de la muestra lavada y secada dividido entre el peso de la muestra y multiplicado por cien.

El procedimiento aplicado se detalla a continuación:

- Se superpone los tamices N° 16 (1,18 mm) y el N° 200 (0,075 mm) de manera que el de mayor abertura quede en la parte superior.
- Se coloca la muestra de ensayo en el recipiente y se agrega suficiente cantidad de agua para cubrirla.
- El contenido del recipiente se agita con el vigor necesario como para separar completamente el polvo de las partículas gruesas, y hacer que éste quede en suspensión, de manera que pueda ser eliminado por decantación de las aguas de lavado.
- Se vierten las aguas del lavado en los tamices cuidando en lo posible que no se produzca el arrastre de las partículas gruesas.
- Se repite la operación hasta que las aguas de lavado sean claras, se reintegra a la muestra lavada todo el material retenido en los tamices y finalmente se seca la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

AGREGADO GRUESO

2.3.1. Definición

El agregado grueso, es un material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenida en el tamiz 4,75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 ó ASTM C 33.

Varias propiedades físicas comunes del agregado, son relevantes para el comportamiento del agregado en el concreto.

2.3.2. Granulometría (NTP 400.012)

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33. La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼”.

Tamaño máximo (TM).

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal (TMN)

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

La mayoría de los especificadores granulométricos se dan en función del tamaño máximo nominal y comúnmente se estipula de tal manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos.

Granulometría Continua.

Se puede observar luego de un análisis granulométrico, si la masa de agrupados contiene todos los tamaños de gramos, desde el mayor hasta el más pequeño, si así ocurre se tiene una curva granulométrica continua.

Granulometría Discontinua

Al contrario de lo anterior, se tiene una granulometría discontinua cuando hay ciertos tamaños de grano intermedios que faltan o que han sido reducidos o eliminados artificialmente.

N	Tamaño	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados																
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4						
1	3 1/2"a 1/2"	100	90a100		25a60		0a15		0a5									
2	2 1/2"a 1/2"			100	90a100	35a70	0a15		0a5									
3	2"a 1"				100	90a100	35a70	0a15		0a5								
357	2"a #4				100	95a100		35a70		10a30		0a5						
4	1 1/2"a 3/4"						100	90a100	20a55	0a15		0a5						
467	1 1/2"a #4						100	95a100		35a70		10a30	0a5					
5	1"a 1/2"						100	90a100	20a55	0a10	0a5							
56	1"a 3/8"						100	90a100	40a85	10a40	0a15	0a5						
57	1"a #4							90a100		25a60		0a10	0a5					
6	3/4"a 3/8"							100	90a100	20a55	0a15							
67	3/4"a #4							100	90a100		20a55	0a10	0a5					

7	1/2" a #4								100	90a1 00	40a7 0	0a1 5	0a5	
8	3/8" a #8									100	85a1 00	10a 30	0a1 0	0a5

2.3.3. Módulo de fineza

Es un concepto teórico determinado en un índice que refleja el tamaño de las partículas del agregado grueso, el módulo de fineza conforme a la norma NTP 400.011 es la sumatoria de los porcentajes retenidos de la malla 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100. El módulo de finura del agregado grueso es útil en las mezclas de concreto y se obtiene, conforme a la norma NTP 400.011

$$\text{Módulo de Finura} = mg = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado (malla serie standard)}}{100}$$

100

2.3.4. Superficie específica

La superficie específica de los agregados es un factor primario en el diseño de concreto. Teóricamente se señala "Que si se mantiene constante la superficie específica de los agregados, así se varíe la granulometría de los mismos, se podría generar un concreto de iguales propiedades tanto en estado fresco como endurecido".

Se realizaron tres repeticiones por tratamiento, cada tratamiento tenía una granulometría diferente a la del patrón; la selección de los tratamientos, se hizo partiendo del criterio "Que los agregados discontinuos son aquellos en los que es difícil reproducir las propiedades del concreto inicial", es por ello que para cada tratamiento se eliminó lo retenido en un tamiz determinado 1", 3/4", 3/8", 1/2", N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y Fondo.

A pesar de variar la granulometría todos los tratamientos mantuvieron la misma superficie específica; esto se consiguió haciendo uso del método, el mismo que recalcula los porcentajes de arena y piedra presentes en el concreto para los diferentes tratamientos. Se utilizaron como variables de estudio del concreto la resistencia a la compresión y la trabajabilidad medida a través de la prueba del slump.

$$\text{Superficie Específica (cm}^2 \text{ / g)} = \frac{0,06}{P. \text{Específico Agregado}} \times \sum \frac{P_i}{d_i}$$

Además.

$$\sum \frac{P_i}{d_i} = \frac{P_1}{d_1} + \frac{P_2}{d_2} + \frac{P_3}{d_3} + \dots + \frac{P_n}{d_n}$$

Donde:

P_i : Porcentaje retenido por la malla del agregado.

D_i : Diámetro promedio de dos mallas consecutivas

3.5. Peso unitario (NTP 400.017)

El peso unitario del agregado grueso, al igual que el agregado fino, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, expresado en Kg/m³. Es una característica importante del concreto, porque es el índice de propiedades que a su vez influyen decisivamente en el empleo que se le da. El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1 500 y 1 700 Kg/m³.

La norma NTP 400.017 reconoce dos grados: suelto y compactado.

- **I. Peso unitario suelto :**

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un contenedor de diámetro y profundidad prescritas que depende del tamaño máximo del agregado hasta que desborde y después es nivelado haciendo rodar una varilla por encima. Luego se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\ 000}{W_a} \qquad P.U.S = f \times W_s$$

- **II. Peso unitario compactado:**

Cuando el contenedor se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de 5/8” de diámetro. Luego se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

$$f = \frac{1\ 000}{W_a} \qquad P.U.C = f \times W_c$$

2.3.5. Peso específico (NTP 400.021)

El peso específico del agregado grueso es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control. El valor del peso específico para agregados normales oscila entre 2 500 y 2 750. A continuación se muestra las expresiones que se

utilizan para calcular los tres estados de pesos específicos al igual como hemos aplicado anteriormente con el agregado fino.

$$\text{Peso específico de masa } (G) = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\text{Peso específico de masa saturados superficialmente seco } (G_{sss}) = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Peso específico aparente } (G_a) = \frac{A}{(A - C)}$$

2.3.7. Porcentaje de absorción (NTP 400.021)

Se denomina absorción del agregado grueso cuando tiene todos sus poros saturados pero la superficie del mismo está seca. Es en esta condición como se hacen los cálculos de dosificación para elaborar concreto. La absorción del agregado grueso se determina de acuerdo con la norma ASTM C 127 de manera que se pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada mezcla. A continuación se presenta la expresión que se utiliza para calcular el porcentaje de absorción al igual como hemos aplicado anteriormente con el agregado fino.

$$\text{Porcentaje de absorción } (a \%) = 100 \times \frac{(B - A)}{A}$$

2.3.8. Contenido de humedad (NTP 400.010)

Se define como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%). es una característica importante que se debe de tomar en cuenta porque altera la cantidad de agua en el concreto y nos permite efectuar las correcciones necesarias en el proporcionamiento de las mezclas de diseño.

La norma, establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado grueso, los agregados se presentan en los siguientes estados: seco al aire, saturado superficialmente seco y húmedos; en los cálculos para el proporcionamiento de los componentes del concreto, se considera al agregado en condiciones de saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

2.3.9. Material que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018)

Este ensayo, consiste en determinar la cantidad de finos que se presenta en el agregado grueso, material que puede ser perjudicial para el concreto. Se calcula dividiendo el peso del material que pasa la malla N° 200 y el peso de la muestra, así como se muestra a continuación.

$$\% \text{ que pasa la malla } N^{\circ} 200 = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso de la muestra lavada y secada}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

2.3.10. Resistencia al desgaste. (NTP 400.019)

La resistencia al desgaste en los agregados gruesos, es una de las propiedades físicas en los cuales su importancia y su conocimiento es indispensable en el diseño de mezclas, es la resistencia a la abrasión o desgaste de los agregados.

Esta es importante porque con ella conoceremos la durabilidad y la resistencia que tendrá el concreto para la fabricación de losas, estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas.

La norma establece un método de ensayo para determinar en agregados gruesos de tamaños menores de 38,1 mm. (1 ½") su resistencia al desgaste (abrasión) usando la máquina de ensayo de los Ángeles.

CAPÍTULO III – DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

El diseño de mezcla es el proceso de escoger los materiales adecuados del concreto para determinar las cantidades relativas de los mismos, con el objeto de producir un concreto tan económico como sea posible, concreto con cierto mínimo de propiedades, especialmente resistencia, durabilidad y una consistencia requerida.

Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado, así como el asentamiento, relaciones agua/cemento a usar, las proporciones en que deben intervenir la piedra y la arena en base a gradaciones y consideraciones teóricas y/o prácticas.

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 mezclas.

3.1 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I PARA LAS RELACIONES a/c 0,41; 0,48; 0,57; 0,68; 0,82.

Los parámetros básicos, de diseño de mezclas de concreto son los siguientes:

a.- Volúmenes absolutos.

Todos los métodos de diseño de mezclas exactos, se basan en el principio de considerar en el cálculo, los volúmenes de los componentes sin incluir los vacíos entre ellos, de manera que sumados conjuntamente con el aire que atrapa el concreto suministren la unidad de medida que se esté adoptando, que usualmente es 1m^3 .

En consecuencia, se trabaja en los cálculos con el peso específico de masa, sea en condición seca o saturada superficialmente seca, para obtener los volúmenes sólidos de los componentes, de modo de dosificarlos adecuadamente para lograr la unidad volumétrica de medida.

b.- La relación agua/cemento

Un parámetro ineludible en el diseño de mezclas es la relación agua/cemento, pues como ya hemos visto al evaluar los conceptos sobre los materiales en el concreto.

Se establecen una serie de criterios para elegir la relación a/c más recomendable para cada caso particular y así tener alternativas de decisión al respecto cuando las condiciones particulares así lo exijan.

c.- La granulometría de los agregados gruesos y el tamaño máximo de la piedra.

Está generalizado mundialmente el criterio de utilizar las granulometrías o gradaciones de agregados que provean el mejor acomodo entre las partículas creando una estructura muy densa.

No se pueden establecer criterios absolutos en este aspecto, pero sin embargo, casi todos usan de alguna manera el concepto del módulo de fineza por el sustento teórico, lo que constituye un parámetro que siempre está ligado de alguna manera al diseño.

Dentro de la granulometría, un factor importante, es el tamaño máximo del agregado y su forma. Está justificado experimentalmente que este factor influya en la cantidad de agua que requiere la mezcla para satisfacer condiciones de trabajabilidad, y así cuanto mayor sea el tamaño del agregado y más redondeado, menor será el requerimiento de agua.

d.- La trabajabilidad y su trascendencia.-

La trabajabilidad constituye el parámetro más manejado por los que diseñen, producen y colocan concreto, sin embargo es el más difícil de definir, evaluar y cuantificar en términos absolutos.

Se define como el mayor o menor trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los diferentes procesos de fabricación, transporte, colocación, compactación y acabado.

Finalmente, en relación a los parámetros básicos y las tablas recomendadas hay que tener siempre presente que los diseños de mezcla los hacemos inicialmente asumiendo que las condiciones de temperatura y humedad son las estándar (20° centígrados), lo cual difiere por lo general de las condiciones reales, por lo que no deben perderse de vista nunca estos factores al diseñar y evaluar un diseño de mezcla, ya que puede trastornar nuestras premisas y resultados.

e.- Ajustes de mezclas de prueba.

El diseño de mezcla que mencionamos sirve para calcular las proporciones de los diferentes materiales que componen el concreto, permiten conocer unas cantidades que teóricamente producen un concreto con las propiedades deseadas. Sin embargo, existen algunos factores de los materiales que no se detectan en los ensayos y que traen como consecuencia un concreto con propiedades algo diferentes a las esperadas.

Por esto es necesario comprobar las cantidades teóricas por medio de mezclas de prueba la mezcla de prueba se debe efectuar de acuerdo con la norma N.T.P 339.082. A dicha mezcla se le verifica el peso unitario y el rendimiento volumétrico del concreto, así como el contenido de aire. También se debe observar que el concreto tenga la trabajabilidad y el acabado adecuado y que no se presente exudación ni segregación. De acuerdo a ello, se puede llevar a cabo los ajustes pertinentes con las proporciones de las mezclas subsecuentes siguiendo el procedimiento sugerido por el ACI y que se indica a continuación:

- Se estima de nuevo la cantidad de agua de mezclado necesaria por metro cúbico de concreto, dividiendo el contenido neto de agua de mezclado de la mezcla de prueba entre el rendimiento de la mezcla de prueba en metros cúbicos. Si el asentamiento de la mezcla de prueba no fue el correcto, se aumenta o se disminuye la cantidad estimada de agua en 2,00 Kg por cada centímetro de aumento o disminución del asentamiento requerido.
- Si el contenido de aire que se obtuvo no es el deseado (para concreto con aire incluido), se estima nuevamente el contenido de aditivo requerido para el contenido adecuado de aire, y se aumenta o se reduce el contenido de agua de mezclado en $3,00 \text{ Kg/m}^3$ por cada 1 % de contenido de aire que deba disminuirse o aumentarse en la mezcla de prueba previa.

- Se calculan los nuevos pesos de la mezcla partiendo de la elección de la relación agua/cemento. Si es necesario, se modifica el volumen de agregado grueso, con el objeto de lograr una trabajabilidad adecuada.

CAPÍTULO IV ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO

4.1. ASENTAMIENTO. (NTP N° 339.045).

El método de determinación empleado, es el ensayo del "Cono de Abrams" ó "Slump" (ASTM C -143) que define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica. Por consiguiente, se puede definir el asentamiento, como la medida de la diferencia de altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que la recubría. Es una prueba sencilla que se usa tanto en el campo como en el laboratorio. Se puede clasificar al concreto de acuerdo a su consistencia en tres grupos:

- Concretos consistentes o secos, con asentamiento de 0" a 2" (0 a 5 cm).
- Concretos plásticos, con asentamiento de 3" a 4" (7,5 a 10 cm).
- Concretos fluidos, con asentamientos con más de 5" (12,5 cm).



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

Elaborado por : Diana Tufino S.

NTP N° : 339.045

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

Relación a/c	Asentamiento del Concreto
0,41	2 1/2"
0,48	2 3/4"
0,57	3"
0,68	3 1/4"
0,82	3 3/4"

4.2. PESO UNITARIO DEL CONCRETO. (NTP N° 339.046)

Según la Norma ASTM 138-63, que consiste en determinar el volumen del concreto producido, con el fin de verificar la correcta dosificación y rendimiento de los materiales. Es una base para determinar el rendimiento de la mezcla, el contenido de cemento, así como el contenido de aire.

El peso unitario del concreto fresco nos permite formar un juicio inmediato de la calidad de la composición granulométrica y de la compactación del concreto, siendo un importante medio de control del concreto.

4.3. CONTENIDO DE AIRE. (NTP N° 339.083).

El objeto de este ensayo es determinar el contenido de aire atrapado en una mezcla fresca, con cualquier tipo de agregado.

El control del contenido de aire en el concreto fresco es esencial para mantener la calidad deseada.

El aire presente en los vacíos de la pasta de un concreto puede tener su origen en las siguientes causas:

- Aire original en los espacios de cemento y agregados pero después depositados en la pasta antes de endurecer.
- Aire originalmente presente en los espacios ínter granulares del cemento y agregados.
- Aire originalmente disuelto en el agua de la mezcla.
- Aire incorporado en el concreto durante los procesos de mezcla y colocación.



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Elaborado por : Diana Tufino S.

NTP N° : 339.083

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

Relación a/c	Contenido de Aire del Concreto
0,41	2,10%
0,48	2,10%
0,57	2,20%
0,68	2,20%
0,82	2,20%

4.4. RENDIMIENTO DEL CONCRETO

Calculo para hallar el rendimiento del concreto por bolsa de cemento en metros cúbicos.

Y: RENDIMIENTO

FÓRMULA

$$Y = V_H / N$$

$$V_H = [N * P_c + P_{af} + P_{ag} + P_a] / P_u$$

Donde

V_H = Volumen del concreto en m^3

N = Número de bolsas de cemento en Kg.

P_c = Peso de una bolsa de cemento, en Kg.

P_{af} = Peso total del agregado fino, en la condición en que se usa, Kg.

P_{ag} = Peso total del agregado grueso, en la condición en que se usa, Kg.

P_a = Peso total del agua añadida a la mezcla, en Kg.

P_u = peso unitario del concreto fresco en Kg / m^3



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RENDIMIENTO DEL CONCRETO

RELACIÓN	N	Pc	Paf	Pag	Pa	PU	VH	
PATRON	0,41	11,48	42,50	977,75	695,45	210,47	2404	0,99
	0,48	9,80	42,50	1013,07	720,57	211,05	2399	0,98
	0,57	8,30	42,50	1045,73	743,81	211,41	2380	0,99
	0,68	6,90	42,50	1073,92	763,85	211,71	2377	0,99
	0,82	5,70	42,50	1098,85	781,59	211,99	2370	0,99

CAPÍTULO V – ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO

5.1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 28, Y 60 DÍAS CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I.

El método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto corresponde a la NTP 339.034, la presente norma establece un procedimiento para determinar la resistencia del concreto sometido a compresión.

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto. En la presente tesis lo realizaremos desde el día 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 28, y a los 60 días.

Durante la presente tesis se consiguió tener las tolerancias de una probeta de acuerdo a las edades de las muestras, para esto tenemos la siguiente tabla, que nos indicara la tolerancias que debemos tener y como menciona la norma NTP N° 339.034.

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	\pm 0,5 h ó 2,1 %

3 días	±	2 h ó 2,8 %
7 días	±	6 h ó 3,6 %
28 días	±	20 h ó 3,0 %
90 días	±	2 h ó 2,2 %

Además, en la Norma ACI 211.1; se muestra un cuadro comparativo de las relaciones a/c y las resistencias a la compresión de las siguientes las relaciones a/c:

RELACIÓN a/c VERSUS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

f'c a 28 Días (kg/cm²)	Relación a/c en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0,41	-----
350	0,48	0,40
280	0,57	0,48
210	0,68	0,59
140	0,82	0,74

Valores aproximados y relativamente conservadores para concretos que contengan cemento Pórtland tipo I, esto nos sirve para realizar una comparación con los resultados que obtuvimos de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto de las diferentes relaciones a/c.

5.2 TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO RELACIÓN a/c 0,41; 0,48; 0,57; 0,68; 0,82. (NTP 339.082)

Según la norma NTP 339.082, es el proceso del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento.

El endurecimiento es el aumento de resistencia de una pasta de cemento fraguada. Cuando una muestra de cemento se mezcla con agua, se forma una pasta plástica; ésta se va perdiendo a medida que pasa el tiempo, hasta llegar un momento en que la pasta pierde su viscosidad y se eleva su temperatura; el tiempo transcurrido desde la adición del agua se llama “TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL”, e indica que el cemento se encuentra parcialmente hidratado y la pasta semidura.

Posteriormente, la pasta sigue endureciendo hasta que deja de ser deformable con cargas relativamente pequeñas, se vuelve rígida y llega al máximo de temperatura; el tiempo así transcurrido desde la mezcla con agua se denomina “TIEMPO DE FRAGUADO FINAL”, el cual indica que el cemento se encuentra aún más hidratado (aunque no totalmente) y la pasta ya está dura.

Procedimiento del ensayo de fragua con el penetrómetro Acme.

De acuerdo a la NTP 339.082 menciona que, justo antes de realizar el ensayo de penetración, remover el agua de la superficie del mortero por medio de un instrumento adecuado.

Para facilitar la colección del agua, inclinar el espécimen cuidadosamente hasta formar un ángulo de aproximadamente 10° con la horizontal, colocando un bloque bajo uno de los lados, 2 minutos antes de la remoción del agua.

Dependiendo del grado de fraguado de la mezcla, insertar la aguja de medida apropiada en el aparato de penetración y poner la superficie de la aguja en contacto con la superficie de mortero.

Gradualmente y uniformemente aplicar una fuerza vertical hacia abajo hasta que la aguja penetre en el mortero a una profundidad de $25\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ($1\text{pulg} \pm 1/16\text{ pulg}$) hasta la marca en la aguja.

El tiempo requerido para la penetración de 25mm deberá ser de $10\text{s} \pm 2\text{s}$. Registrar la fuerza para producir ésta penetración y el tiempo, medido como el tiempo transcurrido después del contacto inicial del cemento con el agua; calcular la resistencia a la penetración dividiendo la fuerza entre el área de contacto de la aguja y registrar la resistencia a la penetración. En las siguientes penetraciones evitar las áreas donde el mortero ha sido disturbado por los ensayos previos. La distancia entre impresiones será de al menos dos diámetros de la aguja que está siendo utilizada y en ningún caso menos de 15mm: La distancia entre alguna impresión de la aguja y la pared del contenedor deberá ser por lo menos 25mm (1 pulg).

CAPÍTULO VI- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

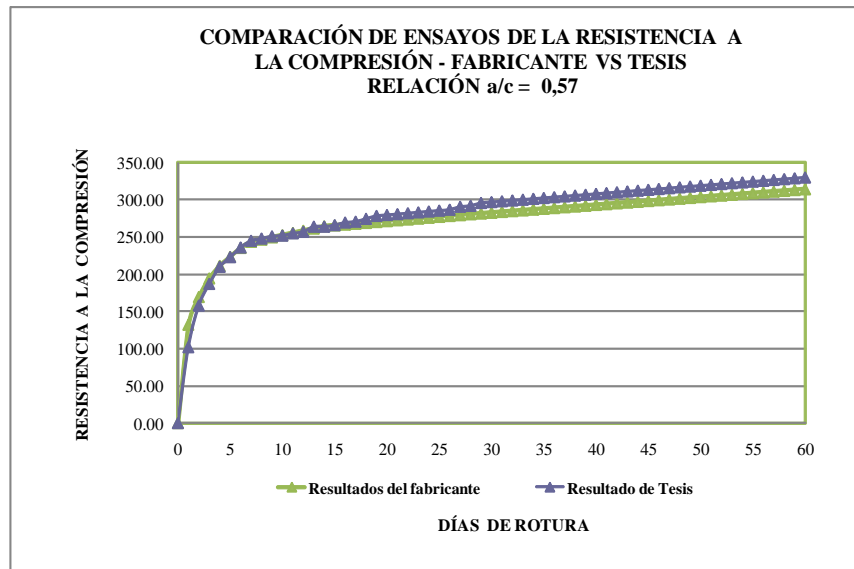
El presente trabajo de investigación se detalla los resultados obtenidos de cada estudio realizado (relación a/c 0,41; 0,48; 0,57; 0,68; 0,82).

- Del tiempo de fraguado del concreto, podemos analizar que este tipo de concreto requiere en promedio 4 horas para la fragua inicial y 7 horas para la final, estando dentro del rango que menciona la Norma ASTM C 494.
- La temperatura ambiente promedio fue para todas las relaciones a/c 21,5° centígrados,

Relación a/c	RESULTADOS DEL TIEMPO DE FRAGUA		INTERVALO SEGÚN Norma ASTM C 494	
	Inicial	Final	Inicial	Final
0,41	03h:07´	04h:40´	04h:00´	07h:00´
0,48	03h:16´	04h:40´	04h:00´	07h:00´
0,57	03h:37´	04h:42´	04h:00´	07h:00´
0,68	04h:28´	05h:40´	04h:00´	07h:00´
0,82	05h:28´	06h:48´	04h:00´	07h:00´

mientras la temperatura en los morteros tenemos como resultado un promedio de 26,2° centígrados siendo estas temperaturas medidas durante el ensayo con el penetrómetro de Acme.

- Se realizó la comparación de resultados de resistencia a la compresión de la relación a/c 0,57 proporcionados por el fabricante de Cemento Sol - Tipo I, (no contando con la información de las características de sus agregados), se puede observar que los resultados de la presente tesis tiene una tendencia similar al fabricante.



- El tipo de falla que obtuvimos al momento de realizar el ensayo a la compresión fue rotura tipo corte, este se evidencia con una fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar de otro tipo de falla.
- Se realizó una comparación de las relaciones a/c 0,41; 0,48; 0,57; 0,68 y 0,82 podemos notar en los gráficos un crecimiento de resistencias a la compresión, teniendo a la relación a/c 0,41 por encima de las demás relaciones y teniendo a la relación a/c 0,82 por debajo de las demás.

CAPÍTULO VII- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

- Las características de los materiales son de gran importancia cuando se va a elaborar concreto, la calidad de este depende en gran medida de la selección y estudio de los ensayos correspondientes de los agregados los cuales vemos en la presente tesis, muy importante es que los agregados sean de un mismo lote o cantera ya que de esa manera tendremos un diseño con mejores resultados y teniendo en consideración que no tengas partículas extrañas, pues si sucede esto estaría distorsionando los resultados del diseño de mezcla.
- La granulometría del agregado grueso y fino cumplen con los requisitos establecidos en la NTP 400.037.
- El ensayo realizado en la malla N° 200 para el agregado fino es 4,17%, la norma NTP N° 400.018 indica de 0 a 5%, por tanto cumple la norma.
- El ensayo realizado en la malla N° 200 del agregado grueso es de 0.81%, la norma NTP N° 400.018 indica de 0 a 1%, por tanto cumple la norma.
- Módulo de fineza del agregado fino es de 2,59 estando dentro del rango de 2,3 y 3,1 que indica la NTP 400.011.

- Módulo de fineza del agregado grueso es de 6,78 estando dentro del rango que indica la NTP 400.011.
- Contenido de humedad del agregado fino y grueso = 0,33% cumple la NTP N° 400.010.
- El peso unitario suelto del agregado fino es de 1,58 la NTP N° 400.017 indica de 1,4 - 1,6, por tanto cumple la norma
- El peso unitario compactado del agregado fino es de 1,7 la NTP N° 400.017 indica de 1,5 – 1,7 por tanto cumple la norma.
- El peso unitario suelto del agregado grueso es de 1,58 la NTP N° 400.017 indica de 1,5 - 1,6, por tanto cumple la norma
- El peso unitario compactado del agregado grueso es de 1,69 la NTP N° 400.017 indica de 1,6 – 1,9 por tanto cumple la norma.
- De los resultados del ensayo de tiempo de fraguado del concreto, se puede concluir que a menor relación a/c será menor el tiempo para el fraguado inicial y el fraguado final.
- Durante el ensayo con el penetrómetro Acme, se tomaron las temperaturas a los morteros, de ello se concluye que a menor relación a/c la temperatura del mortero aumenta.

Relación a/c	TEMPERATURA DE MORTERO	
	Inicial	Final
0,41	22,70	26,60
0,48	22,60	26,20
0,57	22,30	25,50

0,68	22,20	25,20
0,82	22,10	24,20

- De acuerdo a las relaciones a/c de la presente tesis, la temperatura del mortero va en aumento durante el proceso del fraguado.
- Los resultados y análisis de laboratorio han realizado una comprobación de los defectos y virtudes de los insumos empleados en él y su mejor aprovechamiento.
- De los resultados de los ensayos a la compresión de las diferentes relaciones a/c, concluimos que a menor relación a/c se obtiene mayor resistencia a la compresión

7.2 RECOMENDACIONES

- Cualquier adición de agua o cemento a la mezcla, alterará su diseño y puede ser perjudicial para la calidad del concreto.
- Para obtener resultados óptimos en obra se debe controlar la calidad del concreto.
- Una vez iniciado el proceso de fraguado, no debe vibrarse, mezclarse, ni utilizarse en caso de demoras durante el procedimiento.
- Durante el ensayo de fragua, se debe mantener la superficie húmeda en las primeras horas para así evitar las contracciones por secado, para que nuestros resultados sean los óptimos.
- Debe tenerse especial cuidado en la fabricación, manejo, curado y pruebas del concreto conforme a los procedimientos que recomienda la norma.
- Recomiendo continuar con la investigación haciendo uso de un aditivo acelerante de fragua en diferentes porcentajes, para ser comparado con la presente tesis.

GALERÍA DE FOTOS

AGREGADOS



* Piedra chancada, proveniente de la Cantera Gloria



* Arena gruesa, proveniente de la Cantera Gloria



* Orden y limpieza



.* Se habilitan las probetas que serán usadas en el ensayo

PREPARACIÓN DE MEZCLA



Se mezclan los agregados alrededor de 5 minutos, Se culmina al tener una mezcla homogénea.



ENSAYO DE CONCRETO FRESCO

ENSAYO DE PESO UNITARIO



Se coloca la mezcla en 3 capas, Se chucea, sin tocar el fondo del recipiente y con una fuerza constante.



Se eliminan las burbujas de aire atrapadas en el recipiente con mezcla.



Se nivela con una varilla metálica, para tomar el Peso Unitario del concreto.

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE



Ajustar los seguros para evitar fuga de aire.

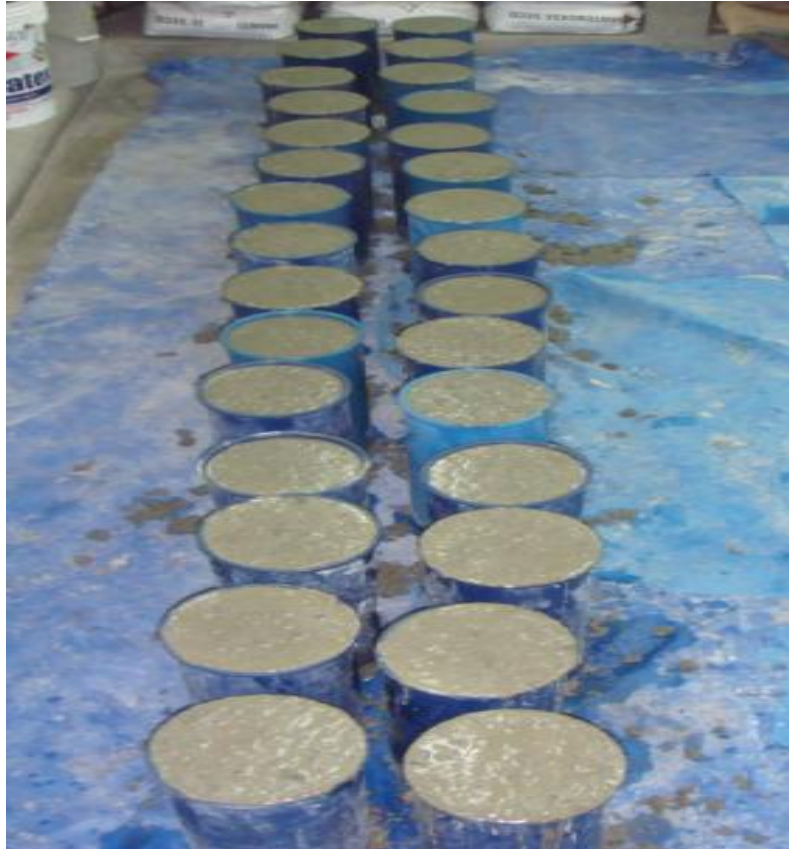
ENSAYO DE SLUMP



Preparación del ensayo de Slump



Se toma la medida del asentamiento con la ayuda de una varilla metálica.



. Por unos minutos dejamos que exude el material, veremos como supera el nivel de la probeta.

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Se procede a desencofrar las probetas



Colocamos las probetas en la cámara de curado, hasta el día del ensayo.



Ensayo de compresión realizada en prensa automática.



Falla tipo corte.

DE FRAGUA

Para este ensayo se uso el Penetrómetro de Acme.





.Se realiza el ensayo con las diferentes agujas de Penetrómetro de Acme



Temperatura(ambiente y de concreto) Carga aplicada al concreto.



Muestras después de realizado ensayo con penetrómetro de Acme

BIBLIOGRAFÍA.

- NORMAS TÉCNICAS. Norma Técnica Peruana Indecopi. ASTM.
- NEVILLE ADAMS. Tecnología del Concreto. Editorial Trillas.1998.
- PASQUEL CARVAJAL, Enrique. Control de Calidad del Concreto. Capítulo Peruano ACI. 2000.
- RIVVA LÓPEZ, Enrique. Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas. 2007.
- RIVVA LÓPEZ, Enrique. La Naturaleza del Concreto y Materiales. Capítulo Peruano ACI. 2000.
- ASOCEM. Boletines Informativos
- PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS ACI. 211.1
- GONZÁLES CUEVAS, Oscar y ROBLES, Francisco. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. Segunda edición. México D.F. 1986