

UNIVERSIDAD PRIVADA DE SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dirección General de Investigación



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE INVESTIGACION

**“OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A
LA COMPRESION, POR EL METODO ACI, USANDO LAS
CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE”**

INVESTIGADORES:

Rogelio Castañeda Gamboa
Robert Sigüenza Abanto
Montañez Reyes Jorge
Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

CHIMBOTE – PERU

2017

PALABRAS CLAVES:

<u>TEMA:</u>	“ DISEÑO DE CONCRETO”
<u>ESPECIALIDAD:</u>	TECNOLOGÍA DE CONCRETO
<u>THEME</u>	CONCRETE DESIGN
<u>SPECIALTY:</u>	CONCRETE TECHNOLOGY

TITULO

“OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA
COMPRESION, POR EL METODO ACI, USANDO CANTERAS DE LA
CIUDAD DE CHIMBOTE”

RESUMEN:

En el presente trabajo de investigación se pretende aportar información técnica sobre la influencia de los materiales existentes debidamente seleccionados y graduados granulométricamente en las mezclas del concreto de alta resistencia, mediante la elaboración y ensayo de probetas, utilizando las canteras de Chimbote “Ruben”, “Samanco” y la “Sorpresa”.

Con estos materiales previamente seleccionados, muy analizados, se elaborarán mezclas de prueba añadiendo y variando la cantidad de material inerte, teniendo como guía el procedimiento aplicado por el ACI. Para cada dosificación calculada de prueba se realizarán 9 probetas, las mismas que se ensayarán a los 7,14, y 28 días de edad.

El propósito de este trabajo es presentar los resultados y experiencias obtenidos en el laboratorio relacionados con la elaboración de mezclas de concreto de alta resistencia, en los que a la fecha se han logrado alcanzar valores superiores a 350 kg/cm² de resistencia a la compresión, determinando, también, dosificación, procedimientos de mezclado y métodos de prueba.

En la investigación experimental, en la cantera Rubén se obtuvo una resistencia de 424.42 kg/cm² a los 28 días de curado en comparación con la muestra patrón que se obtuvo una resistencia de 343.48 kg/cm² a los 28 días de curado.

En la cantera Samanco, en los ensayos experimentales a los 28 días del curado se obtuvo una resistencia de 381.48 kg/cm² y en la muestra patrón se obtuvo una resistencia de 332.57 kg/cm² a los 28 días de curado.

Comparando los resultados tanto de la cantera Ruben y la cantera Samanco podemos percibir que la cantera Ruben tuvo una alta resistencia con respecto a la samanco.

ABSTRACT

In the present research work is intended to provide technical information on the influence of existing materials properly selected and graduated granulometrically in the mixtures of high strength concrete, through the preparation and testing of test tubes, using the quarries of Chimbote "Ruben", " Samanco "and the" Surprise ".

With these previously selected materials, very analyzed, test mixtures will be elaborated adding and varying the amount of inert material, having as a guide the procedure applied by the ACI. For each calculated test dose, 9 test pieces will be made, the same ones that will be tested at 7.14, and 28 days of age.

The purpose of this paper is to present the results and experiences obtained in the laboratory related to the development of high strength concrete mixtures, in which to date have been achieved values above 350 kg / cm² of compressive strength, determining, also, dosage, mixing procedures and test methods.

In the experimental research, in the Rubén quarry a resistance of 424.42 kg / cm² was obtained after 28 days of curing compared to the standard sample, which obtained a resistance of 343.48 kg / cm² after 28 days of curing.

In the Samanco quarry, in the experimental tests after 28 days of curing, a resistance of 381.48 kg / cm² was obtained and in the standard sample a resistance of 332.57 kg / cm² was obtained after 28 days of curing.

Comparing the results of both the Ruben quarry and the Samanco quarry we can see that the Ruben quarry had a high resistance with respect to the Samanco

INDICE DE CONTENIDO

PALABRAS CLAVES:.....	i
TITULO	iii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE DE CONTENIDO	
I. INTRODUCCION	6
1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA:	6
1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION:.....	7
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.4. MARCO REFERENCIAL:	8
1.5. CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES	33
1.6. HIPOTESIS.....	34
1.7. OBJETIVOS	34
1.7.1. OBJETIVO GENERAL:.....	34
1.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:	34
II. METODOLOGÍA DE TRABAJO:	35
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	35
2.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
2.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	35
2.1.3. POBLACION Y MUESTRA.....	36
III. RESULTADOS	39
IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN	53
V. CONCLUSION:.....	54
VI. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	57

I. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA:

Antonio Flores B. Francisco González D., Luis Rocha C y M. en I. Adán Vázquez Rojas: la granulometría en sus propiedades mecánicas, es necesario indicar el rango de valores para los que el término debe aplicarse, pero antes de intentar acotar las resistencias para las cuales puede usarse esta acepción, puede ser útil describir cómo se han venido incrementando en las últimas décadas los valores de la resistencia a la compresión. En los años cincuenta, un concreto con resistencia a los esfuerzos de compresión de 350 kg/cm² (34.3 MPa) era considerado de alta resistencia; hoy día, este valor es considerado normal. En la siguiente década, valores de los esfuerzos de compresión de 400 a 500 kg/cm² (39.2 a 49.1 MPa) eran usados comercialmente en algunos sitios (principalmente en países del primer mundo), y para los ochenta ya se producían concretos con valores que llegaban casi al doble.

El concreto convencional proporciona un sinnúmero de ventajas y beneficios, es uno de los materiales más empleados a nivel mundial en la industria de la construcción, sin embargo, para proyectos con requisitos más exigentes, es necesario desarrollar concretos que sean capaces de satisfacer mayores estándares de resistencia mecánica. A mediados del siglo XX, en el año de 1970 se llegó a optimizar el conocimiento de que era posible obtener mejores características del concreto bajando la relación agua cemento.

Las resistencias comunes utilizadas en la época eran de 18 y 24 MPa. Con el desarrollo de la industria de la construcción se hizo necesaria la elaboración de concretos capaces de ofrecer a los diseñadores y constructores mejores resultados con mejores prestaciones.

Para mejorar las características del concreto se empezaron a utilizar aditivos químicos, lo cual facilitó manejar relaciones a/c mínimas difíciles de manipular en condiciones normales, y permitió realizar construcciones de proyectos más exigentes como edificios de gran altura con secciones menores.

En concretos los aditivos más utilizados en la época eran los retardantes y Superplastificantes. Estos retardantes existentes en el mercado por ser más

económicos se utilizaban con mucha frecuencia, pero no eran muy eficientes ya que provocaban el retardo del fraguado y aumentaban las porosidades en el concreto.

Los Superplastificantes fueron utilizados con normalidad en el año de 1981 en Japón y Alemania, con la ayuda de estos se consiguió concreto de mejores características superando los límites de concretos convencionales, dando lugar a la aparición de los concretos de alta resistencia.

Estos concretos son producidos con los mismos materiales tradicionales, solo que incorporan adiciones químicas y minerales, por lo que tienen un comportamiento superior al de los concretos convencionales, ya que mejoran sus propiedades físicas y mecánicas lo cual obligo a desarrollar nuevas metodologías de producción, colocación, y compactación de este nuevo concreto.

En Noruega, en el año de 1980, se investigó añadiendo materiales con propiedades cementantes a la acción del cemento, con el propósito de mejorar el desempeño del 2 concreto y usarlo como material ligante suplementario en la elaboración puntual de concretos de alta resistencia. Este material con propiedades cementantes suplementarios proporciona características especiales al concreto, permitiendo dosificar concreto con mejores prestaciones. Para considerar su efecto es necesario adicionarlos a la cantidad de cemento empleada, generándose así el concepto de relación agua/ materiales cementantes (a/mc) o agua material ligante (a/ml).

La utilización de aditivos está orientada directamente a la reducción cada vez mayor de las relaciones agua material cementante, consiguiendo concretos con mejores resultados superando a los concretos convencionales. Bajo estas condicionantes los concretos no solamente eran más resistentes a la compresión simple, sino que también ayudo a mejorar la resistencia a la tracción por flexión, módulos de elasticidad, consistencia, resistencia a la abrasión, impermeabilidad, y demostrando una mayor durabilidad.

1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION:

Uno de los más importantes aspectos que se plantean en el presente trabajo de investigación es llegar a establecer la dosificación optima de la mezcla que producirá un hormigón simple con una resistencia requerida de 350 kg/cm² en base a la resistencia especificada a la compresión de 350 kg/cm², y que va a ser

representada por una mezcla definitiva, la misma que va a ser adoptada después de la realización de una serie de dosificaciones de prueba, utilizando los materiales ya descritos, seleccionados y preparados estrictamente hasta obtenerlos en condiciones óptimas.

Estas dosificaciones de prueba se realizarán utilizando el método proporcionado por el ACI. De esta fase, se pasará a las mezclas definitivas.

Se deberán considerar las mismas restricciones en la elaboración de cada una de las mezclas, ya que deben representar los diseños de las dosificaciones y así de esta manera poder realizar una comparación de los resultados a la compresión a diferentes edades, y enlazar la parte teórica con la práctica.

Esto finalmente permitirá, producir concreto de alta resistencia de mejores características, y conocer los efectos causados por la influencia de la adición del humo de sílice, tanto en la etapa de concreto en estado fresco, como en estado endurecido.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Mediante el método ACI se podrá obtener concreto de alta resistencia a la compresión, utilizando agregado de cantera de la ciudad de Chimbote?

1.4. MARCO REFERENCIAL:

AGREGADOS:

GRANULOMETRIA (GRADACION)

La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices (cedazos, cribas) (ASTM C 136, AASHTO T 27, COVENIN 0255, IRAM 1505, NCh165, NMX-C-077, NTC 77, NTE 0696, NTP400.012 y UNIT 48).

La granulometría y los límites granulométricos se expresan generalmente en porcentaje de material que pasa a través de cada tamiz. La Figura enseña estos límites para el agregado fino y un tamaño de agregado grueso Según Pasquel (1998).

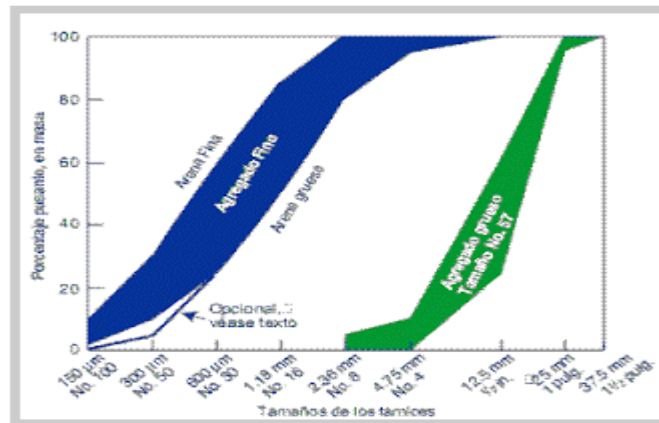


Fig. . Las curvas indican los límites especificados en la AASHTO M6, IRAM 1512, Nch 163, NMX-C-111, NTC 174 para el agregado fino y para un tamaño granulométrico de agregado grueso comúnmente utilizado.

En realidad, la cantidad de pasta de cemento necesaria en el concreto es mayor que el volumen de vacíos entre los agregados. A, representa solamente agregados grandes, con todas las partículas en contacto. B representa la dispersión de los agregados en la matriz de la pasta. La cantidad de pasta es necesariamente mayor que la cantidad de vacíos en el dibujo A, a fin de que se provea trabajabilidad al concreto. La cantidad real se influencia por la trabajabilidad y la cohesión de la pasta.

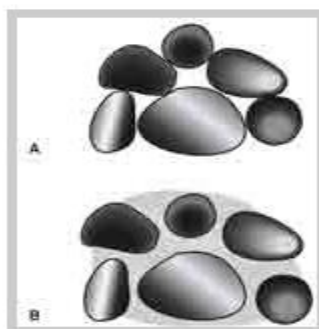


Ilustración de la dispersión de los agregados en mezclas de concreto cohesivas.

TABLA N^o1: Tamices estándar ASTM

DENOMINACION DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILIMETROS
3"	3.0000	75.0000
1 ½"	1.5000	37.5000
¾"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
N ^o 4	0.1870	4.7500
N ^o 8	0.0937	2.3600
N ^o 16	0.0469	1.1800
N ^o 30	0.0234	0.5900
N ^o 50	0.0117	0.2950
N ^o 100	0.0059	0.1475
N ^o 200	0.0029	0.0737

Según Pasquel (1998).

Con el análisis granulométrico se pueden obtener los siguientes datos:

- peso retenido en cada tamiz
- porcentaje retenido en cada tamiz
- porcentaje acumulado retenido que pasa cada tamiz.

Estos valores se representan gráficamente en un sistema de coordenadas semilogarítmicas en el cual se puede observar una distribución acumulada.

El ACI presenta un concepto para hormigones de alta resistencia. “Es un hormigón que cumple con la combinación de desempeño especial y requisitos de uniformidad, combinación que no puede ser rutinariamente conseguida usando solamente los componentes tradicionales y las prácticas normales de mezcla colocación y curado”

A continuación se da a conocer los requisitos necesarios de los materiales empleados para la producción de hormigón de alta resistencia en esta investigación.

Componentes del hormigón y sus cualidades físico-mecánicas

El Cemento “El cemento portland esta hecho de minerales cristalinos en polvo muy fino, compuesto principalmente de silicatos de calcio y aluminio.

La adición de agua a estos minerales produce una pasta la cual, una vez endurecida, alcanza una alta resistencia. Los materiales básicos que componen el cemento son:

Cal (CaO)- de la piedra caliza,

Sílice (SiO₂) de la arcilla,

Alúmina (Al₂O₃) de la arcilla.”¹

La caliza y la arcilla al ser sometidos al proceso de calcinación producen reacciones químicas que dan origen a los cuatro componentes fundamentales:

Estos constituyen el 90% del cemento, el 10% restante está constituido yeso, cal libre, magnesia, los álcalis y otros, a continuación se define los 4 componentes.

1. C₂S: (Silicato dicalcico) Provee resistencias a largos plazos.
2. C₃S: (Silicato tricalcico) Es el responsable de altas resistencias iniciales a edades tempranas.
3. C₃A: (Aluminato tricalcico) Es el responsable de producir retracciones del fraguado.
4. C₄AF: (Ferroaluminato tetracalcico) Es el responsable del color gris en el cemento y actúa como fundente en la elaboración del Clinker.

La norma INEN 151 proporciona información de los cementos portland principales y son los siguientes

TIPO I: De uso común, sin características especiales.

TIPO II: Libera moderado calor de hidratación.

TIPO III: Altas resistencias iniciales a los 3 días.

TIPO IV: Produce bajo calor de hidratación.

TIPO V: Utilizado cuando se desean altas resistencias a los sulfatos.

TABLA N°2: Parámetros de las normas a emplear.

PARAMETROS	NORMA TECNICA
a) Análisis Granulométrico	NTP 400.012:2013
b) Peso Específico y Porcentaje De Absorción Para Agregado Fino	NTP 400.022:2002
c) Peso Específico Y Porcentaje De Absorción Para Agregado Grueso	NTP 400.021:2002
d) Contenido De Humedad Natural	NTP 339.185:2013
e) Peso Unitario Y Compactado Para Agregado Fino Y Grueso	NTP 400.017:2011

AGREGADO GRUESO

El agregado grueso ocupa el mayor volumen del hormigón, casi el 75%, por lo tanto se le debe tener especial cuidado en su selección, dado que se lo ocupa en la dosificación y afecta a la resistencia y las propiedades del hormigón.

Por esta razón, el agregado grueso debe ser elegido libre de fisuras o planos débiles, limpio, duro y libre de recubrimientos en la superficie, no debe contener materia orgánica más del 1.5%, ni arcillas más del 5%.

La evaluación de las propiedades de los agregados es de vital importancia ya que influye directamente en la resistencia del hormigón.

Según el ACI 211 4R-98, el agregado grueso de menor tamaño ($\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{8}$ de pulgada) es más duro, resistente y recomendado para producir hormigones mayores a 9000 PSI (62 MPa)

El agregado grueso es todo aquel material retenido en el tamiz NTP 4.75 mm o N° 4 y cumple con los límites dados por la Norma ITINTEC 400.37 Se puede producir con piedra partida, grava natural o triturada. Sus partículas en lo posible tendrán forma angular o semiangular.

La granulometría deberá ser continua y deberá permitir una trabajabilidad apropiada. Esta granulometría no deberá tener más del 5% de agregado retenido en la malla 1½” y no más del 6% del agregado que pasa a través de la malla ¼”.

TABLA N°3: Limites de Granulometría del Agregado Grueso

PARAMETROS	NORMA TECNICA
37.5 mm 1 ½”	100
25mm 1”	80 a 100
12.5 mm ½”	25 a 60
4.75 mm N°4	0 a 10
2.36mm N°8	0 a 5

Fuente: Rivva E(2000)

Neville (1995) señala que las prescripciones contenidas en algunas normas y recomendaciones sobre los testigos de concreto advierten que el tamaño del agregado grueso es una de las variables que más puede afectar al resultado obtenido en el ensayo; recomendado así que el diámetro mínimo del testigo sea al menos tres veces el tamaño máximo del agregado grueso con el que se fabricó el concreto.

AGREGADO FINO

“El agregado fino debe ser durable, fuerte, limpio, duro y libre de materias impuras como polvo, limo, pizarra, álcalis y materias orgánicas. No debe tener más de 5% de arcilla o limos ni más de 1.5% de materias orgánica”

La textura y la forma de partícula, tienen efectos muy importantes al momento de realizar la mezcla, ya sea por afectar en cierta manera a la resistencia que se pretende conseguir, o también por la afectación de la mezcla, al contener humedad o absorber agua por lo tanto se obtendrían hormigones muy trabajables o muy secos.

El ACI recomienda en hormigones de alta resistencia, que el módulo de finura del agregado fino este dentro del rango de 2.50 hasta 3.20, ya que es menor a 2.50, la mezcla puede ser pegajosa, y no tener la trabajabilidad esperada y necesitar cantidad de agua adicional.

Los agregados son componentes del concreto que ocupan aproximadamente entre el 60% y 75% del volumen total.

Ademas, se domina agregado fino a todo material que se origina por la desintegración natural o artificial de las rocas y pasa por el tamiz NTP 9.4 mm., que

equivale a 3/8” y a la vez cumple con los límites dados en la norma NTP 400.037 Deberá tener una granulometría continua y uniforme. El material deberá quedar retenido en las mallas N°4 y N°100. El módulo de fineza no deberá ser menor de 2.3 ni exceder a 3.1.

TABLA N°4: Límites de Granulometría del Agregado Fino

PARAMETROS	NORMA TECNICA
9.5 mm 3/8”	100
4.75mm N°4	95 a 100
2.36 mm N°8	80 a 100
1.18 mm N°16	50 a 85
600 um N°4	25 a 60
300um N°8	5 a 30
150umN°100	0 a 10

Fuente: Rivva E(2000)

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO

La Norma Peruana NTP 400.037 indica que el tamaño máximo del agregado grueso es aquel que corresponde al menor tamiz por el que logra pasar la muestra de agregado grueso.

Los agregados que son graduados con el mayor tamaño máximo presentan menos espacios vacíos lo que influye en el aumento de la cantidad de la mezcla para determinado asentamiento requiriendo una menor proporción de cemento y agua. Además de disminuir la cantidad de agua y cemento en la mezcla, del tamaño máximo del agregado grueso también depende la manejabilidad, la uniformidad, la contracción del concreto

La Norma de Edificación E-060 indica que el agregado grueso no deberá ser mayor de los puntos que aquí se indican:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados
- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de pre esfuerzo; o
- 1/3 del peralte de las losas.

Para poder obtener una mezcla con una alta proporción de concreto que requiera una baja relación de agua- cemento y a la vez tenga una elevada resistencia a la compresión el tamaño máximo del agregado debe ser el menor posible. Este incremento de la resistencia al disminuir el tamaño máximo tiene su origen en que al aumentar la superficie física de las partículas, los esfuerzos de adherencia disminuyen por lo tanto la resistencia a la compresión aumenta.

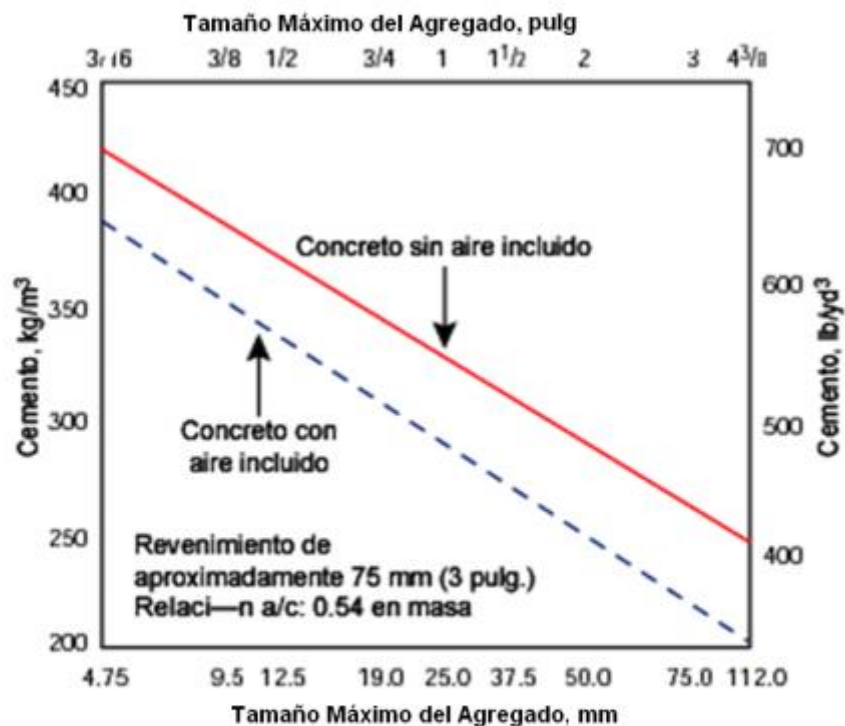


Figura N° 4. Tamaño Máximo del Agregado Grueso y Cantidad Requerida de Agua

Módulo de fineza. - Corresponde a la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas N° 3", N°1½", N°3/4, N°3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 dividido entre 100. Se determinan tanto para agregado grueso como para agregado fino, ya que sirve para caracterizar a cada uno sin depender de la mezcla de agregados en conjunto. Aquellos agregados que presenten un bajo módulo de fineza indican que tienen mayor presencia de partículas finas en su composición, así como un área superficial muy elevada.

Superficie Específica. - Viene a ser el área superficial del agregado referida al peso o volumen absoluto. El agregado fino tiene una superficie específica elevada, al ser

más finas la partícula necesitará más pasta para recubrir el área superficial. El agregado grueso presenta una menor superficie baja.

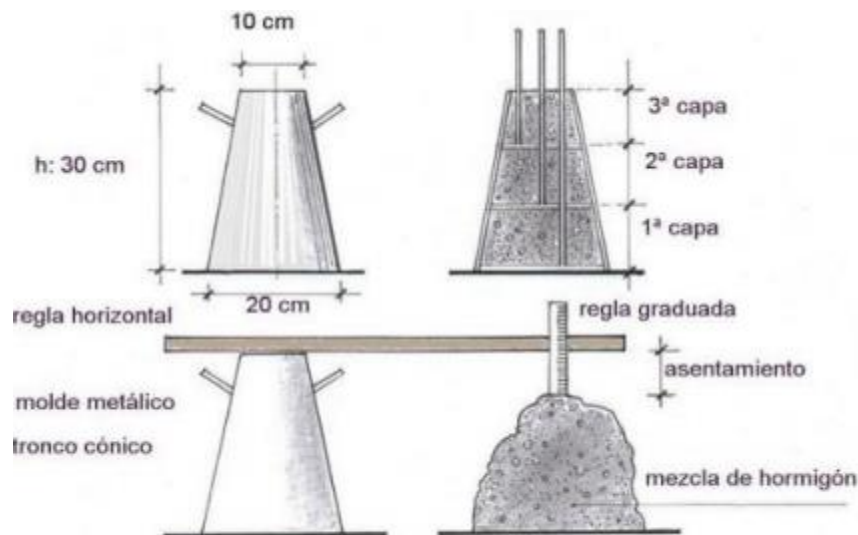
El Agua de mezclado “El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. En general, el agua potable es adecuada para el hormigón. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla. Podrá emplearse agua no potable en la elaboración del concreto, siempre que se demuestre su idoneidad. . En la práctica esta parte ultima, no es muy aplicable en hormigones de alta resistencia.

Propiedades Físicas y Mecánicas del hormigón fresco.

Consistencia:

Es la facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse, cuando todas las partículas del cemento se han hidratado completamente, y adquiere cierta plasticidad. Depende de varios factores; cantidad de agua de amasado, tamaño máximo, granulometría, y forma de los áridos.

Los hormigones se clasifican por su consistencia en secos, plásticos, blandos, fluidos y líquidos, como se indica en la Tabla siguiente:



Fuente: Ensayos de hormigón en estado fresco y endurecido.

TABLA N°5: Consistencia de los hormigones

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
	EN CONO DE ABRAMS(CM9)
Seca(S)	0 a 2
Plastica(P)	3 a 5
Blanda(B)	6 a 9
Fluida(F)	10 a 15
Liquida(L)	>16

Fuente: MONTOYA P, MESEGUER A, MORAN F, "Hormigón Armado", 14ª edición, editorial Gustavo Gili.

El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados:

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la **NTP 400.011**.

El ACI presenta un concepto para hormigones de alta resistencia. "Es un hormigón que cumple con la combinación de desempeño especial y requisitos de uniformidad, combinación que no puede ser rutinariamente conseguida usando solamente los componentes tradicionales y las prácticas normales de mezcla colocación y curado"

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

Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152mm. El

tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25mm.

TABLA N°6: Normas técnicas

NORMAS TÉCNICAS PERUANAS	
NTP 339.047: 1979	Definiciones y terminología
HORMIGÓN (CONCRETO):	relativas al hormigón
NTP 350.001: 1970	Tamices de ensayo
NTP 400.010: 2000	AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras
NTP 400.011: 1976	AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos
NTP 400.018: 1977	AGREGADOS. Determinación del material que pasa el tamiz normalizado 75 µm (No. 200).

MUESTREO

Tomar la muestra de agregado de acuerdo a la NTP 400.010. El tamaño de la muestra de campo deberá ser la cantidad indicada en la NTP 400.010

- Agregado fino: La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo.
- Agregado grueso: La cantidad de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la Tabla 1

TABLA N^o7: Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global
Consistencia de los hormigones

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

EL CEMENTO:

Según la UNE 80 301:1996 el cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente dividido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece en virtud de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua.

Los cementos comunes se subdividen en 5 tipos principales: cemento Portland, cementos Portland compuestos, cementos de horno alto, cementos puzolánicos y cemento compuesto.

TIPO DE CEMENTO

Según (Jimenez,2008) el cemento Portland es un Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker, está compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulicos y, varias formas de sulfato de calcio que se adicionan durante el proceso de molienda.

Tipo I.- Es el cemento Portland normal destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifique la utilización de otro tipo. (Edificios, conjuntos habitacionales). Libera más calor de hidratación que otros tipos de cemento.

Tipo II.- De moderada resistencia a los sulfatos, es el cemento Portland destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiera moderado calor de hidratación. (Puentes, tuberías de concreto).

Tipo III.- Alta resistencia inicial, como cuando se necesita que la estructura de concreto reciba carga lo antes posible o cuando es necesario desencofrar a los pocos días del vaciado.

Tipo IV.- Se requiere bajo calor de hidratación en que no deben producirse dilataciones durante el fraguado.

Tipo V.- Usado donde se requiera una elevada resistencia a la acción concentrada de los sulfatos (canales, alcantarillas, obras portuarias).

El cemento portland por su contenido de puzolana se clasifica en:

•**Portland Puzolánico tipo IP:** Donde la adición de puzolana es del 15 –40 % del total.

•**Portland Puzolánico tipo I(PM) :** Donde la adición de puzolana es menos del 15 %.

•**Portland Puzolánico tipo P:** Donde la adición de puzolana es más del **40%**

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO.

Para la elaboración de cemento pórland se utilizan como materias primas la cal, el sílice, la alúmina y el óxido de hierro, sometidos a temperaturas altas en un horno hasta lograr un estado de equilibrio químico para formar una serie de compuestos detallados en la Tabla 5.

TABLA N°8: Compuestos del cemento pórtland.

Compuesto	Fórmula química	Abreviatura
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S^*
Silicato bicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S^*
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A^*
Ferroaluminato tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF^*

*Estos componentes han sido llamados "Compuestos de Bogue".

Fuente: Fundamentos del concreto aplicados a la construcción. ICPC.

Los anteriores componentes son denominados compuestos principales del cemento. Para facilitar la expresión y utilizar un término más sencillo se usa la forma abreviada. Ésta forma se hace aprovechando que los compuestos están formados básicamente por óxidos, así el óxido de calcio (CaO) se simplifica como C, al de aluminio (Al_2O_3) como A y al de hierro (Fe_2O_3) como F, y como subíndice se utilizan en número de moles que tiene cada óxido, y de esta manera se obtiene la forma abreviada (C_3S , C_2S , C_3A y C_4AF).

El silicato tricálcico (C_3S) y el bicálcico (C_2S) forman entre el 70% y el 80% del cemento, y son los compuestos más estables y que aportan a la resistencia del cemento. El C_3S tiene una hidratación más rápida que el C_2S ayudando al tiempo de fraguado y resistencia inicial. Su tiempo de hidratación está comprendido entre 24 horas y 7 días dando un endurecimiento de forma normal y una resistencia en el séptimo día.

La resistencia del C_2S es lenta, su endurecimiento está comprendido entre los 7 y 28 días, pudiendo continuar más de un año. El C_3A se hidrata con rapidez y genera bastante calor, contribuyendo a la resistencia sólo las primeras 24 horas.

MARCO NORMATIVO

La Norma ISO 13315-1:2012, Gestión ambiental del concreto y de las estructuras de concreto Parte 1: Principios Generales, tiene como objetivo proporcionar las normas básicas de la gestión ambiental del concreto y las estructuras de concreto. Esto ayudará a los propietarios, diseñadores, fabricantes,

constructores, usuarios, organismos de certificación, desarrolladores de estándares medioambientales.

La norma tiene por objeto contribuir a la mejora continua de los impactos ambientales derivados de actividades relacionadas con el concreto. Además de que se garantiza la coherencia con la serie ISO 14000 sobre gestión ambiental.

NTE E.060 CONCRETO ARMADO REQUISITOS DE DURABILIDAD

Los componentes del concreto y sus proporciones deben ser seleccionados de manera que se pueda cumplir con los requisitos mínimos establecidos en esta Norma y con los requisitos adicionales de los documentos del proyecto.

RELACIÓN AGUA - MATERIAL CEMENTANTE

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP), las normas de la *American Society for Testing and Materials*– ASTM y las normas de la *American Welding Society*-AWS citadas se consideran parte de esta Norma.

Las relaciones agua-material cementante, se calculan usando el peso del cemento que cumpla con la NTP 334.009, 334.082, 334.090 ó 334.156, más el peso de las cenizas volantes y otras puzolanas que cumplan con la NTP 334.104, el peso de la escoria que cumpla con la Norma ASTM C 989 y la micro sílice que cumpla con la NTP 334.087, si las hay. Cuando el concreto esté expuesto a productos químicos descongelantes, en 4.2.3 se limita adicionalmente la cantidad de ceniza volante, puzolana, microsílíce, escoria o la combinación de estos materiales.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (VARIABLE DEPENDIENTE)

Las mezclas de concreto de concreto (hormigón) se pueden diseñar de tal manera que tenga una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura.

La Resistencia a la comprensión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La Resistencia a la comprensión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de comprensión. La Resistencia a la comprensión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga.

LA FUERZA DE ROTURA.

En relación directa con la carga aplicada sobre la probeta, expresada en newtons (N) kg.m/s^2 . El resultado del ensayo es función del grosor de las probetas para un mismo tipo de material

FACTORES QUE AFECTAN A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.

EL CURADO.

El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. El curado comienza inmediatamente después del vaciado (colado) y el acabado, de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada.

Sin un adecuado suministro de humedad, los materiales cementantes en el concreto, no pueden reaccionar para formar un producto de calidad. El secado puede eliminar el agua necesaria para esta reacción química denominada hidratación y por lo cual el concreto no alcanzará sus propiedades potenciales.

La temperatura es un factor importante en un curado apropiado, basándose en la velocidad de hidratación y por lo tanto, el desarrollo de resistencias es mayor a más altas temperaturas.

Las razones importantes porque se cura son:

- Una ganancia de resistencia predecible. Los ensayos de laboratorio muestran que el concreto en un ambiente seco puede perder tanto como un 50 por ciento de su resistencia potencial, comparada con un concreto similar que es curado en condiciones húmedas. El concreto vaciado bajo condiciones de alta temperatura ganará una resistencia temprana rápidamente, pero después las resistencias pueden ser reducidas. El concreto vaciado en clima frío tomará más tiempo para ganar resistencia, demorará la remoción del encofrado y la construcción subsecuente.
- Durabilidad mejorada. El concreto bien curado tiene mejor dureza superficial y resistirá mejor el desgaste superficial y la abrasión. El curado también hace al concreto más impermeable al agua, lo que evita que la

humedad y las sustancias químicas disueltas en agua entren dentro del concreto, en consecuencia incrementa la durabilidad y la vida en servicio.

- Mejores condiciones de servicio y apariencia. Una losa de concreto a la que se le ha permitido que se seque demasiado temprano, tendrá una superficie frágil con pobre

Resistencia al desgaste y la abrasión. El curado apropiado reduce el resquebrajamiento o cuarteo, la pulverización y el descascaramiento.

EJEMPLO DE PERÍODO MÍNIMO DE CURADO PARA ALCANZAR EL 50% DE LA RESISTENCIA ESPECIFICADA*

Cemento Tipo I	Cemento Tipo II	Cemento Tipo III
Temperatura – 50° F (10° C)		
6 días	9 días	3 días
Temperatura – 70° F (21° C)		
4 días	6 días	3 días

TIEMPO DE FRAGUADO.

El fraguado se refiere al paso en una pasta o mezcla, del estado fluido al rígido, esto suele malinterpretarse con el endurecimiento que es solo la ganancia de resistencia de la pasta. Vemos dos tiempos de fraguados en el proceso en general:

1. Fraguado inicial: Tiempo que pasa desde que el cemento entra en contacto con el agua hasta que pierde fluidez y deja de ser plástica.
2. Fraguado final: Desde que termina el fraguado inicial hasta que comienza a ganar cierta resistencia (endurecimiento). Cuando el cemento entra en contacto con el agua inician las reacciones químicas en las cuales el cemento se transforma en un enlazante, en otras palabras con el paso del tiempo producen una masa firme y dura que envuelve a los componentes de la mezcla y los mantiene juntos.

Algunos factores que se ven involucrados en los tiempos de fragua son:

3. Relación de agua/cemento: entre más líquida sea la pasta más tardará el tiempo de fraguado pues es muy fluida y tardará su tiempo en perder esa fluidez.
4. Temperatura ambiente: entre más alta sea la temperatura más rápido se secará el agua de la pasta y perderá el componente que le da fluidez.

5. Humedad relativa: si la saturación de humedad es baja, el ambiente intentará quitarle humedad a la pasta y se secará más rápido.

RELACION DE AGUA / CEMENTO (A/C)

Según (Powers, 1959) La relación agua / cemento constituye un parámetro importante de la composición del hormigón. Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción del hormigón.

La relación agua / cemento (a/c) es el valor característico más importante de la tecnología del hormigón. De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia. También determina la estructura interna de la pasta de cemento endurecida.

La relación agua cemento es el cociente entre las cantidades de agua y de cemento existentes en el hormigón fresco. O sea que se calcula dividiendo la masa del agua por la del cemento contenidas en un volumen dado de hormigón.

$$R = a / c$$

R: Relación agua / cemento

a: Masa del agua del hormigón fresco.

c: Masa del cemento del hormigón.

La relación agua / cemento (a/c) crece cuando aumenta la cantidad de agua y decrece cuando aumenta el contenido de cemento. En todos los casos, cuanto más baja es la relación agua / cemento tanto más favorable son las propiedades de la pasta de cemento endurecida.

La importancia de la relación a/c fue descubierta hace 60 años por Duff A. Abrams especialista de EE. UU. Después de haber estudiado un gran número de hormigones de diferentes composiciones, anunció la ley que expresa que con un agregado dado, la resistencia depende sólo de la relación a/c del hormigón fresco. Este descubrimiento ha provocado desarrollos importantes puesto que otras propiedades de gran valor del hormigón, también dependen de la relación a/c.

TIPO DE AGREGADOS

Araya, M. Cartago, Costa Rica: Compendio de Material para el curso Concreto, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2012.

Los concretos que tengan agregados angulosos o rugosos son generalmente más resistentes que otros de igual relación agua / cemento que tengan agregados redondeados o lisos; sin embargo, para igual contenido de cemento, los primeros exigen más agua para no variar la manejabilidad y por lo tanto el efecto en la resistencia no varía apreciablemente. Sin embargo, como es lógico la calidad del agregado afecta el desarrollo de resistencia.

TIPO DE AGUA DE MEZCLA

ASTM C 171, Specifications for Sheet Materials for Curing Concrete, American Society for Testing Materials, West Conshohocken, PA.

Se ha dicho usualmente que el agua que se puede beber y que no tenga color, olor y sabor apreciable puede usarse en mezclas de concreto. El agua utilizada en una mezcla de concreto debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de: aceite, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. El agua de mezcla para el concreto pre-esforzado o para el concreto que vaya a contener elementos de aluminio embebido, o el agua debida a la humedad libre de los agregados, no debe contener cantidades perjudiciales de ion cloro.

El agua impotable no debe utilizarse en el concreto a menos que se cumplan las siguientes condiciones:

- La dosificación debe estar basada en mezclas de concreto que utilice agua de la misma fuente.
- Los cubos para ensayos de morteros hechos con agua impotable de mezcla, deben tener una resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de edad, igual o mayor al 90% de la resistencia a la compresión de probetas similares hechas con agua potable.

DISEÑO DE MEZCLA (VARIABLE INDEPENDIENTE)

El diseño de mezcla es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio.

Una mezcla se debe diseñar tanto para estado fresco como para estado endurecido. Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL CONCRETO.

Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), define la Durabilidad como “la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro”.

Según (Burg 1996). El concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante. Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles. O en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en la características mas importante por tema de durabilidad. En algunas especificaciones puede requerirse que el concreto cumpla con ciertos requisitos de durabilidad relacionados con congelamiento y deshielo, ataques químicos, o ataques por cloruros, casos en los que la relación agua cemento, el contenido mínimo de cemento y el uso de aditivos se convierten en pieza fundamental para el diseño de una mezcla de concreto.

Esto nos lleva a tener presente que una mezcla perfecta o diseñada bajo los criterios de durabilidad no producirá ningún efecto si no se llevan a cabo procedimientos apropiados de colocación, compactación, acabado, protección y curado.

DOSIFICACIÓN DE UNA MEZCLA DE CONCRETO.

Según (Pinto y Hover 2001). Las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste.

Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión.

Estos datos se comparan con la especificación y si llegan a ser diferentes o no cumplen con la expectativa de calidad se reajustan las cantidades, se elabora nuevamente la mezcla que debe cumplir todos los ensayos de control de calidad, si nuevamente no cumple los requisitos exigidos es necesario revisar los materiales, el método del diseño y nuevamente otra mezcla de concreto hasta ajustar los requisitos exigidos por la especificación.

DATOS DE LOS MATERIALES.

De las propiedades de los materiales que se van a utilizar se debe conocer:

- Granulometría
- Módulo de finura de la arena
- Tamaño máximo de la grava
- Densidad aparente de la grava y de la arena
- Absorción del agrava y de la arena
- Masa unitaria compacta de la grava y arena
- Humedad de los agregados inmediatamente antes de hacer las mezclas
- Densidad del cemento

PROCESO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

1. Estudio de las especificaciones de la obra
2. Definición de la resistencia Compresión/flexión
3. Elección del asentamiento
5. Estimación cantidad de aire
6. Estimación contenido de agua
7. Definir relación agua/material cementante
8. Contenido de material cementante
9. Verificar las granulometrías de los agregados
10. Estimación de agregado grueso
11. Estimación de agregado fino
12. Ajuste por humedad
13. Ajuste del diseño de mezcla

Los métodos de diseño de mezclas de concreto van desde los analíticos experimentales y empíricos, hasta volumétricos, todos estos métodos han evolucionado y ha llevado a procedimientos acordes con las necesidades de los proyectos y se han desarrollado algunas guías ya normalizadas para darle cumplimiento a la calidad del concreto en la obras.

TRABAJABILIDAD.

Según Powers (1932) y Scanlon (1994).La facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo .

El grado de la trabajabilidad que se requiere para una buena colocación del concreto se controla por los métodos de colocación, tipo de consolidación y tipo de concreto. Los diferentes tipos de colocación requieren diferentes niveles de trabajabilidad.

Los factores que influyen en la trabajabilidad del concreto son: (1) el método y la duración del transporte; (2) cantidad y características de los materiales cementantes; (3) consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrams o

revenimiento); (4) tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos; (5) aire incluido (aire incorporado); (6) cantidad de agua; (7) temperatura del concreto y del aire y (8) aditivos.

La distribución uniforme de las partículas de agregado y la presencia de aire incorporado ayudan considerablemente en el control de la segregación y en la mejoría de la trabajabilidad. El efecto de la temperatura de colocación sobre la consistencia o asentamiento en cono de Abrams y sobre la trabajabilidad potencial de las mezclas.

Las propiedades relacionadas con la trabajabilidad incluyen consistencia, segregación, movilidad, bombeabilidad, sangrado (exudación) y facilidad de acabado. La consistencia es considerada una buena indicación de trabajabilidad.

El asentamiento en cono de Abrams se usa como medida de la consistencia y de la humedad del concreto. Un concreto de bajo revenimiento tiene una consistencia rígida o seca.

Si la consistencia es muy seca y rígida, la colocación y compactación del concreto serán difíciles y las partículas más grandes de agregados pueden separarse de la mezcla.

Sin embargo, no debe suponerse que una mezcla más húmeda y fluida es más trabajable. Si la mezcla es muy húmeda, pueden ocurrir segregación y formación de huecos. La consistencia debe ser lo más seca posible para que aún se permita la colocación empleándose los equipos de consolidación disponibles.

SANGRADO Y ASENTAMIENTO.

Según Kosmatka(1994).Sangrado (exudación) es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie (Fig. 1-7). El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro lado, la excesiva aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de

sangrado aún está presente. Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie.

Después que toda el agua de sangrado (exudación) se evapore, la superficie endurecida va a ser un poco más baja que la superficie recién colocada. Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación (puesta, colado) hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación. La tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado (sedimentación total por unidad de peso del concreto original) aumentan con la cantidad inicial de agua, altura del elemento de concreto y presión. El uso de agregados de granulometría adecuada, ciertos aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más finos reduce el sangrado.

HIDRATACIÓN, TIEMPO DE FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO.

Según (Copeland y Schulz, 1962). La calidad de unión (adhesión) de la pasta de cemento portland se debe a las reacciones químicas entre el cemento y el agua, conocidas como hidratación. El cemento portland no es un compuesto químico sencillo, es una mezcla de muchos compuestos. Cuatro de ellos totalizan 90% o más del peso del cemento portland: silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico (aluminio ferrito tetracálcico).

Además de estos compuestos principales, muchos otros desempeñan un papel importante en el proceso de hidratación. Cada tipo de cemento portland contiene los mismos cuatro compuestos principales, pero en proporciones diferentes.

Cuando se examina el clínker (clinker) (el producto del horno que se muele para fabricar el cemento portland) al microscopio, la mayoría de sus compuestos individuales se puede identificar y sus cantidades se pueden determinar. Sin embargo, los granos más pequeños no se pueden detectar visualmente.

El promedio del diámetro de las partículas de un cemento típico es aproximadamente 15 micrómetros. Si todas las partículas tuviesen este diámetro promedio, el cemento portland contendría aproximadamente 300 billones de partículas por kilogramo, pero en realidad, existen unos 16,000 billones de

partículas por kilogramo, debido a la amplia variación del tamaño de las partículas. Las partículas en un kilogramo de cemento portland tienen un área superficial de aproximadamente 400 metros cuadrados. Los dos silicatos de calcio, los cuales constituyen 75% del peso del cemento portland, reaccionan con el agua para formar dos compuestos: hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado (hidrato de silicato de calcio). Este último es, sin duda, el más importante compuesto del concreto.

Las propiedades de ingeniería del concreto – fraguado y endurecimiento, resistencia y estabilidad dimensional dependen principalmente del silicato de calcio hidratado. Éste es el corazón del concreto. La composición química del silicato de calcio hidratado es un tanto variable, pero contiene cal (CaO) y dióxido de silicio (SiO₂) en una proporción de 3 para 2. El área superficial del silicato de calcio hidratado es unos 300 metros cuadrados por gramo. En pastas endurecidas de cemento, el silicato de calcio hidratado forma un vínculo denso entre las otras fases cristalinas y los granos de cemento aún no hidratados; también se adhiere a los granos de arena y a los agregados gruesos, cementándolo todo junto.

Según (Powers 1948 y 1949). Mientras el concreto se endurece, su volumen bruto permanece casi inalterado, pero el concreto endurecido contiene poros llenos de agua y aire, los cuales no tienen resistencia. La resistencia está en las partes sólidas de la pasta, sobre todo en el silicato de calcio hidratado y en los compuestos cristalinos. Cuanto menos porosa es la pasta de cemento, más resistente es el concreto.

Por lo tanto, al mezclarse el concreto, no se debe usar más agua que aquella estrictamente necesaria para obtenerse un concreto plástico y trabajable. Incluso, la cantidad de agua usada es normalmente mayor que la necesaria para la hidratación completa del cemento. Aproximadamente se necesitan 0.4 gramos de agua por gramo de cemento para la hidratación completa del cemento

Sin embargo, la hidratación completa es rara en los concretos de las obras, debido a una falta de humedad y al largo periodo de tiempo (décadas) que se requiere para obtener la hidratación total. El conocimiento de la cantidad de calor liberado por la hidratación del cemento puede ser útil para el planeamiento de la construcción. En invierno, el calor de hidratación va a ayudar a proteger el concreto

contra los daños causados por las temperaturas muy bajas. Sin embargo, el calor puede ser perjudicial, como por ejemplo en estructuras masivas, tales como las presas, pues puede producir temperaturas diferenciales indeseables. El conocimiento de la velocidad de reacción entre el cemento y el agua es importante porque determina el tiempo de fraguado y endurecimiento.

La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que haya tiempo para transportar y colocar el concreto. Una vez que el concreto ha sido colocado y acabado, es deseable un endurecimiento rápido. El yeso, que se añade en el molino de cemento cuando al molerse el clínker, actúa como un regulador del fraguado inicial del cemento portland. La finura del cemento, aditivos, cantidad de agua adicionada y temperatura de los materiales en el momento de la mezcla son otros factores que influyen la tasa de hidratación. Las propiedades de fraguado de mezclas de concreto en diferentes temperaturas.

1.5. CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

A. V. Dependientes:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia a la compresión del concreto	Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento	Es la capacidad de las estructura de resistir momento antes de fracturarse debido a una fuerza o acción que supera la elasticidad de dicha estructura	Kg/cm ²

B.- VARIABLES INDEPENDIENTES.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Relación agua cemento	Relación optima del Agua-cemento para dosificar mezclas de concreto	Capacidad de mezcla de soporte altas cargas	A/C

1.6. HIPOTESIS

“UTILIZANDO AGREGADOS DE CANTERA DE CHIMBOTE, MEDIANTE EL METODO ACI, PODRIA OBTENER COCNRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION”

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar, mediante el método ACI, concreto de alta resistencia a la compresión con el uso de agregados de cantera de la ciudad de Chimbote

1.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Selección de canteras
- Determinar la relación A/C de la Mezcla patrón $f'c = 350\text{kg/cm}^2$
- Obtener gradaciones granulométricas de los agregados
- Determinar la Relación A/C de la Mezcla Experimental
- Analizar y Comparar los Resultados Obtenidos a los 7,14 y 28 días de edad de la mezcla patrón y experimental

II. METODOLOGÍA DE TRABAJO:

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nuestro tipo de investigación es experimental Aplicada, porque utilizaremos conocimientos de investigaciones anteriores

2.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación será experimental, lo cual trataremos de estudiar una mezcla de concreto de alta resistencia mayor a 350 kg/cm² con las canteras de Chimbote.

El estudio en su mayor parte se concentrara en el laboratorio de mecánica de suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

DIAS DE CURADO	DISEÑO DE CONCRETO							
	0%		0.5%		1.0%		1.5%	
7 DIAS	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
14 DIAS	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
28 DIAS	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒	<input type="checkbox"/>	☒
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

2.1.3. POBLACION Y MUESTRA

La mezcla de concreto para esta investigación se analizará 27 probetas de las canteras de Chimbote.

Lo cual conlleva hacer dos diferentes mezclas de dichas canteras, lo cual utilizaremos la misma relación agua /cemento.



Figura N°1: Extracción de los materiales de las canteras

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

TÉCNICAS: OBSERVACIÓN - EXPERIMENTACIÓN

- Elaboración de cuadros Estadísticos de la hipótesis realizada.
- Elaboración de cuadros Comparativos con la hipótesis y la muestra control.
- La elaboración de las probetas cumplirá con lo establecido en el RNE, pues serán realizadas con lo determinado en el dicho Reglamento.
- A través de los ensayos de laboratorio, en forma experimental, visual y analítica observaremos el comportamiento del fraguado del concreto y las propiedades alcanzadas durante los ensayos

INSTRUMENTOS

- Elaboración de guía de observación, para tomar los datos recolectados en el laboratorio.
- Las guías serán tomadas con respecto a los siguientes ensayos:
 - Ensayo Granulométrico
 - Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa
 - Ensayo de Peso Específico de Piedra
 - Ensayo de Peso Unitario de Arena
 - Ensayo de Peso Unitario de Piedra
 - Contenido de Humedad de los agregados
 - Diseño de Mezcla
 - Cono de Abrams
 - Elaboración de Probetas
 - Ensayo a la Compresión
- Guía de Registro realizados por nosotros mismos, para ver el avance de nuestras probetas.
- Computadoras para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio.
- Materiales necesarios para la elaboración de los testigos.

PROCEDIMIENTO DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

- Implementar el procedimiento en el laboratorio de mecánica de suelos.
- Aplicaremos un registro de apuntes, mediante fichas, acompañadas de un registro fotográfico para ver el desarrollo de nuestras probetas.

- Realizaremos un diseño de mezcla $f'c$ 350 kg/cm² con su respectiva desviación estándar.
- Elaboraremos las Probetas
- Ejecutaremos el Curado de nuestras probetas y finalmente la rotura de la misma.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

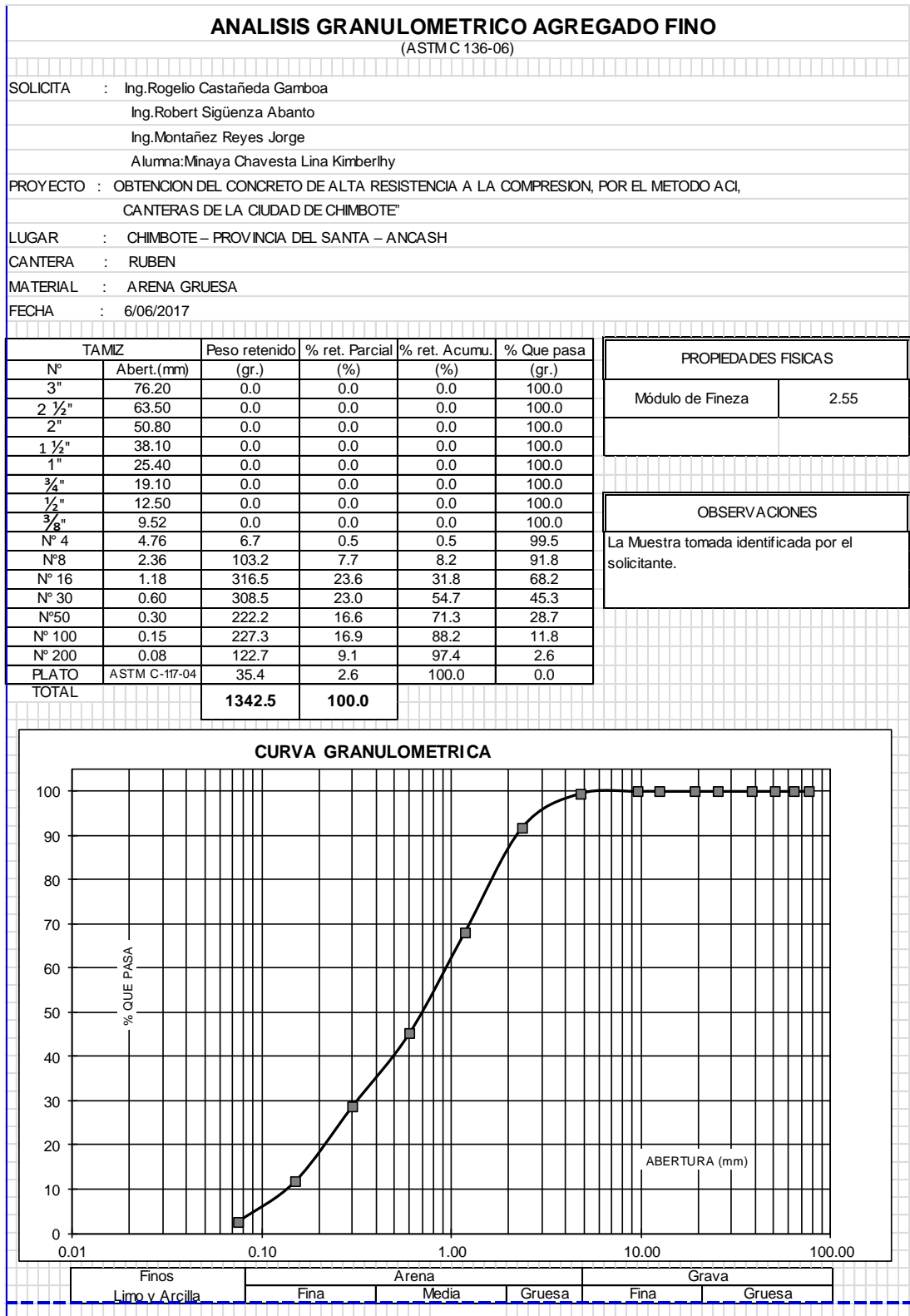
Para efectos de clasificar, procesar y resumir información utilizaremos los programas EXCEL, SPSS, como métodos estadísticos.

En cuanto a los métodos descriptivos se elaboraran tablas estadísticas de distribución de frecuencia con una y dos variables, así mismo diseñar gráficos estadísticos para analizar y visualizar el comportamiento de la variable estudiada como por ejemplo una gráfica de barras.

También se calculara algunas medidas estadísticas promedio, varianza, desviación estándar, mediana, proporciones.

Por otro lado, para efectos de mostrar y contrastar la hipótesis de trabajo planteada se usarán la metodología estadística inferencial para la cual se dará el uso de la aplicación prueba de hipótesis; en nuestro caso se usará la “Diferencia de media Poblacional”.

III. RESULTADOS



ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

(ASTMC 136-06)

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa

Ing.Robert Sigüenza Abanto

Ing.Montañez Reyes Jorge

Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO A.C.I.

CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

CANTERA : RUBEN

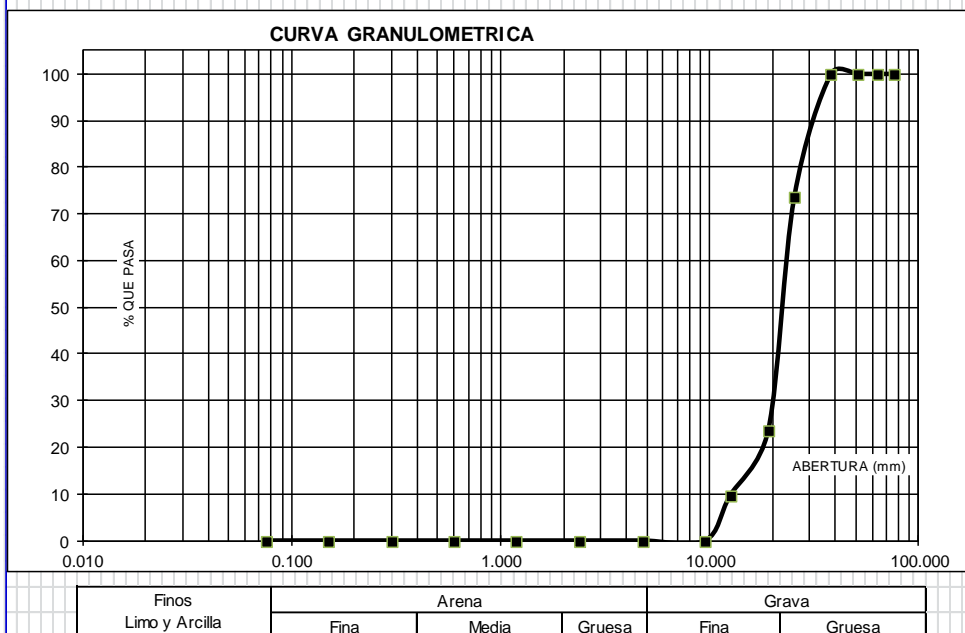
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : 6/06/2017

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	607.0	26.5	26.5	73.5
¾"	19.100	1139.6	49.8	76.3	23.7
½"	12.500	323.4	14.1	90.4	9.6
⅜"	9.520	219.4	9.6	100.0	0.0
Nº 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		2289.4	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Maximo Nominal	"1"
Huso	Nº 67 Ref. (ASTMC-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
 Ing.Robert Sigüenza Abanto
 Ing.Montañez Reyes Jorge
 Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO A CI,
 CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 6/06/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7950	7950	7900
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4630	4630	4580
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1661	1661	1643
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1655		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1645		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8350	8300	8320
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	5030	4980	5000
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1804	1786	1793
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1795		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1784		

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
 Ing.Robert Sigüenza Abanto
 Ing.Montañez Reyes Jorge
 Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
 CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 6/06/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18050	18150	18120
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	12930	13030	13000
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1382	1393	1390
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1388		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1378		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20100	20000	20050
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14980	14880	14930
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1601	1591	1596
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1596		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1585		

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
 Ing.Robert Sigüenza Abanto
 Ing.Montañez Reyes Jorge
 Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
 CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

CANTERA : RUBEN

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : 6/06/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1040.80	1036.30
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	670.50	667.50
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	370.30	368.80
D	Peso de material seco en estufa	1033.70	1026.30
E	Volumen de masa (C-(A-D))	363.20	358.80
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.792	2.783
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.811	2.810
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.846	2.860
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.69	0.97

P.e. Bulk (Base Seca)	2.787
P.e. Bulk (Base Saturada)	2.810
P.e. Aparente (Base Seca)	2.853
Absorción (%)	0.83

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
 Ing.Robert Sigüenza Abanto
 Ing.Montañez Reyes Jorge
 Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
 CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

CANTERA : RUBEN

MATERIAL : ARENA GRUESA

FECHA : 6/06/2017

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	664.00	664.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	964.00	964.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	850.90	850.90
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	113.10	113.10
F	Peso de material seco en estufa gr.	296.90	296.90
G	Volumen de masa (E-(A-F))	110.00	110.00
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.625	2.625
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.653	2.653
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.699	2.699
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	1.04	1.04

P.e. Bulk (Base Seca)	2.625
P.e. Bulk (Base Saturada)	2.653
P.e. Aparente (Base Seca)	2.699
Absorción (%)	1.04

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
Ing.Robert Sigüenza Abanto
Ing.Montañez Reyes Jorge
Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

CANTERA : RUBEN

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : 6/06/2017

PRUEBA Nº	01	02	03
TARANº			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1032.3	1063	
TARA + SUELO SECO (gr)	1026.5	1056.6	
PESO DEL AGUA (gr)	5.8	6.4	
PESO DE LA TARA (gr)	204.7	201.3	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	821.8	855.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.71	0.75	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.73	

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
Ing.Robert Sigüenza Abanto
Ing.Montañez Reyes Jorge
Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

CANTERA : RUBEN

MATERIAL : ARENA GRUESA

FECHA : 6/06/2017

PRUEBA Nº	01	02	03
TARA Nº			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	983.9	978	
TARA + SUELO SECO (gr)	979.1	973	
PESO DEL AGUA (gr)	4.8	5	
PESO DE LA TARA (gr)	170	165.7	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	809.1	807.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.59	0.62	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.61	

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

(ASTM C 136-06)

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
 Ing.Robert Sigüenza Abanto
 Ing.Montañez Reyes Jorge
 Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
 CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

CANTERA : VESIQUE

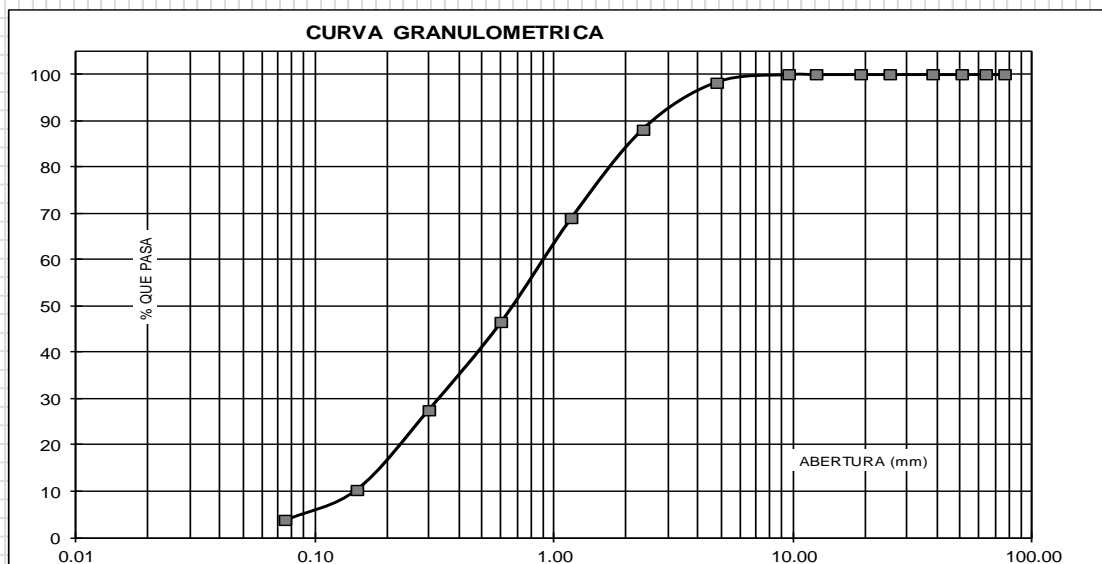
MATERIAL : ARENA GRUESA

FECHA : 15/06/2017

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.76	16.0	1.7	98.3
Nº 8	2.36	96.1	10.1	88.3
Nº 16	1.18	184.6	19.3	69.0
Nº 30	0.60	214.6	22.4	46.5
Nº 50	0.30	180.2	18.9	27.7
Nº 100	0.15	165.1	17.3	10.4
Nº 200	0.08	63.7	6.7	3.7
PLATO	ASTM C-117-04	35.6	3.7	100.0
TOTAL		955.9	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.60

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos	Arena			Grava	
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

(ASTM C 136-06)

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
 Ing.Robert Sigüenza Abanto
 Ing.Montañez Reyes Jorge
 Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
 CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

CANTERA : SAMANCO

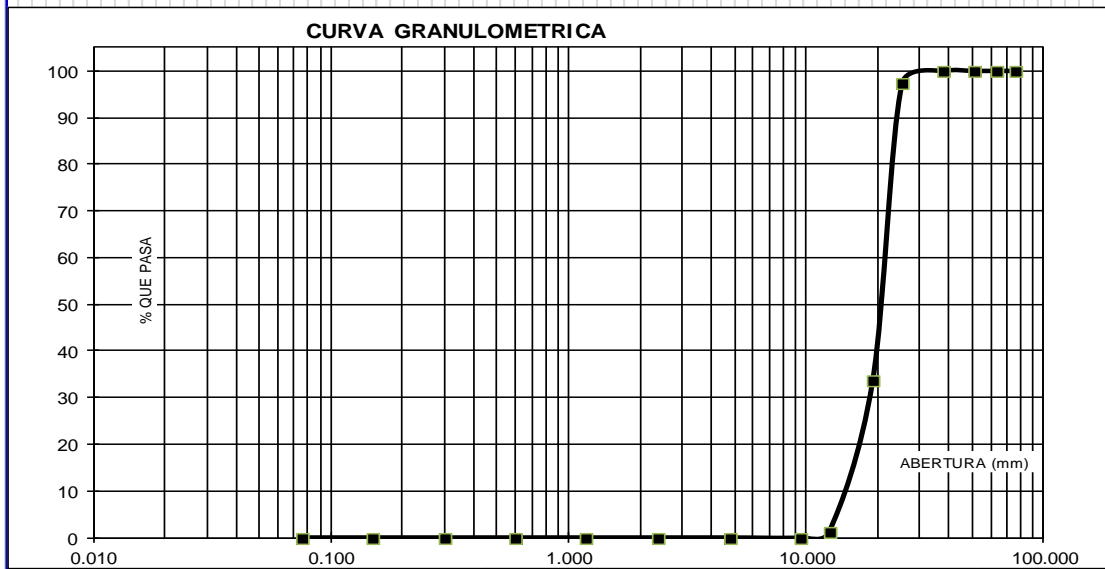
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : 15/06/2017

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	27.3	2.7	2.7	97.3
¾"	19.100	636.9	63.7	66.4	33.6
½"	12.500	323.8	32.4	98.8	1.2
⅜"	9.520	11.6	1.2	100.0	0.0
Nº 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		999.6	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Maximo Nominal	"1"
Huso	Nº 67 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa

Ing.Robert Sigüenza Abanto

Ing.Montañez Reyes Jorge

Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE'

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

FECHA : 06/06/2017

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino : **CANTERA : RUBEN**

- Peso especifico de masa 2.63
- Peso unitario suelto 1645 kg/m³
- Peso unitario compactado 1784 kg/m³
- Contenido de humedad 0.61 %
- Absorción 1.04 %
- Módulo de fineza 2.55

D.- Agregado grueso **CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal "1"
- Peso especifico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1378 kg/m³
- Peso unitario compactado 1585 kg/m³
- Contenido de humedad 0.73 %
- Absorción 0.83 %

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de "1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.430

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.430 = 448.837 \text{ kg/m}^3 = 10.6 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	448.837	kg/m ³
Agua efectiva.....	197.024	lts/m ³
Agregado fino.....	660.521	kg/m ³
Agregado grueso.....	1117.357	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{448.84}{448.84} : \frac{660.521}{448.84} : \frac{1117.36}{448.84}$$

$$1 : 1.47 : 2.49 : 18.66 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 1.33 : 2.69 : 18.66 \text{ lts / bolsa}$$

ENSAYO A LA COMPRESION

CANTERA RUBÉN Y LA SORPRESA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIN GRADACION							
SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa Ing.Robert Sigüenza Abanto Ing.Montañez Reyes Jorge Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy							
PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI, CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE*							
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH							
FECHA : 23/07/2017							
F' C : 350 Kg/cm2							
TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
N°	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	PATRON	3.0	08/06/2017	15/06/2017	7	261.04	74.58
02	PATRON	3.0	08/06/2017	15/06/2017	7	272.56	77.87
03	PATRON	3.0	08/06/2017	15/06/2017	7	271.33	77.52
04	PATRON	3.0	08/06/2017	22/06/2017	14	313.75	89.64
05	PATRON	3.0	08/06/2017	22/06/2017	14	334.44	95.55
06	PATRON	3.0	08/06/2017	22/06/2017	14	310.44	88.70
07	PATRON	3.0	08/06/2017	06/07/2017	28	341.68	97.62
08	PATRON	3.0	08/06/2017	06/07/2017	28	333.26	95.22
09	PATRON	3.0	08/06/2017	06/07/2017	28	355.51	101.58
ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.							
OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.							

CON GRADACIÓN

SOLICITA :		Ing.Rogelio Castañeda Gamboa Ing.Robert Sigüenza Abanto Ing.Montañez Reyes Jorge Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy					
PROYECTO :		OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI, CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE*					
LUGAR :		CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH					
FECHA :		23/07/2017					
F' C :		350 Kg/cm2					
TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
N°	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	PATRON	3,0	08/06/2017	15/06/2017	7	316.73	90.49
02	PATRON	3,0	08/06/2017	15/06/2017	7	328.55	93.87
03	PATRON	3,0	08/06/2017	15/06/2017	7	327.17	93.48
04	PATRON	3,0	08/06/2017	22/06/2017	14	370.04	105.72
05	PATRON	3,0	08/06/2017	22/06/2017	14	390.20	111.49
06	PATRON	3,0	08/06/2017	22/06/2017	14	366.13	104.61
07	PATRON	3,0	08/06/2017	06/07/2017	28	421.01	120.29
08	PATRON	3,0	08/06/2017	06/07/2017	28	423.56	121.02
09	PATRON	3,0	08/06/2017	06/07/2017	28	428.69	122.48
ESPECIFICACIONES :		Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.					
OBSERVACIONES :		Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.					

CANTERA SAMANCO SIN GRADACION

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION							
SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa							
Ing.Robert Sigüenza Abanto							
Ing.Montañez Reyes Jorge							
Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy							
PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI, CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE*							
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH							
FECHA : 23/06/2016							
F' C : 350 Kg/cm2							
TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
N°	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	PATRON	3,2	14/04/2016	21/04/2016	7	237.25	67.79
02	PATRON	3,2	14/04/2016	21/04/2016	7	243.89	69.68
03	PATRON	3,2	14/04/2016	21/04/2016	7	243.47	69.56
04	PATRON	3,2	14/04/2016	28/04/2016	14	273.56	78.16
05	PATRON	3,2	14/04/2016	28/04/2016	14	282.18	80.62
06	PATRON	3,2	14/04/2016	28/04/2016	14	277.02	79.15
07	PATRON	3,2	14/04/2016	12/05/2016	28	339.42	96.98
08	PATRON	3,2	14/04/2016	12/05/2016	28	326.77	93.36
09	PATRON	3,2	14/04/2016	12/05/2016	28	331.53	94.72
ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.							
OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.							

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON GRADACION

SOLICITA : Ing.Rogelio Castañeda Gamboa
 Ing.Robert Sigüenza Abanto
 Ing.Montañez Reyes Jorge
 Alumna:Minaya Chavesta Lina Kimberlhy

PROYECTO : OBTENCION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESION, POR EL METODO ACI,
 CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE*

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

FECHA : 23/06/2016

F' C : 350 Kg/cm2

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
N°	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	PATRON	3,2	14/04/2016	21/04/2016	7	270.67	77.33
02	PATRON	3,2	14/04/2016	21/04/2016	7	266.29	76.08
03	PATRON	3,2	14/04/2016	21/04/2016	7	271.39	77.54
04	PATRON	3,2	14/04/2016	28/04/2016	14	318.59	91.03
05	PATRON	3,2	14/04/2016	28/04/2016	14	310.07	88.59
06	PATRON	3,2	14/04/2016	28/04/2016	14	316.01	90.29
07	PATRON	3,2	14/04/2016	12/05/2016	28	373.41	106.69
08	PATRON	3,2	14/04/2016	12/05/2016	28	383.21	109.49
09	PATRON	3,2	14/04/2016	12/05/2016	28	387.82	110.81

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

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

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

Se seleccionó 2 canteras para este tipo de investigación, cantera SAMANCO y RUBÉN, teniendo en cuenta las siguientes referencias:

CANTERA RUBEN AGREGADO GRUESO

- ✓ Tiene una resistencia a la compresión de 2400 kg/cm²
- ✓ Un desgaste 8%
- ✓ Absorción 0.83 %

CANTERA SAMANCO AGREGADO GRUESO

- ✓ Tiene una resistencia de 1900 kg/cm²
- ✓ Un desgaste 12%
- ✓ Absorción 0.99%

La relación agua cemento para los patrones tanto como para la cantera samanco como para la cantera Rubén, según las tablas del ACI corregidos por absorción y humedades nos da como resultado 0.684 con un slump 3 pulgadas

La relación agua cemento para los experimentales es de 0.675 con un slump 3.2 pulgadas debido a la eliminación del material fino por efectos de la gradación

Según los resultados obtenidos para el ensayo de resistencia a la compresión para las 2 canteras, se ve que tiene mayor resistencia, para el día 7, 14 y 28, es el diseño experimental, Esto está dentro de lo esperado, debido a que se sabe que el diseño patrón es menos resistente que el diseño experimental. Más aún, se demuestra que si se realiza una buena gradación se puede obtener más resistencia.

V. CONCLUSION:

- Se seleccionó tres canteras de Chimbote cantera Rubén, cantera la sorpresa y cantera samanco.
- La relación agua cemento para muestra patrón, es 0.684, con la cual obtuvimos un SLUMP de 3.0 para la cantera Rubén y 3.20 para la cantera Samanco”, el cual está dentro del rango bueno permisible trabajable.
- A través del método ACI y con buena gradación se puede conseguir hasta un 20% más en resistencia a la compresión utilizando los mismos componentes.
- La relación agua cemento para muestra experimental, es 0.675, con la cual obtuvimos un SLUMP de 3.2”, el cual está dentro del rango bueno permisible trabajable.
- La resistencia a la compresión a los 28 días del patrón alcanza el 100 %.
- El resultado final de la resistencia promedio del diseño experimental supero al diseño patrón en un 20%

VI. RECOMENDACIONES

- Optimizar los agregados de las canteras de Chimbote para lograr mejores resistencias a la compresión del concreto.
- Se debe tecnificar el uso de agregados en concreto para obtener mejores resultados de la resistencia a la compresión
- Establecer controles técnicos en el uso de potencia de las canteras

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMANIERO, R. (2006). Dosificación de Mezclas. Quito.
- COMITÉ ACI (2008). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (Versión en español y sistema métrico). ACI.
- DEL SALTO, R. (2012). “Estudio de Impacto Ambiental para la apertura de la vía de interconexión Ontaneda, Av. Simón Bolívar-6 de Diciembre-Conocoto”, p. 27, Quito.
- HARMSSEN, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- INEN.(2001). Código Ecuatoriano de la Construcción. Requisitos de Diseño del Hormigón Armado. Quito.
- MONTOYA, P. (2000).“Hormigón Armado”, Catorceava Edición, pp. 31, 33, 75-79, 85, 111, 112, Barcelona.
- NAWY, G. (2001). Concreto Reforzado. New Jersey: Prentice-Hall.
- NILSON, H.(2001). Diseño de Estructuras de Concreto. Bogotá: McGrawHill.
- ROMO, M. (2008). “Temas de hormigón armado”, Escuela Politécnica del Ejército Ecuador, p. 17, 18, 20, Quito.
- PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. México.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>
- http://ingenieriacivil21.blogspot.com/2011/02/disenode-mezclasdehormig%C3%B3n_metodo_23.html
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cemento>
- <http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/cemento-portlandusosy-aplicaciones/>

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura N°2: Recolectando los agregados.



Figura N°3: Transportando los materiales al laboratorio



Figura N^o4: Realizando los ensayos de calidad de los agregados y su gradación



Figura N°5: Listos para realizar el concreto



Figura N°6: Elaborando el concreto



Figura N°7: Midiendo la trabajabilidad del concreto



Figura N°8: Elaboración de probetas



Figura N°9: probetas terminadas



Figura N°10: Realizando probetas experimentales



Figura N°11: Probetas experimentales terminadas



Figura N°12: Ensayo a la compresión

FORMATOS PARA LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

ALUMNOS :

TEMA :

FECHA :

CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADOS

AGREGADO FINO

CANTERA : MATERIAL :

HUMEDAD			
Ensayo N°	1	2	3
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)			
TARA + SUELO SECO (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)			
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL SUELO SECO (gr)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)			

AGREGADO GRUESO

CANTERA : MATERIAL :

HUMEDAD			
Ensayo N°	1	2	3
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)			
TARA + SUELO SECO (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)			
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL SUELO SECO (gr)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)			

PESOS UNITARIOS DE AGREGADOS

AGREGADO FINO

CANTERA : MATERIAL :

PESO UNITARIO SUELTO			
Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (Kg/m ³)			
Peso unitario prom. (Kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

AGREGADO GRUESO

CANTERA : MATERIAL :

PESO UNITARIO SUELTO			
Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (Kg/m ³)			
Peso unitario prom. (Kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

AGREGADO FINO

CANTERA : MATERIAL :

PESO UNITARIO COMPACTADO			
Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (Kg/m ³)			
Peso unitario prom. (Kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

AGREGADO GRUESO

CANTERA : MATERIAL :

PESO UNITARIO COMPACTADO			
Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra			
Peso de molde			
Peso de muestra			
Volumen de molde			
Peso unitario (Kg/m ³)			
Peso unitario prom. (Kg/m ³)			
CORREGIDO POR HUMEDAD			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (METODO ACI)
(CALCULO)

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO FINO		
1	P. Unitario Suelto seco		Kg/m ³
2	P. Unitario Compactado seco		Kg/m ³
3	P. Especifico Masa Seca		
4	Contenido de Humedad		%
5	Absorción		%
6	Módulo de Fineza		

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO GRUESO		
7	P. Unitario Suelto seco		Kg/m ³
8	P. Unitario Compactado seco		Kg/m ³
9	P. Especifico Masa Seca		
10	Contenido de Humedad		%
11	Absorción		%
12	Tamaño Maximo Nominal		"

RESISTENCIA PROMEDIO (Rm)

F _c	F _{cr}
<210	F _c + 70
210 a 350	F _c + 84
>350	F _c + 98

ITEM	DATOS DE TABLAS PARA 1 m ³ CONCRETO		
13	Contenido total de Aire x m ³ de Concreto(Tabla n°3.a)		%
14	Volumen unitario de agua de mezclado (Tabla n°2)		lts/m ³
15	P. Especifico Cemento(Propiedades fisicas tipo cemento)		gr/cm ³
16	Resistencia promedio requerida (Rm)		kg/cm ²
17	Relacion Agua-Cemento (Tabla n°4.a ó n°4.b)		
18	Factor de Cemento x m ³ de Concreto		kg/m ³
19	Cantidad de Agregado Grueso x m ³ de Concreto (Tabla n°6)		m ³

ITEM	VOLUMENES ABSOLUTOS DE MATERIALES		
20	Cemento : $((18)/(15))/1000$		m ³
21	Agregado Fino : $1-((20)+(22)+(23))$		m ³
22	Agregado Grueso : $((19)*(8)/(9))/1000$		m ³
23	Agua : $(14)/1000$		
24	Aire : $(13)/100$		lts/bolsa

ITEM	PESOS SECOS DE LOS MATERIALES (1m ³ Concreto)		
25	Cemento : (18)		kg/m ³
26	Agregado Fino : (21)*(3)*1000		kg/m ³
27	Agregado Grueso : (22)*(9)*1000		kg/m ³
28	Agua : (14)		lts/bolsa

ITEM	CORRECCION POR HUMEDAD DE MATERIALES (1m ³ Concreto)		
29	Cemento : (25)		kg/m ³
30	Agregado Fino : (26)*(1+(4)/100)		kg/m ³
31	Agregado Grueso : (27)*(1+(10)/100)		kg/m ³
32	Agua : (14)-((4)-(5))/100*(26)+((10)-(11))/100*(27)		lts/bolsa

ITEM	PROPORCIONES EN PESO		
33	Cemento : (29)/(29)		kg
34	Agregado Fino : (30)/(29)		kg
35	Agregado Grueso : (31)/(29)		kg
36	Agua : (32)		lts/kg

ITEM	PROPORCIONES EN Pie ³ (1m ³ Concreto)		
37	Cemento : (29)/42.5		bolsa
38	Agregado Fino : (26)/(1)*(1/(0.3048) ³)		Pie ³
39	Agregado Grueso : (27)/(7)*(1/(0.3048) ³)		Pie ³
40	Agua : (32)		lts/bolsa

ITEM	PROPORCION EN VOLUMEN(Pie ³)		
41	Cemento : (37)/(37)		
42	Agregado Fino : (38)/(37)		
43	Agregado Grueso : (39)/(37)		
44	Agua : (40)/(37)		lts/bolsa

2. TABLA DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Asentamiento	Agua en Lts/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos 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	—
Concretos 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	—

Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 del ACI

3.a. TABLA DE 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 %

4.a. TABLA DE RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA

f' cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Incorporado	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	—

5. MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/m ³ indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Los valores de la tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35 %. Los valores indicados en la tabla pueden dar muchas ligeras sobreexposiciones para pavimentos o estructuras coladas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser

8. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDADES DE VOLUMEN DE CONCRETO

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.84	0.81

** El cálculo del contenido de agregado grueso a partir del coeficiente beta, permite obtener concretos con una trabajabilidad adecuada para concreto armado usual.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

FECHA : 23/06/2016

F' C : 210 Kg/cm²

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
N°	ELEMENTO	(“)	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²	(%)
01	PATRON	3,0	14/04/2016	21/04/2016	7	149.65	71.26
02	PATRON	3,0	14/04/2016	21/04/2016	7	160.58	76.47
03	PATRON	3,0	14/04/2016	21/04/2016	7	159.65	76.02
04	PATRON	3,0	14/04/2016	28/04/2016	14	173.03	82.39
05	PATRON	3,0	14/04/2016	28/04/2016	14	167.13	79.59
06	PATRON	3,0	14/04/2016	28/04/2016	14	171.20	81.52
07	PATRON	3,0	14/04/2016	12/05/2016	28	205.69	97.95
08	PATRON	3,0	14/04/2016	12/05/2016	28	214.75	102.26
09	PATRON	3,0	14/04/2016	12/05/2016	28	203.54	96.92

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

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

