



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**E. A. P. DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA



**“UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONCHAS DE  
ABANICO COMO MEJORAMIENTO EN LAS PROPIEDADES  
RESISTENTES DEL CONCRETO”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

**FLORES SALAZAR LIZ YESSENIA**

**MAZZA CALLIRGOS JULIO STEVEN**

**ASESOR:**

**ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ**

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**

**INGENIERÍA CIVIL**



**“UTILIZACION DE RESIDUOS DE CONCHAS DE  
ABANICO COMO MEJORAMIENTO EN LAS  
PROPIEDADES RESISTENTES DEL CONCRETO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**REVISADO POR:**

  
Ing. JULIO CÉSAR RIVASPLATA DIAZ.

**ASESOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**



**“UTILIZACION DE RESIDUOS DE CONCHAS DE  
ABANICO COMO MEJORAMIENTO EN LAS  
PROPIEDADES RESISTENTES DEL CONCRETO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

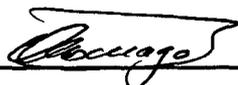
**SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO  
EL DIA 15 DE DICIEMBRE DEL 2014**



**Ing. HUGO ROJAS RUBIO  
PRESIDENTE**



**Ing. JULIO RIVASPLATA DIAZ.  
SECRETARIO**



**Ing. LINO OLASCUAGA CRUZADO.  
INTEGRANTE**



## DEDICATORIA

*A DIOS, por darme la vida, por la experiencia adquirida, por la sabiduría que me ha dado, por su incomparable amor, por los sueños que me ha brindado y por ser quien me da la fortaleza para seguir adelante*

*A mis padres, Marcos y Elena, por todo el apoyo incondicional que me brindan, porque con lo poco o mucho que puedan tener, me lo ofrecen sin condiciones, por darme esos abrazos y soportar mis malos humores cuando las cosas no me salían bien. Gracias a ellos por el simple hecho de existir en mi vida.*

*A mis hermanos por acompañarme en las noches de desvelo, a mis 4 sobrinitas por ser las que sonrían tiernamente y endulzan mi vida.*

*A todas las personas que conocí en el recorrido de mis pocos años de vida. Gracias a Dios por ponerlos en mi camino.*

*Liz Yessenia Flores Salazar.*



---

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

*Por regalarme la vida todo los días, permitiendo así que cumpla mis sueños. Y por su infinita bondad y amor que siempre me acompaña.*

### **A mis Padres, Julio y Eva**

*Por estar en todo momento conmigo, desde que nací, durante mi niñez hasta la actualidad, por corregir mis actitudes, darme consejos de vida y enseñarme siempre a pensar positivo.*

### **A mis Familiares**

*A mis hermanos, porque siempre he contado con Uds. para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.*

### **A mis Amigos**

*Por su amistad y apoyo brindado durante nuestra formación académica.*

*Julio Steven Mazza Callirgos.*



---

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar damos gracias a Dios por habernos dado el tiempo necesario para realizar este trabajo, por habernos permitido conocer a muchas personas que colaboraron con nosotros para hacer de uno de nuestros sueños una realidad y porque en todo momento aunque no siempre lo percibimos, él estuvo con nosotros.*

*A todos nuestros profesores, de la escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa, por su valiosa contribución en nuestra formación profesional, por habernos inculcado y brindado conocimientos, valores morales y experiencias.*

*A nuestro asesor Ing. Julio Rivasplata Díaz por su reiterada ayuda profesional, en la elaboración del presente informe de tesis.*

*A todos aquellos que aunque con lo mas mínimo nos apoyaron en la culminación de esta tesis.*

*Liz Yessenia Flores Salazar. & Julio Steven Mazza Callirgos.*



## INDICE

INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES</b>	<b>2</b>
1.1.1. TITULO	3
1.1.2. TIPO DE INVESTIGACION	3
1.1.3. UBICACIÓN	3
1.2. PLANDEINVESTIGACIÓN	3
1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.2. OBJETIVOS	4
1.2.2.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.2.3. HIPOTESIS DE INVESTIGACION	5
1.2.4. VARIABLE.	5
1.2.5. DISEÑO DE ESTUDIO	5
1.2.6. ESTRATEGIA DE TRABAJO	6
1.2.6.1. METODO DE ESTUDIO	6
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b>	<b>7</b>
2.1. TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.	8
2.2. CONCRETO	9
2.2.1. COMPONENTES DEL CONCRETO	9
2.2.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO	14
2.2.3. MECANISMO DE HIDRATACIÓN	15
2.3. CONCHAS DE ABANICO	18
2.3.1. CULTIVO DE CONCHAS DE ABANICO	19
2.3.2. PRODUCCION EN EL PERU	22
2.3.3. COMPOSICIÓN DE LA CONCHA DE ABANICO	23
2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS A LOS AGREGADOS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA	24
2.4.1. ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESO Y FINOS	24
2.4.2. PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS	27
2.4.3. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD	29
2.4.4. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS	30
2.4.5. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS	33
2.5. ELABORACION DE MEZCLA DE CONCRETO EN LABORATORIO	33
2.5.1. ELABORACION Y CURADO DE MUESTRAS DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE LABORATORIO	33
2.5.2. REFRENTADO DE TESTIGOS DE CONCRETO	36
2.5.3. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS	38
2.5.4. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO	39
2.5.5. ENSAYOS DEL FACTOR DE COMPACTACION	41
2.6. RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO	42



2.7.	INVESTIGACIONES REALIZADAS CON LA APLICACIÓN DE CONCHAS DE ABANICO EN LAS MEZCLA DE CONCRETO	45
<b>CAPITULOIII:MATERIALES Y MÉTODOS</b>		48
3.1.	MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLA DE LOS AGREGADOS UTILIZADOS EN OBRA	48
3.1.1.	AGREGADO GRUESO (PIEDRACHANCADA)	48
3.1.2.	AGREGADO FINO (ARENAGRUESA)	54
3.1.3.	RESIDUOS CALCAREOS – CONCHAS DE ABANICO	62
3.2.	MATERIALES Y MÉTODOS PARA REALIZAR LA ELABORACIÓN Y CURADO DE MUESTRAS DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE LABORATORIO	63
3.2.1.	ELABORACIÓN Y CURADO DE TESTIGOS DE CONCRETO	63
<b>CAPITULOIV:RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
4.1	RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS	70
4.2	RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS UTILIZADOS EN OBRA PARA EL CÁLCULO DEDISEÑO DE MEZCLA	70
4.3	RESULTADO DE DOSIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE TESTIGOS DE CONCRETO REALIZADOS EN LABORATORIO	71
4.4	COMPARACIÓN ENTRE TESTIGOS DE CONCRETO CON Y SIN RESIDUOS CALCÁREOS	79
4.5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
4.5.1.	SOBRE LA HIPOTESIS	80
4.5.2.	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO DURANTE SU ELABORACION	81
<b>CAPITULOV:CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
5.1.	CONCLUSIONES	83
5.2.	RECOMENDACIONES	84
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>		85
<b>PAGINAS DE INTERNET</b>		86
<b>ANEXOS.</b>		87
ANEXOS N°01: PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS.		
ANEXOS N°02: DISEÑO DE MEZCLA.		
ANEXOS N°03: TABLAS PARA DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN ACI		
ANEXOS N°04: FACTOR DE COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO		
ANEXOS N°05: PANEL FOTOGRAFICO.		



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAN°01:</b>	<b>PESO MÍNIMO DE LA MUESTRA DE ACUERDO AL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO.</b>	<b>25</b>
<b>TABLAN°02:</b>	<b>ABERTURA DE LOS TAMICES.</b>	<b>26</b>
<b>TABLA N°03:</b>	<b>CANTIDAD MÍNIMA DE ESPÉCIMEN DE MATERIAL HÚMEDO SELECCIONADO COMO REPRESENTATIVO DE LA MUESTRA TOTAL</b>	<b>29</b>
<b>TABLA N°04:</b>	<b>CANTIDADES MÍNIMAS PARA ENSAYO, EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO</b>	<b>33</b>
<b>TABLA N°05:</b>	<b>DIÁMETRO MÁXIMO DE LA CARA DE CARGA DEL BLOQUE CON RÓTULA</b>	<b>39</b>
<b>TABLA N°06:</b>	<b>RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN DIFERENTES ETAPAS Y LA RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS</b>	<b>44</b>
<b>TABLA N°07:</b>	<b>FACTORES DE CORRECCION</b>	<b>44</b>



---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N°01:</b>	RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL AGREGADO GRUESO.	73
<b>CUADRO N°02:</b>	RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL AGREGADO FINO.	73
<b>CUADRO N°03:</b>	RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS AGREGADOS UTILIZADOS EN OBRA.	74
<b>CUADRO N°04:</b>	RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS ADICIONANDO 5% DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO	75
<b>CUADRO N°05:</b>	RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS ADICIONANDO 5% DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO	76
<b>CUADRO N°06:</b>	RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS ADICIONANDO 10% DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO	77
<b>CUADRO N°07:</b>	RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS ADICIONANDO 15% DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO	78



---

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRAFICO Nº 01:</b>	PROPORCIONES TÍPICAS EN VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO.	09
<b>GRAFICO Nº 02:</b>	PRINCIPALES BANCOS DE CONCHA DE ABANICO EN LA COSTA PERUANA	19
<b>GRAFICO Nº 03:</b>	COSECHAS DE CONCHA DE ABANICO POR REGIONES	22
<b>GRAFICO Nº 04:</b>	VISTA EN PLANTA Y ELEVACIÓN DEL CONO DE ABRAMS.	40
<b>GRAFICO Nº 05:</b>	EQUIPO PARA MEDIR EL GRADO DE COMPACTACION	41
<b>GRAFICO Nº 06</b>	RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN DIFERENTES ETAPAS Y LA RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS	79
<b>GRAFICO Nº 07::</b>	RESULTADO COMPARATIVO DE TESTIGOS DE CONCRETO CON RESISTENCIA F'C=175 KG/CM2 RESULTADO COMPARATIVO DE TESTIGOS DE CONCRETO CON RESISTENCIA F'C=210 KG/CM2.	80



---

## RESUMEN

La presente investigación se basa en la utilización del polvo proveniente del reciclaje y calcinación a 800° C de los residuos calcáreos (conchas de abanico). Este polvo así obtenido es utilizado para adicionar al cemento comercial tipo Portland I en diversas dosificaciones en el diseño de mezcla. Las mezclas de concreto obtenidas con este orden de adición son sometidas a la medición de su resistencia a la compresión para los periodos de 7, 14, 21 y 28 días. Estos resultados se compararon con las propiedades de una mezcla patrón en la cual el cemento no es sustituido en absoluto y de esta manera se determinó si es que la adición de residuos calcáreos de concha de abanico favorece o no a las propiedades resistentes del concreto.

De los ensayos se pudo afirmar que la adición de residuos calcáreos de 5% a 15% mejora la resistencia de concreto, observando que a mayor adición de residuos calcáreos el asentamiento disminuye en 1".



---

## ABSTRACT

This research is based on the use of powder from recycling and calcination at 800 ° C of the lime scale (scallops). The powder thus obtained is used for adding to commercial Portland cement type I in various dosages in the mix design. Concrete mixtures obtained with this order of addition are subjected to measuring its compressive strength for periods of 7, 14, 21 and 28 days. These results were compared with the properties of a master batch in which the cement is not substituted at all, and thus it was determined if the addition of lime scale scallop resistant favors particular properties or not .

Trials could indicate that the addition of lime scale from 5% to 15 % improve concrete strength, noting that the higher the addition of lime scale settlement decreases by 1 ".



---

## INTRODUCCIÓN

La importancia de las mezclas de concreto en ingeniería es que se usa como elemento estructural en las construcciones de puentes, edificios, presas, etc. Además es económico, tiene dureza, resistencia al fuego, apariencia estética y brinda las facilidades de ser fabricado o pre mezclado en el sitio de su utilización. El elemento preponderante en este tipo de mezclas es el cemento el cual actúa como un "pegamento" para mantener unidas las partes del agregado dentro de la mezcla.

Esta referencia puntual es un resultado interesante que precisa mayor estudio en la medida que podría significar una reducción de costos para una aplicación particular para un producto con las resistencias alcanzadas.

La justificación de la investigación y la importancia de esta propuesta radican en aspectos fundamentales como la importancia que viene adquiriendo en contexto internacional y nacional la investigación sobre el uso de los residuos calcáreos de las conchas de abanico para aplicaciones con mayor intensidad como agregado en las mezclas de concreto para construcción y el carácter finito de los materiales naturales no renovables como la piedra caliza a partir de los cuales se fabrican los actuales cementos comerciales.

Desde esta perspectiva es que la utilización de estos residuos calcáreos en mezclas de concreto ha comenzado a ser estudiada. Teniendo estos antecedentes es que decidimos realizar nuestra tesis basados en los residuos de conchas de abanico, los mismos que son desechados en nuestra Bahía de Samanco – Perú.



# CAPÍTULO I

## ASPECTOS GENERALES



---

## CAPÍTULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### **1.1. ASPECTOS INFORMATIVOS:**

##### **1.1.1. TÍTULO:**

"Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto."

##### **1.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

Experimental. Teniendo en cuenta el nivel de investigación, se enmarca dentro de un diseño experimental.

##### **1.1.3. UBICACIÓN:**

Departamento : Ancash  
Provincia : Santa  
Distrito : Nuevo Chimbote.

#### **1.2. PLAN DE INVESTIGACIÓN:**

##### **1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El concreto de cemento portland ha emergido claramente como el material de elección para la construcción de un gran número y variedad de estructuras en el mundo de nuestros días. Esto se atribuye principalmente al bajo costo de los materiales y la construcción para estructuras de concreto, así como también al bajo costo del mantenimiento. Por lo tanto, no es sorprendente que muchos avances en la tecnología del concreto hayan ocurrido como resultado de dos fuerzas impulsoras, específicamente la velocidad de construcción y la durabilidad del concreto.



La concha de abanico en Perú en la última década se ha convertido en uno de los moluscos de exportación más importante con fuertes fluctuaciones en los volúmenes desde el inicio de la exportación a inicios de los ochenta. El cultivo de "concha de abanico" (*Argopecten purpuratus*) viene generando una serie de impactos ambientales negativos en el ecosistema de la bahía de Samanco y la zona costera hasta Casma, esta se ve potenciada por prácticas insostenibles entre las cuales se incluyen la disposición de los desechos en lugares no apropiados, las cuales muchas veces son arrojados en las mismas zonas de cultivo o alrededor de las orillas. Esto acarrea el incremento de la materia orgánica y por ende el sedimento lo que eventualmente podría impactar negativamente el cultivo.

Ante la necesidad de combatir la contaminación que generan los desechos de conchas de abanico y reducir el impacto negativo que se viene generando en la bahía de Samanco, y ante la iniciativa de investigaciones realizadas en el ámbito local con adición de conchas de abanico en la mezcla de concreto, es que nos proponemos la siguiente pregunta:

¿Las propiedades resistentes del concreto mejoraran si se adicionan residuos calcáreos calcinados a una mezcla convencional de concreto?

## 1.2.2. OBJETIVOS

### 1.2.2.1. Objetivo General

- Determinar la resistencia en compresión de mezclas de concreto con la adición de diferentes proporciones



de residuos calcáreos de conchas de abanico y compararlas con la resistencia de una mezcla convencional.

#### **1.2.2.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar probetas de mezclas de concreto añadiendo residuos calcáreos de conchas de abanico en diferentes proporciones respecto a una mezcla patrón de resistencia.
- Verificar y evaluar las propiedades de las mezclas de concreto en su estado fresco.
- Determinar las resistencias en compresión de las probetas elaboradas en el objetivo anterior y compararlas con la resistencia de una probeta convencional a los 7, 14, 21 y 28 días.

#### **1.2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

"La adición de residuos calcáreos calcinados de conchas de abanico en la preparación de concreto mejorará las propiedades resistentes del mismo."

#### **1.2.4. VARIABLES**

##### **Variable Independiente**

Diferentes dosificaciones con residuos calcáreos.

##### **Variable Dependiente**

Resistencia compresión convencional.

#### **1.2.5. DISEÑO DE ESTUDIO**



El diseño del estudio será experimental realizando un diseño de mezcla  $F'c=175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$  y los respectivos ensayos en estado fresco y endurecido del concreto.

- Conseguir y calcinar las conchas de abanico para obtener los residuos calcáreos los cuales añadiremos en el diseño de mezcla.
- Realizar testigos de concreto adicionando en diversas dosificaciones residuos calcáreos calcinados.
- Verificar y medir el asentamiento (Slump) y trabajabilidad del concreto en estado fresco.
- Realizar la rotura de probetas a los 7, 14, 21 y 28 días y realizar la comparación con la muestra patrón.

## **1.2.6. ESTRATEGIA DE TRABAJO**

### **1.2.6.1. MÉTODO DE ESTUDIO**

Utilizaremos el método deductivo, ya que se realizará una investigación tomando como base los estándares generales de diseño de concreto aceptados como validos para llegar a los resultados específicos de la resistencia obtenida adicionando polvo de residuos calcáreos en la preparación de concreto.



## CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO



---

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1. TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**

Es el campo de la Ingeniería Civil que abarca un conjunto de conocimientos científicos orientados hacia la aplicación técnica, práctica y eficiente del concreto en la construcción.

A diferencia de otros campos de la Ingeniería en que se puede ejercer un control bastante amplio sobre los parámetros que participan en un fenómeno, en la Tecnología del Concreto cada elemento que interviene, bien sea el cemento, el agua, los agregados, los aditivos, y las técnicas de producción, colocación, curado y mantenimiento, representan aspectos particulares a estudiar y controlar de modo que puedan trabajar eficientemente de manera conjunta en la aplicación práctica que deseamos.

Generalmente tenemos una serie de limitaciones en cuanto a modificar a nuestra voluntad las características de los factores que intervienen en el diseño y producción del concreto, por lo que cada caso supone una solución particular, ya que paradójicamente, los ingredientes de un concreto bueno y uno malo son en general los mismos si no sabemos emplearlos adecuadamente, por lo que no es una tarea simple el diseñar y producir concreto de buena calidad. En este punto, es necesario establecer que *"El concreto de buena calidad es aquél que satisface eficientemente los requisitos de trabajabilidad, colocación, compactación, resistencia, durabilidad y economía."*

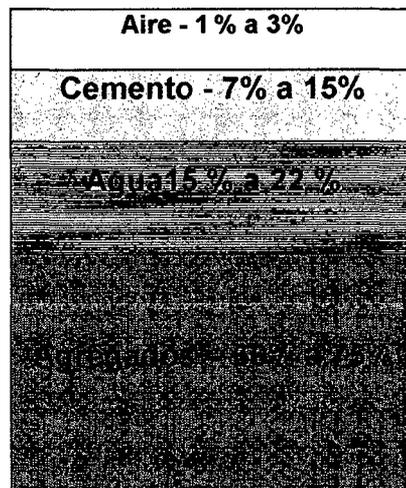


## 2.2. CONCRETO

El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua y agregado fino y grueso. El concreto contiene un pequeño volumen de aire atrapado, y puede contener también aire intencionalmente incorporado mediante el empleo de aditivos. Adicionalmente a la mezcla se le puede incorporar determinados aditivos minerales.

### 2.2.1. COMPONENTES DEL CONCRETO

Se definen para este material los componentes: Cemento, agua, agregados, el aire y adiciones que mejoran las propiedades de la mezcla de concreto. Si analizamos la **Figura 1** en que se esquematizan las proporciones típicas en volumen de los componentes del concreto, concluiremos en que el cemento es el ingrediente activo que interviene en menor cantidad, pero sin embargo es el que define las tendencias del comportamiento.



**Figura 01.** Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto.



## ➤ CEMENTO

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón (en España, parte de Suramérica y el Caribe hispano) o concreto (en México y parte de Suramérica). Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil.

Se pueden establecer dos tipos básicos de cementos:

- De origen arcilloso: obtenidos a partir de arcilla y piedra caliza en proporción 1 a 4 aproximadamente;
- De origen puzolánico: la puzolana del cemento puede ser de origen orgánico o volcánico.

Existen diversos tipos de cemento, diferentes por su composición, por sus propiedades de resistencia y durabilidad, y por lo tanto por sus destinos y usos.

Desde el punto de vista químico se trata en general de una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio, obtenidos a través del cocido de calcáreo, arcilla y arena. El material obtenido, molido muy finamente, una vez que se mezcla con agua se hidrata y solidifica



progresivamente. Puesto que la composición química de los cementos es compleja, se utilizan terminologías específicas para definir las composiciones.

### ***El cemento portland***

Producto que se obtiene por la pulverización del clinker portland con la adición de una o más formas de yeso (sulfato de calcio). Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica. El proceso de solidificación se debe a un proceso químico llamado hidratación mineral.

Con el agregado de materiales particulares al cemento (calcáreo o cal) se obtiene el cemento plástico, que fragua más rápidamente y es más fácilmente trabajable. Este material es usado en particular para el revestimiento externo de edificios.

### **➤ AGUA**

El agua, considerada como materia prima para la confección y el curado del hormigón debe cumplir con determinadas normas de calidad. Las normas para la calidad del agua son variables de país a país, y también pueden tener alguna variación según el tipo de



cemento que se quiera mezclar. Las normas que se detallan a continuación son por lo tanto generales. Esta deberá ser limpia y fresca hasta donde sea posible y no deberá contener residuos de aceites, ácidos, sulfatos de magnesio, sodio y calcio (llamados álcalis blandos) sales, limo, materias orgánicas u otras sustancias dañinas y estará asimismo exenta de arcilla, lodo y algas.

### ➤ **AGREGADOS**

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. 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.

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 conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario del peso total de concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones. La



pasta cementicia (mezcla de cemento y agua) es el material activo dentro de la masa de concreto y como tal es en gran medida responsable de la resistencia, variaciones volumétricas y durabilidad del concreto. Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí.

Cada elemento tiene su rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades deseadas, esto es: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

#### ➤ **ADICIONES AL CONCRETO**

El empleo de adiciones minerales en los aglomerantes hidráulicos es de antigua data. Los romanos las utilizaron perennizando sus estructuras en base a morteros de cal y puzolana.

En la década del cincuenta tuvieron importante desarrollo, en Europa incorporándose al cemento Portland y en los países sajones, Estados Unidos e Inglaterra, como adiciones en las mezclas de concreto, en centrales de premezclado, Su progresión ha sido manifiesta, a partir de la primera crisis del petróleo de 1974 y posteriormente con las regulaciones ambientales.

En la actualidad, una gran mayoría de países ha introducido en las normas de cemento diferentes tipos de adiciones minerales. En los Estados Unidos una moderna norma de performance desregula la composición de los cementos adicionados, especificando únicamente el comportamiento de las pastas.

Las adiciones de cemento aportan mejoras en la durabilidad, en



comportamientos específicos.

La creciente introducción de adiciones minerales en los cementos Portland se debe a consideraciones económicas y tecnológicas que tendrá mayor vigencia en el futuro. Inicialmente las adiciones minerales tuvieron el propósito de obtener cementos aptos para requerimientos especiales, en relación con la durabilidad. En la década del setenta actuó la cuestión del abono de energía, posteriormente las razones de medio ambiente, a las que se sumaron los avances técnicos en la industria. Las adiciones permiten el abono de energía no renovable.

Las adiciones, se incorporan al cemento por consideraciones ecológicas en cuanto permiten la eliminación de materiales contaminantes como sucede con las escorias y el filler en la explotación de yacimientos calizos. Por otra parte las adiciones minerales al originar la disminución de emisiones reducen la magnitud de los sistemas de descontaminación requeridos.

### **2.2.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO**

Las características del concreto han de ser función del fin para el cual está destinado. Por ella la selección de las proporciones de la unidad cubica del concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad, u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada.

Al seleccionar las proporciones de la mezcla debe tenerse en consideración las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal profesional y técnico, la interrelación entre las diversas



propiedades del concreto; así como la consideración de que el concreto debe ser económico no solo en su primer costo sino también en sus futuros servicios.

#### ➤ **TRABAJABILIDAD**

Es la propiedad del concreto en su estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación.

#### ➤ **CONSISTENCIA**

Es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de las mismas entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla, mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación.

La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad.

#### ➤ **RESISTENCIA**

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzo de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.

Es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea la aceptación o rechazo del mismo.

### **2.2.3. MECANISMO DE HIDRATACIÓN**



Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de Calcio complejos. La velocidad con que se desarrolla la hidratación es directamente proporcional a la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápida y va disminuyendo paulatinamente con el transcurso de los días, aunque nunca se llega a detener.

Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan, se pueden definir los siguientes estados que se han establecido de manera arbitraria para distinguir las etapas del proceso de hidratación:

**a) Plástico:**

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta, moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente.

El primer elemento en reaccionar es el  $C_3A$ , y posteriormente los silicatos y el  $C_4AF$ , caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas, en este estado se produce lo que se denomina el periodo latente o de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura ambiente y el cemento en partícula.

**b) Fraguado inicial**



Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el calor de hidratación.

Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratos de Silicatos de Calcio (CHS o Torbemorita), con consistencia intermedia entre sólido y líquido que va rigidizándose cada vez más en la medida que se siguen hidratando los silicatos.

Este período dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo al gel CHS más estable con el tiempo.

#### **c) Fraguado Final**

Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel está constituida por el ensamble definitivo de sus partículas endurecidas.

#### **d) Endurecimiento**

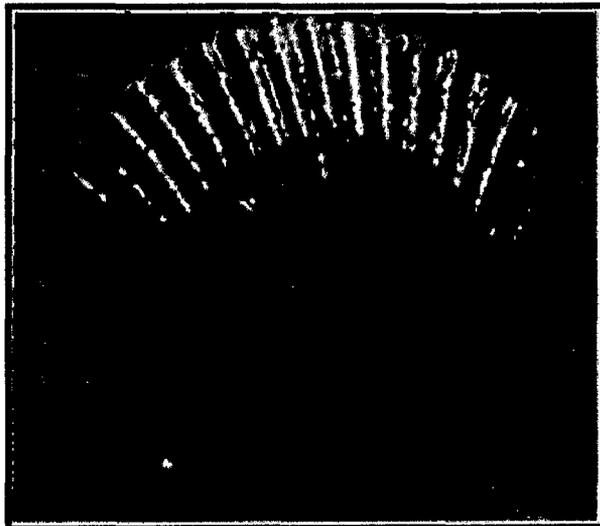
Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continua de manera indefinida.

Hay dos fenómenos de fraguado, que son diferentes a los descritos; el primero corresponde al llamado "Fraguado Falso" que se produce en algunos cementos debido al calentamiento durante la molienda del Clinker

con el yeso, produciéndose la deshidratación parcial del producto resultante, por lo que al mezclarse el cemento con el agua, ocurre una cristalización y endurecimiento aparente durante los 2 primeros minutos de mezclado, pero re-mezclando el material, se recupera la plasticidad, no generándose calor de hidratación ni ocasionando consecuencias negativas. El segundo fenómeno es el del "fraguado violento" que ocurre cuando durante la fabricación no se ha añadido la suficiente cantidad de yeso, lo que produce un endurecimiento inmediato, desarrollo violento del calor de hidratación y pérdida permanente de la plasticidad.

### 2.3. CONCHAS DE ABANICO (*ARGOPECTEN PURPURATUS*)

La concha de abanico es un molusco cuyas valvas tienen forma de abanico. Se produce en zonas arenosas, algosas y de manglares, sobre fondo de roca, guijarro y grava. Se compone del tallo o callo, que es un músculo de color blanco, y de la gónada, también conocido como coral que es de color rojo

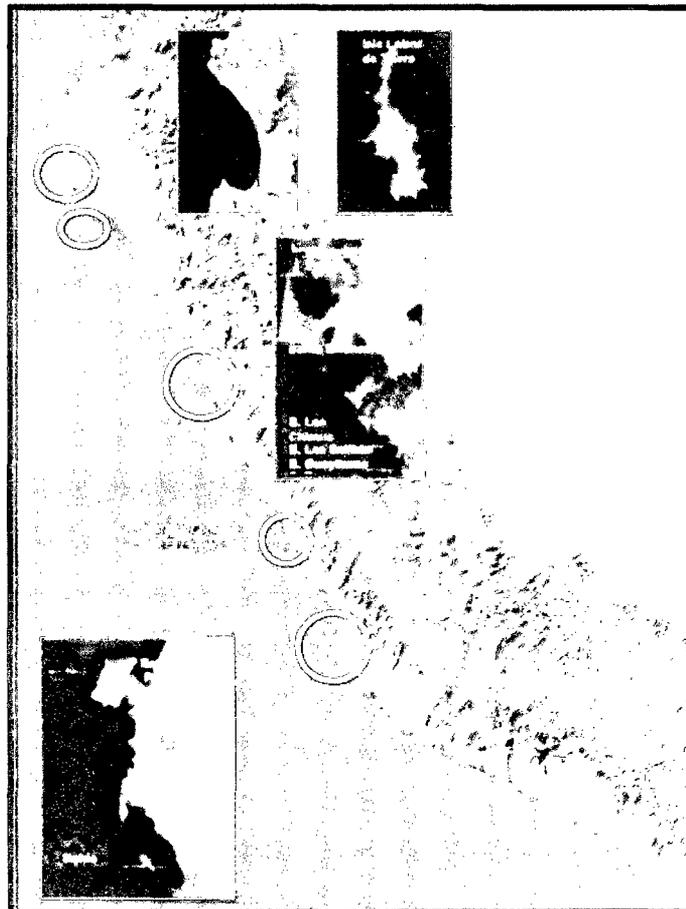


- Nombre Científico : *Argopecten purpuratus*
- Nombre Común : Concha de abanico



### 2.3.1. CULTIVO DE CONCHA DE ABANICO

En el Perú existen numerosos bancos naturales de esta especie, tales como los de Bahía de Sechura y lobos de Tierra en Piura, Bahía de Samanco y el Dorado en Chimbote, Bahía de Guaynuna en Casma y Bahía de Independencia y Paracas en Pisco. Se encuentran en aguas costeras entre 3 a 30 m, con fondos variables; fondo blando, arena endurecida, de conchuela con algas y cascajo, las Conchas de abanico vive normalmente en bahías protegidas del oleaje a temperatura entre 14 a 20°C esta especie requiere de agua bien oxigenada y con una salinidad de 34.4 a 34.9 por mil incluyendo este parámetro en el desarrollo, alimentación y reproducción.



**Figura 02.** Principales Bancos de Concha de Abanico en la Costa Peruana.



El cultivo de "concha de abanico" (*Argopecten purpuratus*) es una actividad acuícola que viene adquiriendo una gran importancia. En los últimos años, esta especie se ha constituido en el principal producto de exportación de la acuicultura peruana, siendo los destinos tradicionales Francia y USA. La "concha de abanico" se viene cultivando, principalmente mediante la técnica de cultivo suspendido, a lo largo de la costa peruana; siendo las principales regiones en donde se ha desarrollado con mayor intensidad el cultivo de esta especie son Ancash, Piura e Ica. Como toda actividad humana, el cultivo de "concha de abanico" también origina una serie de impactos ambientales (positivos y negativos), los mismos que puede beneficiar o perjudicar al ambiente en el cual se desarrolla la actividad. En este sentido, Uribe & Blanco (2001) indican que el cultivo de bivalvos y en general las grandes agregaciones de organismos bentónicos, pueden provocar un significativo impacto en los nutrientes y también en el ciclo de energía de los ecosistemas marinos. Por otro lado, los beneficios positivos de la acuicultura, y en particular del cultivo de "concha de abanico", si se han documentado, siendo los más destacados la generación de empleo y divisas, además de contribuir con el desarrollo en zonas rurales y de aportar a la seguridad alimentaria. Un aspecto importante de cualquier actividad humana es la sustentabilidad. Este principio aplicado a la acuicultura se soporta en la tecnología de cultivo, en los aspectos sociales y económicos de la actividad, y sobre todo en el impacto ambiental. Al respecto, Sheng (1999, in Lujan, 2003b) recomienda que para desarrollar una acuicultura sustentable se debe: seleccionar



especies aceptables social y económicamente, establecer una apropiada tecnología base para cada región y operaciones de cultivo que no impacten al medio. El cultivo de "concha de abanico" es una actividad importante para el desarrollo regional; no obstante, está creciendo de forma no adecuada, sin garantizar su sustentabilidad. Creemos que identificando adecuadamente los impactos negativos que genera la actividad del cultivo de "concha de abanico", nos permitirá identificar y formular políticas para promover el desarrollo sostenible de esta actividad.

#### ➤ **IMPACTOS NEGATIVOS**

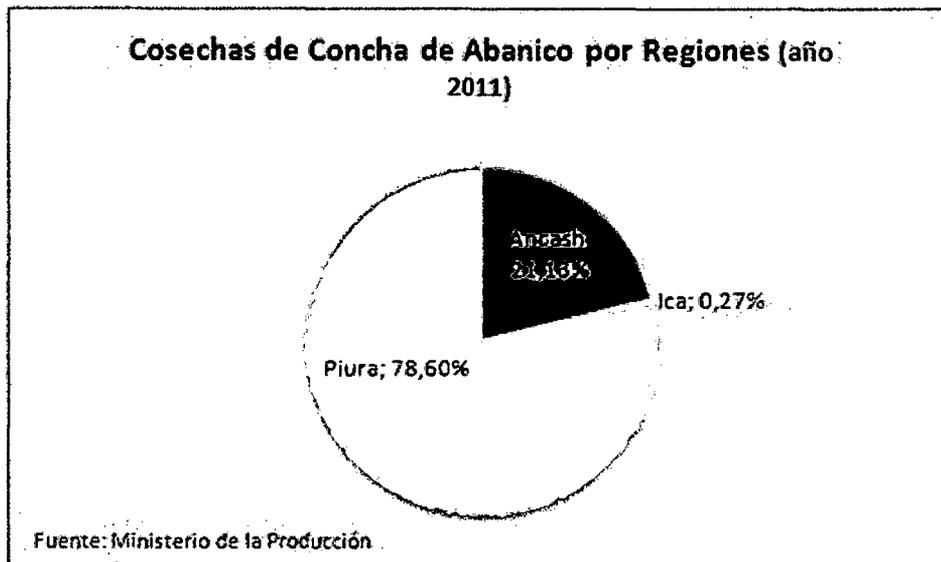
El cultivo de "concha de abanico" viene generando una serie de impactos ambientales negativos en el ecosistema de la bahía de Samanco, esta se ve potenciado por prácticas insostenibles entre las cuales se incluyen:

- Disposición de los desechos en lugares no apropiados. Una de las prácticas más comunes en lo maricultores es el arrojado de los desechos en las mismas zonas de cultivo. Esto acarrea el incremento de la materia orgánica y por ende del sedimento lo que eventualmente podría impactar negativamente al mismo cultivo.
- La bahía de Samanco, tiene playas (Dorado, caleta Colorada, Atahualpa, Vesique) que son visitados, principalmente durante la época de verano (enero-marzo), por la población de la ciudad de Chimbote. Estos visitantes acuden a las playas en busca de esparcimiento. En este sentido, el cultivo de "concha de abanico"

genera un impacto ambiental negativo en el paisaje, debido a la disposición de la infraestructura de cultivo (líneas, catamaranes, almacenes, etc). Esto ha generado el incremento de las moscas y de los malos olores, perjudicando la calidad natural de las playas.

### 2.3.2. PRODUCCIÓN EN EL PERÚ

En el Perú se pueden encontrar las conchas de abanico desde Paita hasta Ilo, sin embargo la cosecha de conchas de abanico está fuertemente concentrada en las regiones de Piura y Ancash como se puede ver en la figura N° 02.



**Figura 03.** Cosechas de Concha de Abanico por Regiones (año 2011)

La concesión mínima para que un proyecto de cultivo de conchas de abanico sea rentable esta entre 80 y 100 Has de cultivo. En marzo del 2011, existían aproximadamente 60 empresas dedicadas a la producción de conchas de abanico en unas dos mil hectáreas, quedando disponible aún unas cinco mil hectáreas para el desarrollo de la acuicultura entre Piura y Samanco (Chimbote).



Hasta septiembre del año 2013 se habían cosechado 45,284 toneladas de conchas de abanico, cantidad 165.10% superior a lo cosechado en el mismo periodo el año anterior, de esta manera a fines del año 2013 se habría revertido la caída de la cosecha de conchas de abanico ocurrida el año 2012. El fuerte salto de la cosecha registrado el año 2010 explicado íntegramente por la cosecha de la región Piura que paso de 3,967 a 44,581 Toneladas métricas el año 2010. La cosecha de la región Ancash en dicho año fue de 12,003 TM, el año anterior dicha región había alcanzado a cosechar 12,936 TM.

### 2.3.3. COMPOSICIÓN DE LA CONCHA DE ABANICO

#### ➤ COMPONENTES MINERALES

MACROELEMENTO	PROMEDIO (%)
Sodio (mg/100g)	101.7
Potasio (mg/100g)	269.4
Calcio (mg/100g)	11.7
Magnesio (mg/100g)	33.9

MACROELEMENTO	PROMEDIO (%)
Fierro (ppm)	2.9
Cobre (ppm)	0.2
Cadmio (ppm)	0.3
Plomo (ppm)	0.0



➤ **COMPONENTES FISICOS**

<b>MACROELEMENTO</b>	<b>PROMEDIO (%)</b>
<i>Valvas</i>	67.2
<i>Carne Cocida</i>	17.8
<i>Parte Comestible</i>	14.8

**2.4. ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS A LOS AGREGADOS  
UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA**

**2.4.1. Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y Finos MTC E 204 -  
2000**

Se considera como "Un agregado al conjunto de partículas de origen natural o artificial". Estas partículas no solo varían en su composición, sino también en sus tamaños. La determinación de la granulometría supone el conocimiento de la distribución de los tamaños de las partículas que componen los agregados.

Cuando se refiere a la granulometría de un agregado no se habla de un valor, sino de un conjunto de valores. La curva granulométrica, y que solo tienen valor en conjunto con los demás valores. La curva granulométrica se arma con los valores de las proporciones en peso de los agregados que pasan por cada uno de un conjunto de tamices.

Las muestras representativas para dicho ensayo se obtendrán por medio de cuarteo, manual o mecánico.

Agregado fino. Las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300gr.



Agregado grueso. Las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

**Tabla N° 01:** *Peso Mínimo de la muestra de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado.*

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mínimo de la muestra de ensayo
mm	(Pulg)	Kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19.0	(3/4)	5
25.0	(1)	10
37.5	(1 1/2)	15
50.0	(2)	20
63.0	(2 1/2)	35
75.0	(3)	60
90.0	(3 1/2)	100
100.0	(4)	150
112.0	(4 1/2)	200
125.0	(5)	300
150.0	(6)	500

FUENTE: *Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) – MTC.*

Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz de 4.75 mm (No. 4).

La finalidad del ensayo es obtener la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados gruesos y finos de un material, por medio de



tamices normalizados y enumerados de aberturas cuadradas dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de agregados depende es este análisis.

➤ **Tamices de Malla Cuadrada:**

Los tamices usados en el análisis granulométrico son las siguientes:

**TABLA N° 02: Abertura de los Tamices**

TAMIZ	DIAMETRO (MM)
2"	50.800
1"	25.400
3/4"	19.050
1/2"	12.700
3/8"	9.510
1/4"	6.350
N°4	4.760
N°8	2.380
N°10	2.000
N°20	0.850
N°40	0.420
N°100	0.149
N°200	0.074
> N°200	

*Fuente: Diseño y Construcción de Pavimento:*

➤ **Equipo para Ensayo:**

- 02 Balanzas con una sensibilidad de 0.01g para pesar el material que pase el tamiz N°4 (4.760 mm), otra con sensibilidad de 0.1%



del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz N°4.

- 01 Juego de tamices estándar.
- Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ).
- Taras, adecuadas para el manejo y secado de las muestras.
- Cepillo y brocha para limpiar la malla de los tamices.

#### 2.4.2. Peso Unitario y Vacíos de los Agregados MTC E 203 – 2000.

El objetivo de dicho ensayo es el de determinar el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de los vacíos de los agregados, ya sean finos, gruesos o una mezcla de ambos.

Para la determinación del peso unitario compactado se seleccionara el método de cálculo de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado.

- **Método del apisonado.** Para agregados de tamaño nominal menor o igual que 39 mm (1 1/2").

En este caso el agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo. Donde cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla.

- **Método del vibrado.** Para agregados de tamaño nominal, comprendido entre 39 mm (1 1/4") y 100 mm (4").

El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo. Cada una de las capas se compacta colocando el recipiente sobre una base firme y se inclina,



hasta que el borde opuesto al punto de apoyo, diste unos 50 mm (2") de la base. Luego se suelta, con lo que se produce un golpe seco y se repite la operación inclinando el recipiente por el borde opuesto. Estos golpes alternados se ejecutan 25 veces de cada lado, de modo que el número total sea 50 para cada capa y 150 para todo el conjunto.

➤ **Método de llenado con palas, lampas, cucharas grandes.** Para determinar el peso unitario del agregado suelto, para agregados de tamaño nominal hasta de 100 mm (4"). Se llena el recipiente por medio de una herramienta, de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm (2"), por encima del borde<sup>3</sup> hasta colmarlo. Se debe tener cuidado de que no se segreguen las partículas de las cuales se compone la muestra.

Se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la mano y se determina el peso en kg (lb), del recipiente lleno.

Para el caso de la determinación del vacío en los agregados se calculara empleando el peso unitario compactado.

➤ **Equipo para Ensayo:**

- 01 Balanza. Debe medir con una exactitud de 0.1% con respecto al material usado.
- 01 Varilla compactadora, de acero, cilíndrica, de 5 /8" de diámetro, con una longitud aproximada de 60 cm. Un extremo debe ser semiesférico.
- Recipientes de medida, metálicos, cilíndricos, preferiblemente provistos de agarraderas.



### 2.4.3. Método de Ensayo Para Determinar el Contenido de Humedad MTC E 108 – 2000.

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

La finalidad del presente ensayo es el de determinar el contenido de humedad tanto de los agregados finos como de los agregados gruesos.

La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

**Tabla N° 03:** *La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total.*

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla Estándar	Masa mín. recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 0.1\%$	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 1\%$
2 mm o menos	2.00 mm (N° 10)	20 g	20 g*
4.75 mm	4.760 mm (N° 4)	100 g	20 g*
9.5 mm	9.525 mm (3/8")	500 g	50 g
19.0 mm	19.050 mm (3/4")	2.5 kg	250 g
37.5 mm	38.1 mm (1/2")	10 kg	1 kg
75.0 mm	76.200 mm (3")	50 kg	5 kg

*Nota.- \* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.*

*FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) – MTC.*



Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.

➤ **Equipo para Ensayo:**

- 01 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- 01 Balanza.- De capacidad conveniente.
- Recipientes.- apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo.
- Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

#### **2.4.4. Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos MTC E 205 – 2000.**

El objetivo de realizar este ensayo es el de determinar el peso específico aparente y real así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaños inferior a 4.75 mm (Tamiz N°4).

Podemos decir que:

*Volúmenes aparentes y nominales.* En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se



excluye este volumen de vacíos, al volumen resultante se denomina "nominal".

*Peso específico aparente y nominal.* Se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

➤ **Equipo para Ensayo:**

- 01 Molde cónico. Un tronco de cono recto.
- 01 Balanza, con capacidad mín. de 1000 g y sensibilidad de 0.1 g.
- 01 Matraz aforado o picnómetro, en el que se puede introducir la totalidad de la muestra y capaz de apreciar volúmenes con una exactitud de  $\pm 0.1 \text{ cm}^3$ .
- Para los tamaños de agregados más finos puede emplearse un matraz aforado de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad.
- 01 Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de  $340 \pm 15 \text{ g}$  y terminada por uno de sus extremos.
- Bandejas, de tamaño apropiado adecuadas para el secado y manejo de las muestras.
- 01 Secadora de mano para proporcionar corriente de aire caliente de velocidad moderada.

#### **2.4.5. Gravedad Específica y Absorción de Agregados Gruesos MTC E 206 – 2000. (NTP 400.021)**

La finalidad del ensayo es el de describir el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los pesos específicos aparente y



nominal, así como la absorción, después de 24h de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75mm (Tamiz N° 4).

Podemos decir que los Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se le denomina "nominal".

Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente, y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

➤ **Equipo para Ensayo:**

- 01 Balanza, con capacidad igual o superior a 5000 g, según el tamaño máximo de la muestra para ensayo (véase Tabla 04), con sensibilidad de 0.5 g para pesos hasta de 5000 g.
- 01 Canastilla metálica, como recipientes para las muestras en las pesadas sumergidas. Se dispondrá de canastillas metálicas, fabricadas con armazón de suficiente rigidez y paredes de tela metálica con malla de 3mm.
- 01 Varilla de acero utilizado como dispositivo de suspensión que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida.



**Tabla N° 04:** *Cantidades mínimas para ensayo, en función del tamaño máximo nominal del agregado.*

Tamaño máximo nominal		Cantidad mín. de muestra
mm	(pulg)	Kg
Hasta 12,5	7	2
19,0	%	3
25,0	1	4
37,5	1 1/2	5
50,0	2	8
63,0	2 1/2	12
75,0	3	18
90,0	3 1/2	25

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) – MTC.

Si se desea, puede fraccionarse la muestra y ensayar separadamente cada una de las fracciones; cuando la muestra contenga más de un 15% retenido en el tamiz de 38.10 mm (1 1/2"), se separará entonces siempre por este tamiz al menos en dos fracciones.

Cuando se fracciona la muestra, las cantidades mínimas para ensayo de cada fracción se ajustarán, según su tamaño máximo particular, a lo indicado en la Tabla 04.

## 2.5. ELABORACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO EN LABORATORIO

### 2.5.1. ELABORACIÓN Y CURADO DE MUESTRAS DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE LABORATORIO MTC E 702 – 2000

La finalidad del presente ensayo es el de establecer el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando



concreto compactado por apisonado o vibración como se describe en la presente norma.

Las condiciones que se deben tener en cuenta para la elaboración del concreto serán:

- La Temperatura de los materiales que deberán estar a una temperatura uniforme, preferiblemente entre 20 a 25 °C antes de ser mezcladas.
- El Cemento debe almacenarse en recipientes impermeables y colocados en un lugar seco.
- Antes de incorporarse en el concreto, el agregado debe prepararse a una condición definida y uniforme de humedad.
- Se tendrá en cuenta que el diámetro de una muestra cilíndrica o la mínima dimensión de una sección transversal rectangular debe ser por lo menos 3 veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso.
- La cantidad de muestras. Para cada edad deben elaborarse tres o más muestras.
- La mezcla de concreto debe ser tal que deje un 10% de residuo después de haber moldeado la muestra de ensayo.
- Generalmente, los ensayos se hacen a edades de 7 y 28 días para compresión, a edades de 14 y 28 días para flexión.
- En cuanto al uso de aditivos; los que son solubles en agua y los líquidos, deben ser adicionados en solución con el agua de la mezcla.
- El tiempo, secuencia y método utilizados para adicionar algunos aditivos a la mezcla de concreto, pueden tener efectos importantes sobre sus propiedades, como en el tiempo de fraguado y en el contenido de aire.



- Antes que empiece la rotación de la mezcladora se debe introducir el agregado grueso con algo de agua que se use en la mezcla y la solución del aditivo cuando esta se requiera. Se pone en funcionamiento la mezcladora, al cabo de unas cuantas revoluciones se para, o no, para adicionar el agregado fino, el cemento y el agua. Seguidamente se debe mezclar el concreto durante 3 minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. Se apaga la mezcladora durante 3 minutos y se pone en movimiento durante 2 minutos de agitación final, debe restituirse todo mortero que se pierda por adhesión a la mezcladora para conservar las proporciones.

➤ **Equipo para Ensayo:**

- 16 Moldes cilíndricos reutilizables. Deben estar hechos de un metal de alta resistencia. Los moldes de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura, de acuerdo con la especificación ASTM C-470, "Molds For Forming Concrete Test Cylinders Vertical".
- Varilla compactadora. Debe ser de acero estructural, cilíndrica, y el extremo compactador debe ser hemisférico con radio igual al radio de la varilla. Según el diámetro y longitud, la varilla compactadora puede ser de dos tipos:
  - Varilla compactadora larga. De diámetro igual a 5/8", y aproximadamente 600 mm de longitud.
  - Varilla compactadora corta. De diámetro igual a 3/8" y aproximadamente 300 mm de longitud.
- Vibradores



- Cono para medir el asentamiento. Debe cumplir con la norma MTC E705.
  - Recipientes destinados a recibir la mezcla.
  - 01 Balanza para determinar el peso de las muestras deben tener una precisión de 0.30%.
  - 01 Mezcladora de concreto. La mezcladora puede ser mecánica o manual.
  - Tamices, palas, badilejos, reglas, etc.
- **Curado en el Laboratorio de Muestras de Concreto.**
- Máximo en 30 min después de desmoldar, colocar las probetas en
  - Se añade cal a la poza de curado, solución de agua de cal 3 g/L. con el fin de Reducir: la alcalinidad, pérdida de la masa, aceleración del proceso de deterioro, reducción de la resistencia y rigidez.
  - El propósito del curado húmedo es para maximizar la hidratación del cemento

#### **2.5.2. REFRENTADO DE TESTIGOS DE CONCRETO (CAPPING) MTC E 703-2000**

El presente ensayo consiste en llevar a cabo el refrentado de cilindros de concreto, frescos o endurecidos, y de núcleos de concreto extraídos mediante rotación. Los cilindros de concreto frescos son refrentados con cemento puro, mientras que los cilindros endurecidos y los núcleos de concreto se refrentan con yeso de alta resistencia o con mortero de azufre. Una capa para el refrentado debe ser al menos tan fuerte como el concreto. La superficie de los especímenes ya refrentados deberá ser



plana, con una tolerancia de 0.05 mm (0.002"), a los largo de cualquier diámetro. Durante las operaciones de refrentado, deberá verificarse que las superficies sean realmente planas, escogiendo un espécimen de cada diez (10), mediante el usa de una regla y un medidor, haciendo un número mínimo de tres (3) medidas, sobre diámetros diferentes, para asegurar que las superficies de las capas no se aparten del plano en más de 0.05 mm (0.002").

➤ **Equipo para Ensayo:**

- Placas para refrentado, las capas de refrentado con cemento puro o con yeso de alta resistencia pueden formarse contra una placa de vidrio de por lo menos 6 mm (1/4 ") de espesor, una placa de metal maquinado de por lo menos 13 mm (1/2 ") de espesor, o una placa pulida de granito. En cualquier caso, las placas deberán tener un diámetro superior en 25 mm (1") al del espécimen que se refrenta y las superficies del trabajo no deberán separarse del plano ideal en más de 0.05mm (0.002") en 152 mm (6").
- Dispositivos de alineación, en conjunto con las placas de refrentado deberán usarse dispositivos de alineación apropiados, como barras-guía o niveles de ojo, para asegurar la perpendicularidad del eje del espécimen cilíndrico, con tolerancia de 0.5°. el mismo requisito se aplica a la relación entre el eje del dispositivo de alineación y la superficie de la placa para refrentado, en caso de barras-guía. La localización de cada barra con respecto a su placa debe ser tal que ninguna capa de refrentado quedara descentrada sobre un espécimen de ensayo



por más de 1.6 mm (1/16").

- Crisoles (recipientes), deberán estar provistos de controles automáticos de temperatura y deberán estar hechos de metal o revestidos de un material que no reacciones con el mortero de azufre.

### 2.5.3. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

#### MTC E 704-2000

El presente ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

Los resultados de obtenidos son usados como control de calidad de la proporción del concreto, de su mezclado y operaciones de colocación; para el cumplimiento de especificaciones, y como control para evaluar la efectividad de la mezcla con aditivos y sus usos similares.

Teniendo como finalidad el determinar la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto para concretos.

#### ➤ **Equipo para Ensayo:**

- 01 Máquina de ensayo, Debe ser de un tipo tal que tenga suficiente capacidad de carga.
- 02 bloques de carga, de acero con caras endurecidas, uno de los cuales es un bloque con rotula el cual descansa sobre la superficie superior de la muestra, y el otro un bloque sólido sobre



el cual se colocará el espécimen. El bloque de carga con rotula debe cumplir los requisitos descritos en la Tabla N°05.

- 01 Indicador de carga. La escala graduada del dial debe ser tal, que permita leer con una precisión del 1% de la carga total de la escala

**Tabla N° 05:** *El diámetro máximo de la cara de carga del bloque con rotula no debe exceder los valores que se dan a continuación:*

Diámetro del espécimen de ensayo (mm)	Diámetro máximo de la cara de carga (mm)
51	102
76	127
102	165
152	254
203	279

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) – MTC.

Cuídese que el eje del espécimen quede alineado con el centro del bloque superior.

#### 2.5.4. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) MTC E 705-2000

Con este ensayo se busca determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.

Pero no es aplicable cuando el concreto contiene una cantidad apreciable de agregado grueso de tamaño mayor de 37.5 mm (1 1/2") o cuando el concreto no es plástico o cohesivo. Si el agregado grueso es superior a 37.5 mm (1 1/2"), el concreto deberá tamizarse con el tamiz de

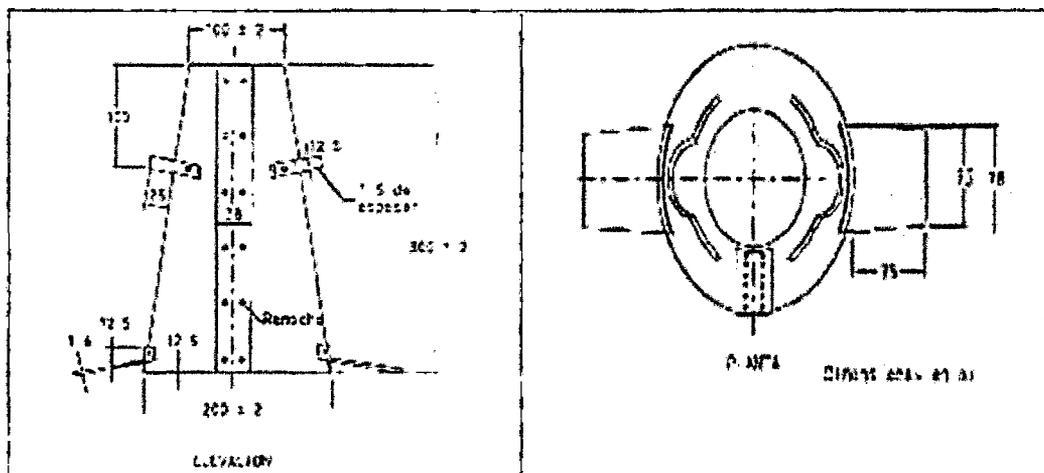
este tamaño según la norma MTC E701, "Toma de la muestras de concreto fresco".

La muestra que se utiliza en el ensayo debe ser representativa del concreto. Dicha muestra debe obtenerse de acuerdo con la norma citada

➤ **Equipo para Ensayo:**

- 01 Molde (Cono de Abrams). Debe ser metálico, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1.14mm (0.045"). Su forma interior debe ser la superficie lateral de un tronco de cono de  $200 \pm 2$  mm ( $8'' \pm 1/8''$ ) de diámetro en la base mayor,  $100 \pm 2$  mm ( $4'' \pm 1/8''$ ) de diámetro en la base menor y  $300 \pm 2$  mm ( $12'' \pm 1/8''$ ) de altura. El molde debe estar provisto de agarraderas y de dispositivos para sujetarlo con los pies, como se indica en la Figura 04. La costura de la lámina debe ser esencialmente como la indicada en la Figura 04. El interior del molde debe ser liso y sin protuberancias.

**FIGURA N° 04:** Vista en Planta y Elevación del Cono de Abrams.



**FUENTE:** Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000).



Varilla compactadora. Debe ser de hierro liso, cilíndrica, de 5/8" de diámetro y longitud aproximada de 600mm; el extremo compactador debe ser hemisférico con radio de 5/16".

### 2.5.5. ENSAYO DEL FACTOR DE COMPACTACIÓN

Desarrollado en el Road Research Laboratory de la Gran Bretaña, en el cual se determina el grado de compactación alcanzado por una cantidad estándar de trabajo, en un aparato como el que se esquematiza en la figura N° 05. Basado en la norma BS 1881:1983 y ACI 211.3-75.

➤ **Equipo para Ensayo:**

- 01 equipo para medir el grado de compactación. Debe ser, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1.14mm (0.045").

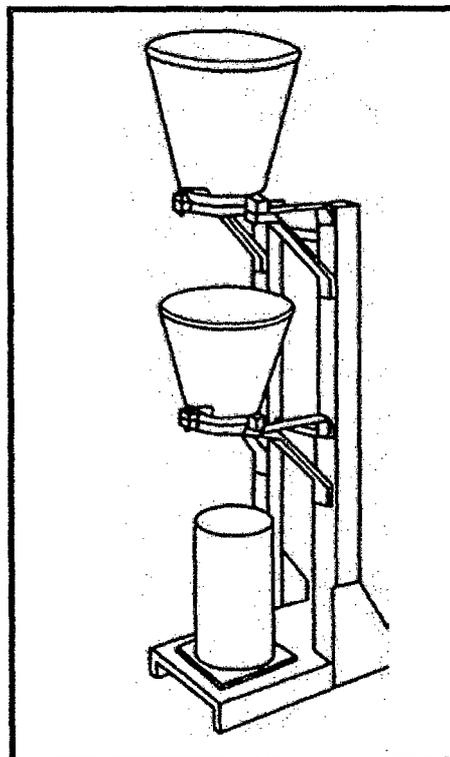


Figura N° 05: Equipo para medir el Grado de Compactación



➤ **Método de Ensayo:**

- Se toma una muestra de concreto recién mezclado.
- La tolva superior se llena de concreto de una manera cuidadosa, de tal manera que no se produzca ninguna compactación allí. Se nivela y enrasa.
- Se abre la compuerta inferior de esta tolva y el concreto cae en la segunda tolva. Se nivela y enrasa.
- Se abre la compuerta inferior de la segunda tolva, el concreto cae en el cilindro. Se nivela y enrasa.
- Se pesa el cilindro con el concreto ( $W_{pc}$ =Peso de concreto parcialmente compactado).
- Se desocupa el cilindro y se limpia perfectamente, luego se llena con concreto compactándolo en 3 capas con 25 golpes por capa y se pesa ( $W_{cc}$ =peso del concreto completamente compactado).

$$F.C. = (W_{pc}/W_{cc}) \leq 1.0$$

F.C. cercano a 1.0 -----Mayor Trabajabilidad

F.C. cercano a 0.0 -----Menor Trabajabilidad

## 2.6. RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO

La resistencia teórica a la compresión es  $f'_c$ , sin embargo los cilindros de prueba no deben romperse a  $f'_c$  sino a una resistencia mayor llamada  $f'_{cr}$  que depende de la desviación estándar del número de pruebas realizadas.

**a. Cuando no hay información:**

Sólo para concretos de  $f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$

$$f'_{CR} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$$



Para  $f'_c > 350 \text{ kg/cm}^2$  es obligatorio hacer pruebas.

**b. Cuando hay menos de 15 pruebas:**

Para concretos de  $f'_c \leq 210 \text{ kg/cm}^2$   $\rightarrow f'_{CR} = f'_c + 70 \text{ kg/cm}^2$

Para concretos  $210 \leq f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$   $\rightarrow f'_{CR} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$

Para concretos de  $f'_c > 350 \text{ kg/cm}^2$   $\rightarrow f'_{CR} = 1.1f'_c + 50 \text{ kg/cm}^2$

**c. Cuando hay más de 15 pruebas** pero menos de 30 el factor de la desviación estándar se modificara como sigue:

15 pruebas: se multiplica por 1.16

20 pruebas: se multiplica por 1.08

25 pruebas: se multiplica por 1.03

30 pruebas o más: se multiplica por 1.00

La desviación estándar se calcula por:

$$s = \left[ \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \right]^{1/2}$$

Dónde:

$x_i$  = Resistencia individual de una prueba de 2 cilindros.

$\bar{x}$  = Promedio de n pruebas

$n$  = Número de pruebas consecutivas

**d. Cuando hay más de 30 pruebas:**

Para  $f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$   $\rightarrow f'_{CR} \geq f'_c + 1.34 S$  (5 - 1 ACI)

$f'_{CR} \geq f'_c + 2.33 S - 35$  (5 - 2 ACI)

Para  $f'_c > 350 \text{ kg/cm}^2$   $\rightarrow f'_{CR} \geq f'_c + 1.34 S$  (5 - 1 ACI)

$f'_{CR} \geq 0.9 f'_c + 2.35 S$  (5 - 3 ACI)

En ocasiones un periodo de 28 días para determinar la resistencia del concreto puede resultar muy largo, por lo que se suele efectuar



ensayos a los 7 días. La relación entre la resistencia obtenida a los 7 días y la resistencia a los 28 días, es aproximadamente:

$$f'_{c7} = 0.67 f'_{c28}$$

Empíricamente se puede tomar:

$$f'_{c28} = f'_{c7} + 8 \sqrt{f'_{c7}}$$

En la siguiente tabla se muestra la relación entre la resistencia del concreto a una determinada edad y su resistencia a los 28 días.

**Tabla N° 06:** *Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días.*

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	6 meses	1 año	2 años	5 años
$f'_{c(t)} / f'_{c28}$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

**FUENTE:** *Diseño de Estructuras de Concreto Armado – Teodoro Harmsen.*

Actualmente la norma ASTM – C – 39 – 96 permite utilizar los ensayos a la compresión de probetas no estándar siempre que se les aplique factores de corrección. La resistencia obtenida constituye una fracción de la resistencia de un cilindro estándar. Los factores de corrección se muestran en la Tabla N° 09:

**Tabla N° 7:** *Factores de corrección.*

Relación h/d	2.00	1.75	1.50	1.25	1.10	1.00	0.75	0.50
a	1.00	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87	0.70	0.50
b	1.00	1.02	1.04	1.06	1.11	1.18	1.43	2.00

**FUENTE:** *Diseño de Estructuras de Concreto Armado – Teodoro Harmsen.*

Dónde:

h: Altura de la probeta ensayada



- d: Diámetro de la probeta ensayada
- a: Factor de corrección de la probeta ensayada
- b: Razón entre las resistencias de la probeta ensayada y el cilindro estándar.

## **2.7. INVESTIGACIONES REALIZADAS CON LA APLICACIÓN DE CONCHAS DE ABANICO EN LA MEZCLA DE CONCRETO.**

La utilización de estos residuos calcáreos en mezclas de concreto ha comenzado a ser estudiada años atrás en Japón. Sin embargo, las propiedades del concreto conteniendo residuos calcáreos de conchas de abanico no han sido del todo dilucidadas. Los resultados experimentales de este estudio en que se utilizó concreto hecho con cemento aglomerante compensado con residuos calcáreos de conchas de abanico se encontró que el peso unitario del concreto conteniendo conchas de abanico fue menor que del concreto ordinario. La velocidad de onda longitudinal del concreto conteniendo residuos de conchas de abanico fue menor que el de concreto ordinario. La resistencia de compresión del concreto conteniendo residuos de conchas de abanico fue de alrededor de 20 N/mm<sup>2</sup> o su equivalente a 203,87 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de secado.

Blas, Avendaño y Prieto (2002) reportan una investigación sobre el aprovechamiento de residuos en el procesamiento de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía de Paracas. Sobre los compuestos que contienen los residuos calcáreos de las conchas de abanico este estudio señala que la eliminación de arenilla y tierra por procesos de lavado directo en agua corriente fue del orden del 2%,



luego de secar y triturar las valvas fueron sometidas a procesos de calcinación a 600°C por cuatro horas obteniéndose 98% de carbonato de calcio (CaCO<sub>2</sub>); para luego ser sometidas a una segunda calcinación de cuatro horas adicionales a 800°C, obteniéndose 62% de óxido de calcio (CaO) a partir del carbonato de calcio, más otras sales cálcicas como CaSiO<sub>3</sub> y Ca(AlO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>. Entre las posibles aplicaciones de estos productos se plantea los productos cerámicos y la industria del cemento. Julián y Rodríguez (2008) reportan un ensayo de mezclas de concreto en los que se ha remplazado parcialmente el elemento (fino e inerte) arena por conchas de abanico en polvo en un porcentaje arbitrario y referencial del 30%, obteniéndose como resultado resistencias del orden de 155 Kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 74% de una estándar de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Esta referencia puntual es un resultado interesante que requiere mayor estudio y confirmación en la medida que podría significar una reducción de costos para una aplicación particular para un producto con las resistencias alcanzadas.

En el ámbito local se aplicó la sustitución del cemento por residuos calcáreos, dicha investigación fue realizada por docentes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro, con la finalidad de verificar si los residuos calcáreos de concha de abanico obtenidos de la calcinación a 800° C influían en la resistencia del concreto.



# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS



---

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### **3.1. MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLA DE LOS AGREGADOS UTILIZADOS EN LABORATORIO.**

##### **3.1.1. AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)**

Los siguientes ensayos fueron realizados para el Agregado Grueso proveniente de la Cantera Dunlong ubicado en el Distrito de Chimbote.

##### **A. Contenido de Humedad**

###### **a. Procedimiento de ensayo**

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-108 basado en la Norma ASTM D 2216, primero se determina y registra la masa de un contenedor limpio y seco.

Luego se selecciona la muestra representativa para el ensayo.

Se coloca el material húmedo en el contenedor para determina y registra su peso usando una balanza.

Se procede a colocar el contenedor y material húmedo en el horno a 110°C dejándolo por 16 horas aproximadamente.

Luego que el material se haya secado, se remueve el contenedor del horno.

Se espera que se enfríe hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos.

Finalmente se determinará el peso del contenedor y el



material secado al horno usando la misma balanza.

Utilizando la siguiente fórmula matemática se podrá determinar el contenido de humedad del Agregado Grueso.

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100$$

Dónde:

W = Contenido de Humedad (%)

M<sub>cws</sub> = Peso del contenedor más el material húmedo, en gramos.

M<sub>cs</sub> = Peso del contenedor más el material secado en horno, en gramos.

M<sub>c</sub> = Peso del contenedor, en gramos.

#### **b. De los resultados hallados**

El resultado del Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Grueso se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 01.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Grueso.

### **B. Peso Unitario y Vacíos**

#### **a. Procedimiento de ensayo**

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-203 basado en la Norma ASTM C 29, el Peso Unitario Compactado para Agregado Grueso, el agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.

Cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona



con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla.

Al apisonar la primera capa, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.

Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determina el peso del recipiente lleno, en kilogramos (kg.)

Se llena el recipiente por medio de una herramienta, de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm (2"), por encima del borde hasta colmarlo.

Se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la mano, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase y se determina el peso del recipiente lleno, en kilogramos (kg.)

Para determinar el Peso Unitario Suelto o Compactado se calculara con la siguiente fórmula matemática:

$$B = \frac{M}{V}$$

Dónde:

M = Peso del Agregado en estado Suelto ó Compactado en kilogramos.

V = Volumen del Recipiente en metros cúbicos.



## **b. De los resultados hallados**

El resultado del Ensayo de Peso Unitario Suelo y Compactado del Agregado Grueso se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 01.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Grueso.

## **C. Análisis Granulométrico Mecánico**

### **a. Procedimiento de ensayo**

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-204 basado en las Normas ASTM C 136 y AASHTO T 27, primero se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos, se recomiendan utilizar pesos mínimos como muestra para el ensayo de acuerdo al Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso, para nuestro caso el peso mínimo para el ensayo será de 5.00 kg.

Luego se procede a colocar una muestra representativa al horno a una temperatura de 110° C.

Al día siguiente se lleva la muestra al juego de tamices los que siguen un orden decreciente desde la malla de 1 ½" en la parte superior hasta la malla N° 04 en la parte inferior, colocando la cazoleta y la tapa.

Se procede a la agitación del juego de tamices contenidos de la muestra, de arriba hacia abajo, en un periodo no menor de 15 minutos.

Concluido satisfactoriamente el proceso anterior, se inicia el



pesado de la porción de muestra retenida en los distintos tamices, con una aproximación de 0.1 gr.

Se procede a calcular matemáticamente los porcentajes retenidos parciales, porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan y posteriormente proceder a la elaboración de la gráfica granulométrica.

$$\% \text{ Retenidos Parciales} = \frac{P_r}{P_{st}} \times 100$$

Dónde:

$P_r$  = Peso Retenido Parcial por Tamiz en gramos.

$P_{st}$  = Peso Seco Total en gramos.

#### b. De los resultados hallados

El resultado del Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Grueso se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 01.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Grueso

#### D. Gravedad Específica y Absorción

##### a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-206 basado en las Normas ASTM C 127 y AASHTO T 85, primero se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos a continuación, la cantidad para ensayo en función al tamaño máximo nominal del Agregado Grueso ( $\frac{3}{4}$ " es de 3.00 kg.

La muestra se lava inicialmente con agua hasta eliminar



completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas; se seca a continuación en el horno a 110 °C por 16 horas aproximadamente y se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas.

Una vez fría se pesa, y se sumerge en agua, también a temperatura ambiente, durante 24 horas.

Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un papel absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S.).

Luego se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua. Se toman las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente. La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte a las pesadas.

Se seca entonces la muestra en horno a 110 °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco.

Finalmente para determinar la Gravedad Especifica y la Absorción del Agregado Grueso, el cálculo se podrá realizar



de la siguiente manera.

$$\text{Peso Esp. de Masa} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Dónde:

- A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos.
- B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.

#### b. De los resultados hallados

El resultado del ensayo de Gravedad Especifica y la Absorción del Agregado Grueso se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 01.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Grueso.

#### 3.1.2. AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

Los siguientes ensayos fueron realizados para el Agregado Fino proveniente de la Cantera San Pedro ubicado en Samanco.

##### A. Contenido de Humedad

##### a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-108



basado en la Norma ASTM D 2216, primero se determina y registra la masa de un contenedor limpio y seco.

Luego se selecciona la muestra representativa para el ensayo. Se coloca el material húmedo en el contenedor para determina y registra su peso usando una balanza.

Se procede a colocar el contenedor y material húmedo en el horno a 110°C dejándolo por 16 horas aproximadamente.

Luego que el material se haya secado, se remueve el contenedor del horno.

Se espera que se enfriase hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos.

Finalmente se determinara el peso del contenedor y el material secado al homo usando la misma balanza.

Utilizando la siguiente fórmula matemática se podrá determinar el contenido de humedad del Agregado Fino.

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100$$

Dónde:

$W$  = Contenido de Humedad (%)

$M_{cws}$  = Peso del contenedor más el material húmedo, en gramos.

$M_{cs}$  = Peso del contenedor más el material secado en horno, en gramos.

$M_c$  = Peso del contenedor, en gramos.



## **b. De los resultados hallados**

El resultado del Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Fino se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 02.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Fino.

## **B. Peso Unitario y Vacíos**

### **a. Procedimiento de ensayo**

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-203 basado en la Norma ASTM C 29, el agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.

Cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla.

Al apisonar la primera capa, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.

Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determina el peso del recipiente lleno, en kilogramos (kg.)

Se llena el recipiente por medio de una herramienta, de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm (2"), por encima del borde hasta colmarlo.

Se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la



mano, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase y se determina el peso del recipiente lleno, en kilogramos (kg.)

Para determinar el Peso Unitario Suelto o Compactado se calculara con la siguiente fórmula matemática:

$$B = \frac{M}{V}$$

Dónde:

M = Peso del Agregado en estado Suelto ó Compactado en kilogramos.

V =Volumen del Recipiente en metros cúbicos.

#### **b. De los resultados hallados**

El resultado del Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 02.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Fino.

#### **C. Análisis Granulométrico Mecánico**

##### **a. Procedimiento de ensayo**

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-204 basado en las Normas ASTM C 136 y AASHTO T 27, primero se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos, se recomiendan utilizar pesos mínimos como muestra para el ensayo de acuerdo al Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso, para nuestro caso el peso



mínimo para el ensayo será de 5.00 kg.

Luego se procede a colocar una muestra representativa al horno a una temperatura de 110° C.

Al día siguiente se lleva la muestra al juego de tamices los que siguen un orden decreciente desde la malla de 3/8" en la parte superior hasta la malla N° 200 en la parte inferior, colocando la cazoleta y la tapa.

Se procede a la agitación del juego de tamices contenidos de la muestra, de arriba hacia abajo, en un periodo no menor de 15 minutos.

Concluido satisfactoriamente el proceso anterior, se inicia el pesado de la porción de muestra retenida en los distintos tamices, con una aproximación de 0.1 gr.

Se procede a calcular matemáticamente los porcentajes retenidos parciales, porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan y posteriormente proceder a la elaboración de la gráfica granulométrica.

$$\% \text{ Retenidos Parciales} = \frac{P_r}{P_{st}} \times 100$$

Dónde:

$P_r$  = Peso Retenido Parcial por Tamiz en gramos.

$P_{st}$  = Peso Seco Total en gramos.

#### **b. De los resultados hallados**

El resultado del Ensayo de Análisis Granulométrico del Agregado Fino se encuentra en el siguiente cuadro.



---

**CUADRO N° 02.** Resultado de los ensayos realizados al  
Agregado Fino.

**D. Gravedad Específica y Absorción**

**a. Procedimiento de ensayo**

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-205 basado en las Normas ASTM C 128 y AASHTO T 84, primero se comienza por homogeneizar completamente la muestra y eliminar el material de tamaño superior a 4.75 mm (tamiz No. 4), se selecciona, por cuarteo, una cantidad aproximada de 1 Kg., que se seca en el horno a 110 °C por un tiempo aproximado de 16 horas, luego se retira del horno y se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas.

Una vez fría se pesa. Y a continuación se cubre la muestra completamente con agua y se la deja así sumergida durante 24 horas.

Después del período de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y se extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de desecar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella una corriente moderada de aire caliente, mientras se agita continuamente para que la desecación sea uniforme, y continuando el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente.

Para fijar este punto, cuando se empieza a observar visualmente que se está aproximando el agregado a esta



condición, se sujeta firmemente el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente, echando en su interior a través de un embudo y sin apelmazar, una cantidad de muestra suficiente, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando a continuación, con cuidado, verticalmente el molde. Si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo que se continuará agitando y secando la muestra, realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que finalmente ha alcanzado el agregado la condición de superficie seca.

Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado, 500.0 g del agregado fino, preparado como se ha descrito anteriormente, y se le añade agua hasta aproximadamente un 90 por ciento de su capacidad; para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso agitando o invirtiéndolo si es preciso, introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21° y 25°C durante 1 hora, transcurrida la cual se enrasa con agua a igual temperatura, se saca del baño, se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua).

Se saca el agregado fino del matraz y se deseca en el horno a



110 °C, por un tiempo aproximado de 16 horas; luego se retira la muestra del horno y se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 hora y se determina finalmente su peso seco.

Finalmente para determinar la Gravedad Especifica y la Absorción del Agregado Fino, el cálculo se podrá realizar de la siguiente manera.

$$\text{Peso Esp. de Masa} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Dónde:

- A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos.
- B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua, en gramos.
- C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.
- S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca en gramos.

#### **b. De los resultados hallados**

El resultado del Ensayo de Gravedad Especifica y la Absorción del Agregado Fino se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 02.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Fino.



### 3.1.3. RESIDUOS CALCAREOS – CONCHAS DE ABANICO

Los siguientes ensayos fueron realizados para los residuos calcáreos – conchas de abanico provenientes de la Bahía de Samanco (desechos).

#### A. Análisis Granulométrico Mecánico

##### a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-204 basado en las Normas ASTM C 136 y AASHTO T 27, primero se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos, se recomiendan utilizar pesos mínimos como muestra para el ensayo, para nuestro caso el peso mínimo para el ensayo será de 0.50 kg.

Se lleva la muestra al juego de tamices los que siguen un orden decreciente desde la malla de 3/8" en la parte superior hasta la malla N° 200 en la parte inferior, colocando la cazoleta y la tapa.

Se procede a la agitación del juego de tamices contenidos de la muestra, de arriba hacia abajo, en un periodo no menor de 15 minutos. Concluido satisfactoriamente el proceso anterior, se inicia el pesado de la porción de muestra retenida en los distintos tamices, con una aproximación de 0.1 gr.

Se procede a calcular matemáticamente los porcentajes retenidos parciales, porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan y posteriormente proceder a la elaboración de la gráfica granulométrica.

$$\% \text{ Retenidos Parciales} = \frac{Pr}{Pst} \times 100$$



Dónde:

$P_r$  = Peso Retenido Parcial por Tamiz en gramos.

$P_{st}$  = Peso Seco Total en gramos.

### 3.2. MATERIALES Y MÉTODOS PARA REALIZAR LA ELABORACIÓN Y CURADO DE MUESTRAS DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE LABORATORIO.

#### 3.2.1. ELABORACIÓN Y CURADO DE TESTIGOS DE CONCRETO.

En la Universidad Nacional del Santa, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia de Santa, hemos preparado 64 testigos, distribuyéndose de la siguiente forma: El primer grupo consta de 32 probetas de resistencia  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, 08 probetas sin aditivos, 08 probetas adicionando el 5% de residuos calcáreos, 08 probetas adicionando el 10% de residuos calcáreos y 08 probetas adicionando el 15% de residuos calcáreos.

El segundo grupo consta de 32 probetas de resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, 08 probetas sin aditivos, 08 probetas adicionando el 5% de residuos calcáreos, 08 probetas adicionando el 10% de residuos calcáreos y 08 probetas adicionando el 15% de residuos calcáreos.

#### A. Mezclado

##### a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-702 basado en las Normas ASTM C 192 y AASHTO T 126, primero se debe considerar que la mezcla de concreto debe ser tal que deje un 10% de residuo después de haber



moldeado la muestra de ensayo.

Se mezcla el cemento, los agregados finos sin adición de agua hasta que se logre una mezcla homogénea.

Seguidamente se debe adicionar el agregado grueso mezclándolo sin adición de agua hasta que se distribuya uniformemente en la mezcla.

Se adiciona agua, y los residuos calcáreos en el porcentaje correspondiente. Se debe mezclar lo suficiente para obtener una mezcla homogénea y de consistencia deseada.

Determinación del asentamiento. Se debe medir el asentamiento de cada mezcla de acuerdo con la norma MTC E705.

## **B. Asentamiento del Concreto (Slump)**

### **a. Procedimiento de ensayo**

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-705 basado en las Normas ASTM C 143 y AASHTO T 119, primero se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio.

Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de



espiral, hacia el centro. La capa del fondo debe compactarse en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

Al llenar la capa superior debe apilarse concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, debe agregarse concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después de que la última capa ha sido compactada debe alisarse a ras la superficie del concreto. Inmediatamente se retira el molde, se alza cuidadosamente en dirección vertical.

El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto.

La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, debe hacerse sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento debe comenzarse a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

Inmediatamente después se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.



---

## C. Vaciado del Concreto

### a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-702 basado en las Normas ASTM C 192 y AASHTO T 126, primero se coloca el concreto en el molde con el número de capas requeridas de acuerdo a lo indicado en la Tabla 01 aproximadamente del mismo volumen.

Se apisona cada capa con la parte redonda de la varilla, utilizando 25 de golpes y una varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm. de largo. La capa inicial se apisona introduciendo la varilla hasta el fondo del molde. La distribución de golpes para cada capa debe ser uniforme sobre toda la sección transversal del molde.

Para cada capa superior a la inicial se debe atravesar aproximadamente en 12 mm (1/2") la capa anterior cuando la profundidad de la capa sea menor de 100 mm (4"); aproximadamente en 25 mm (1") cuando la profundidad de la capa sea mayor de 100 mm (4"). En caso de dejar algunos huecos por la varilla se deben golpear ligeramente los lados del molde para cerrar dichos huecos.

## D. Curado

### a. Procedimiento de ensayo

Siguiendo el procedimiento indicado en la Norma MTC E-702 basado en las Normas ASTM C 192 y AASHTO T 126, primero las muestras deben ser removidas de sus moldes en



un tiempo no menor de 20 horas ni mayor de 48 horas después de su elaboración cuando no se empleen aditivos; en caso contrario, se podrán emplear tiempos diferentes.

Se añade cal 3 g/L, a la poza de curado con el fin de reducir la alcalinidad, pérdida de la masa, aceleración del proceso de deterioro, reducción de la resistencia y rigidez.

La condición de humedad debe lograrse por inmersión de la muestra sin el molde en agua. Se permite lograr la condición de humedad por el almacenamiento en un cuarto húmedo.

Debe evitarse que se sequen las paredes de la muestra luego del periodo de curado.

#### **b. De los resultados hallados**

El resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión de las testigos elaboradas se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 04.** Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión de las testigos elaboradas sin contenido de residuos de conchas de abanico calcinados a 800°C. en el Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa.

**CUADRO N° 05.** Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión de las testigos adicionando 5% de residuos de conchas de abanico calcinados a 800°C en el Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia de Santa.

**CUADRO N° 06.** Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión de las testigos adicionando 10% de residuos de conchas de abanico calcinados a 800°C en el Distrito de



---

Nuevo Chimbote, Provincia de Santa.

**CUADRO N° 07.** Resultado del Ensayo de Resistencia a la Compresión de las testigos adicionando 15% de residuos de conchas de abanico calcinados a 800°C en el Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia de Santa.



# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



---

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS**

En este capítulo se presentan los resultados de los ensayos realizados a los agregados utilizados en obra para calcular el Diseño de Mezcla de acuerdo al Método de Diseño del Comité 211 del ACI.

Luego con el resultado obtenido se procedió a la elaboración de los testigos de concreto, de esta manera después de 07, 14, 21 y 28 días respectivamente de curado las muestras se sometieron al Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Se realizaron testigos bases sin adición de los residuos calcáreos y testigos a los cuales se les adicionó residuos calcáreos desde 5%, 10% y 15% respectivamente, de esta forma determinar el porcentaje ideal de adición que permita mejorar la resistencia promedio del concreto sin modificar demasiado sus propiedades físicas. La elaboración de las probetas se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa.

El proceso de los ensayos realizados, se detalla en el Capítulo III y en el Anexo I, en donde se proporciona toda la información necesaria para la obtención de los valores y resultados que se expresan de manera resumida en este capítulo.

#### **4.2. RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS UTILIZADOS EN LABORATORIO PARA EL CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLA.**

##### **A. Agregado Grueso (Piedra Chancada – Cantera “Dulong”)**



El resultado de los ensayos realizados al Agregado Grueso encuentra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 01.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Grueso.

Los datos y procesos de los ensayo se ubican en el Anexo I.

**B. Agregado Fino (Arena Gruesa – Cantera “San Pedro”)**

El resultado de los ensayos realizados al Agregado Fino encuentra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 02.** Resultado de los ensayos realizados al Agregado Fino.

Los datos y procesos de los ensayo se ubican en el Anexo I.

**C. Diseño de Mezcla**

El resultado del Diseño de Mezcla de acuerdo al Método de Diseño del Comité 211 del ACI se encuentra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 03.** Resultado del Diseño de Mezcla de los Agregados utilizados en Obra. Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo II.

**4.3. RESULTADO DE DOSIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE TESTIGOS DE CONCRETO REALIZADOS EN LABORATORIO**

**A. Muestra de Concreto sin adición**

El resultado de las testigos de concreto de resistencia  $F'c=175$  y  $210$  Kg/cm<sup>2</sup> realizadas se encuentra en los siguientes cuadros:

**CUADRO N° 04.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos elaboradas sin contenido de residuos de conchas de abanico.



---

Los datos y procesos de los ensayo se ubican en el Anexo III.

**B. Muestra de Concreto con adición al 5%**

El resultado de las testigos realizadas se encuentra en los siguientes cuadros:

**CUADRO N° 05.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos adicionando 5% de residuos de conchas de abanico

Los datos y procesos de los ensayo se ubican en el Anexo III.

**C. Muestra de Concreto con adición al 10%**

El resultado de las testigos realizadas se encuentra en los siguientes cuadros:

**CUADRO N° 06.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos adicionando 10% de residuos de conchas de abanico

Los datos y procesos de los ensayo se ubican en el Anexo III.

**D. Muestra de Concreto con adición al 15%**

El resultado de las testigos realizadas se encuentra en los siguientes cuadros:

**CUADRO N° 07.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos adicionando 15% de residuos de conchas de abanico

Los datos y procesos de los ensayo se ubican en el Anexo III.



**CUADRO N° 01: RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL  
 AGREGADO GRUESO. "PIEDRA CHANCADA" - CANTERA: DULONG**

<b>AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)</b>	
<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	<b>1/2"</b>
<b>Peso Seco Varillado</b>	<b>1664.02 Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Peso Específico de Masa</b>	<b>2722.94 Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Absorción</b>	<b>0.38%</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>1.15%</b>
<b>Peso Unitario Suelto</b>	<b>1489.52 Kg/m<sup>3</sup></b>

*FUENTE: Elaboración propia.*

**CUADRO N° 02: RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL  
 AGREGADO FINO. "ARENA GRUESA" - CANTERA: SAN PEDRO**

<b>AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)</b>	
<b>Peso Específico</b>	<b>2752.46 Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Absorción</b>	<b>0.97%</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>0.70%</b>
<b>Módulo de Fineza</b>	<b>3.10</b>
<b>Peso Unitario Suelto</b>	<b>1575.44 Kg/m<sup>3</sup></b>

*FUENTE: Elaboración propia.*



**CUADRO N° 03: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA**

<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>		
<b>(DOSIFICACIÓN POR PESO)</b>		
	<b>Concreto</b>	<b>Concreto</b>
	<b>F'c=210 Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>F'c=175Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Cemento</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>Agregado Fino</b> <b>Húmedo</b>	<b>2.28</b>	<b>2.66</b>
<b>Agregado Grueso</b> <b>Húmedo</b>	<b>2.27</b>	<b>2.54</b>
<b>Agua Efectiva</b>	<b>0.55</b>	<b>0.62</b>

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

**Comentario:**

*De acuerdo a los ensayos realizados en laboratorio a las muestras de los agregados extraídos de la obra, se determinó que para una resistencia  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  la dosificación adecuada será la mostrada en el cuadro.*



**CUADRO N° 04: RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS ELABORADAS SIN CONTENIDO DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO.**

	CONCRETO F'C=175 KG/CM2		CONCRETO F'C=210 KG/CM2	
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 01	Testigo 02
<b>Temperatura</b>	21 ° C	21 ° C	21 ° C	21 ° C
<b>Slump</b>	3.4"		3.3"	
<b>Trabajabilidad</b>	Mezcla plástica trabajable, de fácil vibrado		Mezcla plástica trabajable, de fácil vibrado	
<b>Resistencia a los 7 Días</b>	148.00	157.00	172.00	181.00
<b>% de Resistencia a los 7 Días</b>	84.57%	89.71%	81.90%	86.19%
<b>Resistencia a los 14 Días</b>	177.00	181.00	220.00	202.00
<b>% de Resistencia a los 14 Días</b>	101.14%	103.43%	104.76%	96.19%
<b>Resistencia a los 21 Días</b>	193.00	192.00	232.00	241.00
<b>% de Resistencia a los 21 Días</b>	110.29%	109.71%	110.48%	114.76%
<b>Resistencia a los 28 Días</b>	202.00	226.00	249.00	236.00
<b>% de Resistencia a los 28 Días</b>	115.43%	129.14%	118.57%	112.38%

**FUENTE:** Elaboración propia.



**CUADRO N° 05: RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS ADICIONANDO 5%  
 DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO.**

	CONCRETO F'C=175 KG/CM2		CONCRETO F'C=210 KG/CM2	
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 01	Testigo 02
<b>Temperatura</b>	21 ° C	21 ° C	21 ° C	21 ° C
<b>Slump</b>	3"		2.5"	
<b>Trabajabilidad</b>	Mezcla plástica trabajable, de fácil vibrado		Mezcla trabajable, de fácil vibrado	
<b>Resistencia a los 7 Días</b>	175.00	168.00	222.00	232.00
<b>% de Resistencia a los 7 Días</b>	100.00%	96.00%	105.71%	110.48%
<b>Resistencia a los 14 Días</b>	193.00	194.00	238.00	247.00
<b>% de Resistencia a los 14 Días</b>	110.29%	110.86%	113.33%	117.62%
<b>Resistencia a los 21 Días</b>	224.00	217.00	256.00	266.00
<b>% de Resistencia a los 21 Días</b>	128.00%	124.00%	121.90%	126.67%
<b>Resistencia a los 28 Días</b>	227.00	234.00	268.00	263.00
<b>% de Resistencia a los 28 Días</b>	129.71%	133.71%	127.62%	125.24%

**FUENTE:** Elaboración propia.



**CUADRO N° 06: RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS ADICIONANDO  
 10% DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO.**

	CONCRETO F'C=175 KG/CM2		CONCRETO F'C=210 KG/CM2	
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 01	Testigo 02
<b>Temperatura</b>	21 ° C	21 ° C	21 ° C	21 ° C
<b>Slump</b>	2.5"		2"	
<b>Trabajabilidad</b>	Mezcla más consistente, disminuyó la plasticidad.		Mezcla más consistente, disminuyó la plasticidad.	
<b>Resistencia a los 7 Días</b>	149.00	149.00	175.00	199.00
<b>% de Resistencia a los 7 Días</b>	85.14%	85.14%	83.33%	94.76%
<b>Resistencia a los 14 Días</b>	200.00	185.00	195.00	199.00
<b>% de Resistencia a los 14 Días</b>	114.29%	105.71%	92.86%	94.76%
<b>Resistencia a los 21 Días</b>	227.00	191.00	230.00	231.00
<b>% de Resistencia a los 21 Días</b>	129.71%	109.14%	109.52%	110.00%
<b>Resistencia a los 28 Días</b>	219.00	234.00	244.00	251.00
<b>% de Resistencia a los 28 Días</b>	125.14%	133.71%	116.19%	119.52%

**FUENTE:** Elaboración propia.



**CUADRO N° 07: RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS ADICIONANDO  
 15% DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO.**

	CONCRETO F'C=175 KG/CM2		CONCRETO F'C=210 KG/CM2	
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 01	Testigo 02
<b>Temperatura</b>	21 ° C	21 ° C	21 ° C	21 ° C
<b>Slump</b>	2.5"		2"	
<b>Trabajabilidad</b>	Mezcla más consistente, disminuyó la plasticidad.		Mezcla más consistente, disminuyó la plasticidad.	
<b>Resistencia a los 7 Días</b>	156.00	164.00	186.00	175.00
<b>% de Resistencia a los 7 Días</b>	89.14%	93.71%	88.57%	83.33%
<b>Resistencia a los 14 Días</b>	187.00	194.00	199.00	216.00
<b>% de Resistencia a los 14 Días</b>	106.86%	110.86%	94.76%	102.86%
<b>Resistencia a los 21 Días</b>	208.00	214.00	209.00	226.00
<b>% de Resistencia a los 21 Días</b>	118.86%	122.29%	99.52%	107.62%
<b>Resistencia a los 28 Días</b>	218.00	233.00	238.00	243.00
<b>% de Resistencia a los 28 Días</b>	124.57%	133.14%	113.33%	115.71%

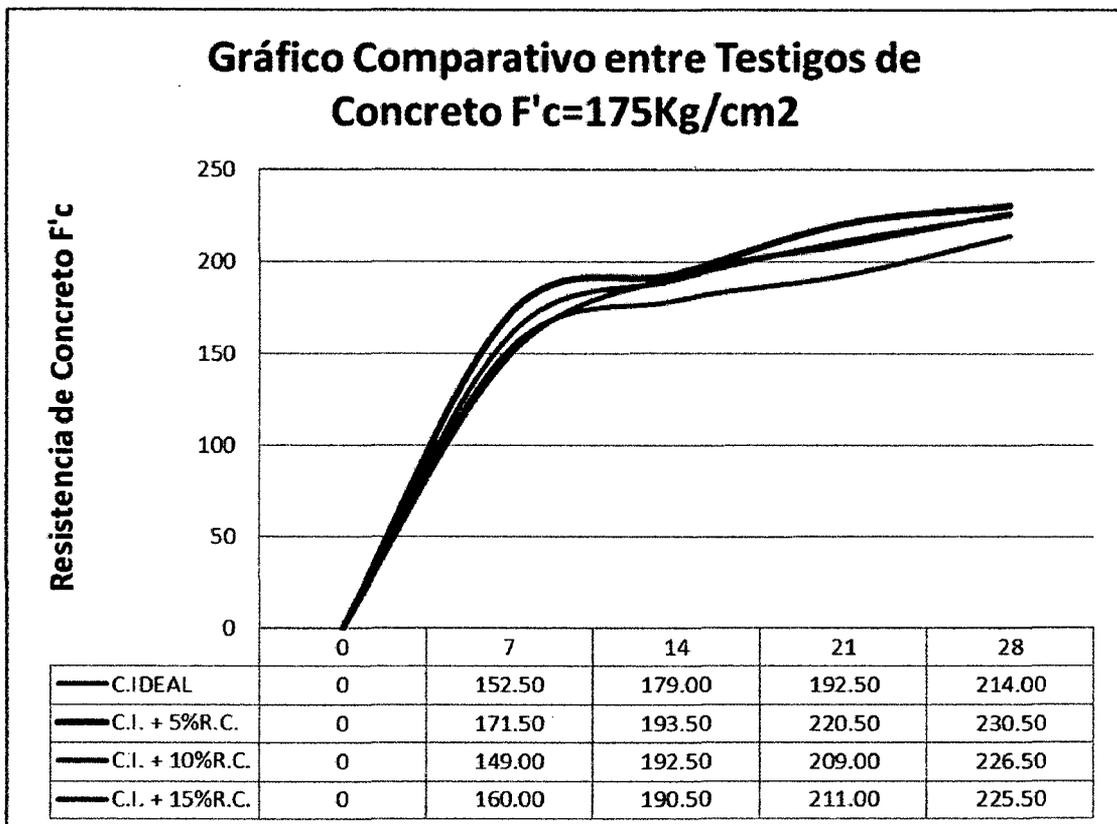
**FUENTE:** Elaboración propia



#### 4.4. COMPARACIÓN ENTRE TESTIGOS DE CONCRETO CON Y SIN RESIDUOS CALCÁREOS

**GRÁFICO N° 06.** Resultado Comparativo de Testigos de Concreto con Resistencia  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .

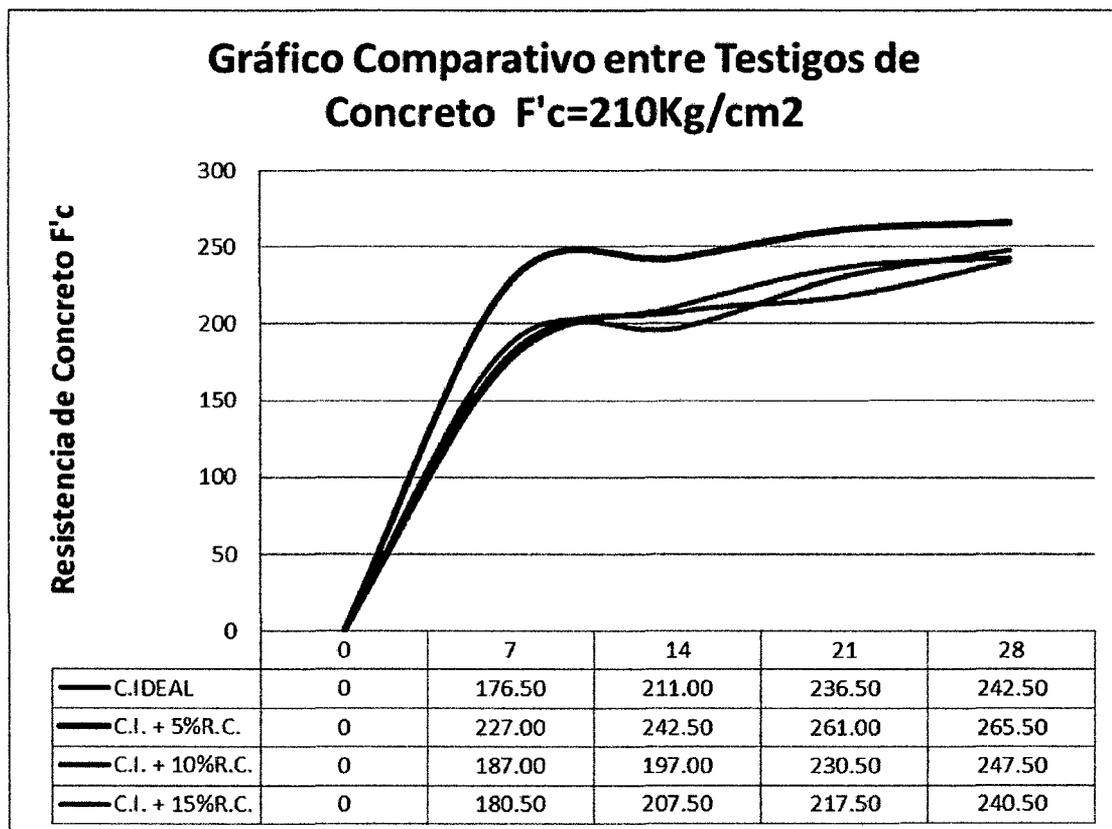
Los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión se ubican en el Anexo III.



FUENTE: *Elaboración propia.*



**GRÁFICO N° 07.** Resultado Comparativo de Testigos de Concreto con Resistencia  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>.



Los resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión se ubican en el Anexo III.

FUENTE: *Elaboración propia.*

#### 4.5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

A continuación se analizará y discutirá, los resultados que se obtuvieron en el presente CAPÍTULO, y la comparación que se realizó, con la finalidad de contrastar la hipótesis.

##### 4.5.1. SOBRE LA HIPÓTESIS:

**“La adición de residuos calcáreos calcinados de conchas de abanico en la preparación de concreto mejorara las propiedades resistentes del mismo.”**



Para evaluar la presente hipótesis se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a testigos de concreto elaborados en el laboratorio de la Universidad Nacional del Santa los cuales fueron adicionados con Residuos Calcáreos obtenidos de la calcinación de las conchas de abanico, se procedió a colocar los testigos en agua para continuar el proceso de curado. La rotura de probetas se realizó a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente dando resultados positivos respecto a la hipótesis planteada, ello lo podemos visualizar en los gráficos N° 06 y 07.

A continuación se realiza un comentario de todos los resultados obtenidos durante el desarrollo de la tesis.

#### **4.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO DURANTE SU ELABORACIÓN.**

##### **A. Testigos de Concreto Elaborados Sin Adición de Residuos Calcáreos.**

Se elaboraron los testigos de concreto en el laboratorio de la Universidad Nacional del Santa cumpliendo el diseño de mezcla establecido al inicio, la mezcla era trabajable presentando un slump promedio de 3.3" y 3.2" entre los testigos.

##### **B. Testigos de Concreto Elaborados Con Adición de Residuos Calcáreos.**

Se elaboraron los testigos de concreto en el laboratorio de la Universidad Nacional del Santa cumpliendo el diseño de mezcla establecido al inicio y adicionando residuos calcáreos en un 5%, 10% y 15%, se pudo verificar que al adicionar mayor cantidad de residuos calcáreos la mezcla perdió plasticidad pero siempre se mantuvo con una trabajabilidad adecuada para elaborar los testigos.



# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



---

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- ❖ Habiendo desarrollado la presente tesis se determinó, que la adición de residuos calcáreos calcinados mejoraron las propiedades resistentes de una mezcla convencional de concreto, por ello la Hipótesis se da por ACEPTADA.
- ❖ Para concretos de  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Se obtuvo un asentamiento de 3.4", 3", 2.5" y 2.5" para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente, además de obtener un factor de compactación de 0.971, 0.975, 0.978 y 0.978 respectivamente.
  - Se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 214.00, 230.50, 226.50, 225.50  $\text{Kg/cm}^2$  para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente.
  - Las adiciones de residuos calcáreos en rangos de 5% - 15% mejoraron la resistencia del concreto, obteniendo una resistencia mayor en 5% con relación a la resistencia inicial.
- ❖ Para concretos de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Se obtuvo un asentamiento de 3.3", 2.5", 2.0" y 2.0" para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente, además de obtener un factor de compactación de 0.973, 0.974, 0.979 y 0.980 respectivamente.
  - Se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 242.50, 265.50,



247.50, 240.50 Kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente.

- Las adiciones de residuos calcáreos en rangos de 5% - 10% mejoraron la resistencia del concreto, obteniendo una resistencia mayor en 9.4% con relación a la resistencia inicial, a excepción de la adición de 15% la cual presenta una resistencia similar a la convencional.

## 5.2. RECOMENDACIONES:

- ❖ Se recomienda realizar nuevas investigaciones con los residuos calcáreos, pudiendo sustituirse este material por parte del agregado fino para verificar el comportamiento de la mezcla en estado fresco y endurecido.



---

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS

- ❖ Gonzales Sandoval Federico (1995). *"Manual de Supervisión de Obras de Concreto"* (Segunda Edición).
- ❖ Harzen Teodoro (2002). *"Diseño de Estructuras de Concreto Armado"* (Tercera Edición).
- ❖ Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (2000). *"Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales"* (Segunda Edición).
- ❖ Pasquel Carbajal Enrique (1998). *"Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú"* (Segunda Edición).
- ❖ Riva López Enrique (2000). *"Diseño de Mezcla"* (Primera Edición).
- ❖ Universidad Privada San Pedro. Revista Oficial de la Universidad San Pedro N° 02 "Conocimiento para el Desarrollo". Enero-Diciembre 2011.



---

## PAGINAS DE INTERNET

- ❖ Crianza de conchas de abanico.  
[http://www.proyectosperuanos.com/conchas\\_de\\_abanico.html](http://www.proyectosperuanos.com/conchas_de_abanico.html)
- ❖ Distribuidora Norte Pacasmayo. "Control de Calidad de Concreto"  
[http://www.dino.com.pe/download/?file=100600\\_Control\\_de\\_Calidad\\_de\\_Concreto.pdf](http://www.dino.com.pe/download/?file=100600_Control_de_Calidad_de_Concreto.pdf).
- ❖ Ing. O. Navarrete, Técnicas de Cultivo y reproducción del recurso pesquero: conchas de abanico  
<http://oneprocso.webcindario.com/Abanico.pdf>
- ❖ Impactos ambientales del cultivo de concha de abanico en la Bahía de Samanco – Perú.  
<http://www.aquahoy.com/archivo/156-uncategorised/710-impactos-ambientales-del-cultivo-de-concha-de-abanico-en-la-bahia-de-samanco-peru>.
- ❖ Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa Peruana.  
<http://www.fao.org/3/content/e2d006d8-8821-57f2-949d-a0a19b59d2fe/i0444s07>.



# ANEXOS



**ANEXO I.**  
**PROPIEDADES FÍSICAS DE**  
**LOS AGREGADOS**



## LABORATORIO DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

### ENSAYO PARA EL USO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

#### GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C-33 Y NTP

**ENSAYO:** 400.012)

<b>Peso Inicial (gr)</b>	<b>3000.00</b>
--------------------------	----------------

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	88.90	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	253.50	8.45	8.45	91.55
3/8"	9.525	1436.83	47.89	56.34	43.66
# 4	4.760	1039.82	34.66	91.01	9.00
Cazoleta		269.85	9.00	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>3000.00</b>	<b>100.00</b>		

**ENSAYO:** GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (NORMA ASTM C-33 Y NTP 400.012)

<b>Peso Inicial (gr)</b>	<b>2000</b>
--------------------------	-------------

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	9.525	10.00	0.50	0.50	99.50
# 4	4.760	80.00	4.00	4.50	95.50
# 8	2.380	245.00	12.25	16.75	83.25
# 16	1.190	505.00	25.25	42.00	58.00
# 30	0.590	535.00	26.75	68.75	31.25
# 50	0.297	290.00	14.50	83.25	16.75
# 100	0.149	225.00	11.25	94.50	5.50
# 200	0.074	75.00	3.75	98.25	1.75
Cazoleta		35.00	1.75	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>2000.00</b>	<b>100.00</b>		

<b>Modulo de fineza</b>	<b>3.10</b>
-------------------------	-------------



**ENSAYO: PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (NORMA ASTM C-29 Y NTP 400.017)**

**PESO APARENTE SUELTO**

Peso de la muestra + recipiente (kg)	6.268
Peso del recipiente (kg)	1.945
Peso de la muestra suelta (kg)	4.323
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.003
Peso aparente suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1575.437

**ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO FINO**

Peso de la tara (gr)	27.304
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	164.510
Peso de la tara + muestra seca (gr)	163.555
Contenido de agua	0.955
Peso de la muestra seca (gr)	136.251
Contenido de humedad (%)	0.701

**ENSAYO: PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C-29 Y NTP 400.017)**

**PESO APARENTE SUELTO**

Peso de la muestra + recipiente (kg)	17.270
Peso del recipiente (kg)	3.060
Peso de la muestra suelta (kg)	14.210
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.010
Peso aparente suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1489.518

**PESO APARENTE COMPACTADO**

Peso de la muestra compactada + recipiente (kg)	18.785
Peso del recipiente (kg)	3.060
Peso de la muestra compactada (kg)	15.725
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.009
Peso aparente compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1664.021

**ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO GRUESO**

Peso de la tara (gr)	27.054
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	207.630
Peso de la tara + muestra seca (gr)	207.138
Contenido de agua	0.492
Peso de la muestra seca (gr)	180.084
Contenido de humedad (%)	0.273



**ENSAYO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

Peso de la muestra secada al horno (gr)	4000.000
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	4015.000
Peso de la muestra saturada dentro del agua en canastilla (gr)	2546.000

Peso específico de la masa

$$= \frac{A}{(B - C)}$$

$$= \frac{4000}{1469}$$

$$= 2.72$$

Porcentaje de Absorción

$$= \frac{(B-A) * 100}{A}$$

$$= \frac{1500}{4000}$$

Porcentaje de Absorción	0.375	%
-------------------------	-------	---

**ENSAYO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

**RESULTADOS:**

A = Peso de la fiola (gr)	180.00
B = Peso del picnometro aforado lleno de agua, (gr)	680.00
Peso total del picnometro aforado con la muestra y lleno de agua,	
C = (gr)	760.00
S = Peso del suelo (gr)	125.65

Peso específico aparente

$$= \frac{A}{B + S - C}$$

$$= \frac{125.65}{45.65}$$

$$= \frac{125.65}{45.65}$$

$$= 2.75$$



S.S.S=	2.75	gr/cm <sup>3</sup>
--------	------	--------------------

*Absorción*

$$= \frac{(96.566 - 95.638) \times 100}{95.64}$$

$$= \frac{92.8}{95.64}$$

<i>Porcentaje de Absorción</i> =	0.97	%
----------------------------------	------	---



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

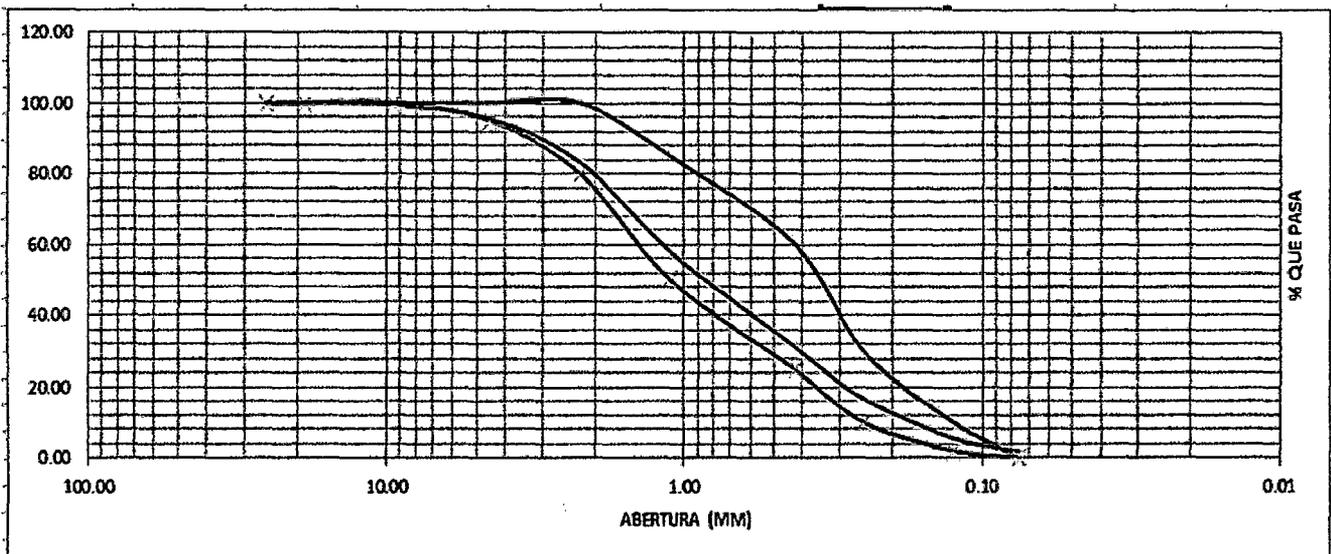
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE  
 MATERIALES

ENSAYO : GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

Peso Inicial Seco. (gr.)	2000.00
Peso Lavado y Seco. (gr.)	2000.00

MALLAS	ABERT.	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	LIMITES DE GRANULOMETRIA (%)		% PASA
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50	10.00	0.50	0.50	100.00	100.00	99.50
Nº 4	4.50	80.00	4.00	4.50	95.00	100.00	95.50
Nº 8	2.25	245.00	12.25	16.75	80.00	100.00	83.25
Nº 16	1.12	505.00	25.25	42.00	50.00	85.00	58.00
Nº 30	0.43	535.00	26.75	68.75	25.00	60.00	31.25
Nº 50	0.25	290.00	14.50	83.25	10.00	30.00	16.75
Nº 100	0.13	225.00	11.25	94.50	2.00	10.00	5.50
Nº 200	0.08	75.00	3.75	98.25	0.00	0.00	1.75
< Nº 200	< Nº 200	35.00	1.75	100.00	0.00	0.00	0.00
		<b>2000</b>	<b>100.00</b>				





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

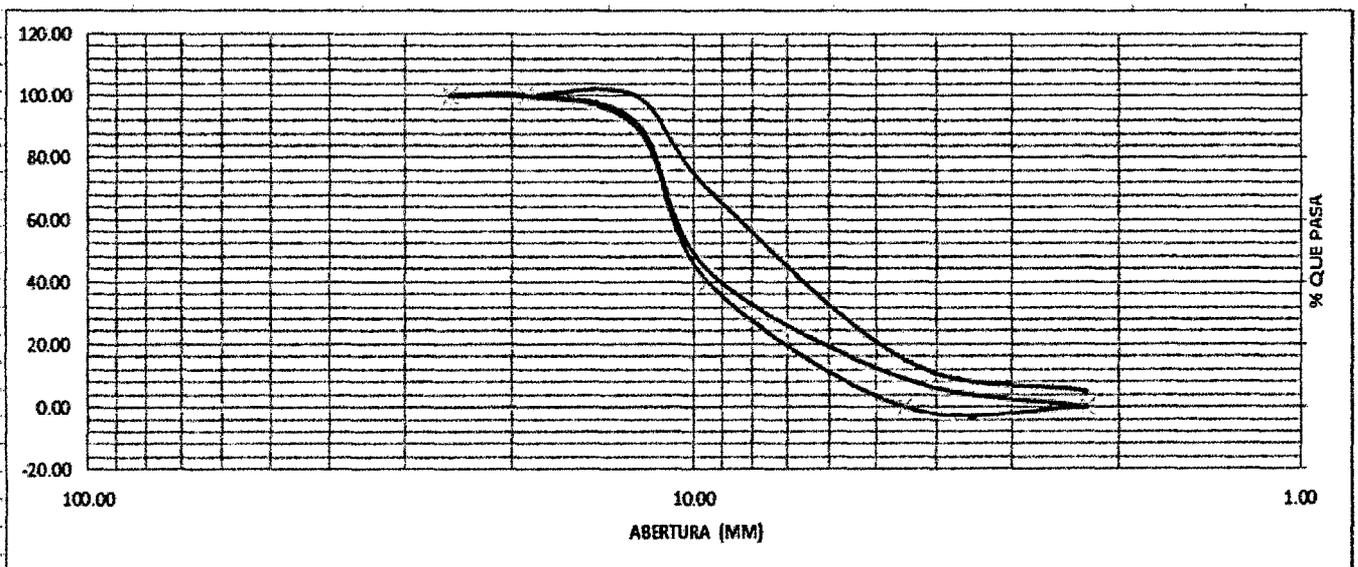
**E.A.P. INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y  
 RESISTENCIA DE MATERIALES**

**ENSAYO : GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO**

<b>Peso Inicial Seco. (gr.)</b>	3000.00
<b>Peso Lavado y Seco. (gr.)</b>	3000.00

MALLAS	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	LIMITES DE GRANULOMETRIA (%)		% PASA
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.50	253.50	8.45	8.45	90.00	100.00	91.55
3/8"	9.50	1436.83	47.89	56.34	40.00	70.00	43.66
Nº 4	4.50	1039.82	34.66	91.01	0.00	15.00	9.00
Cazoleta	2.25	269.85	9.00	100.00	0.00	5.00	0.00
		3000.00	100.00				





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

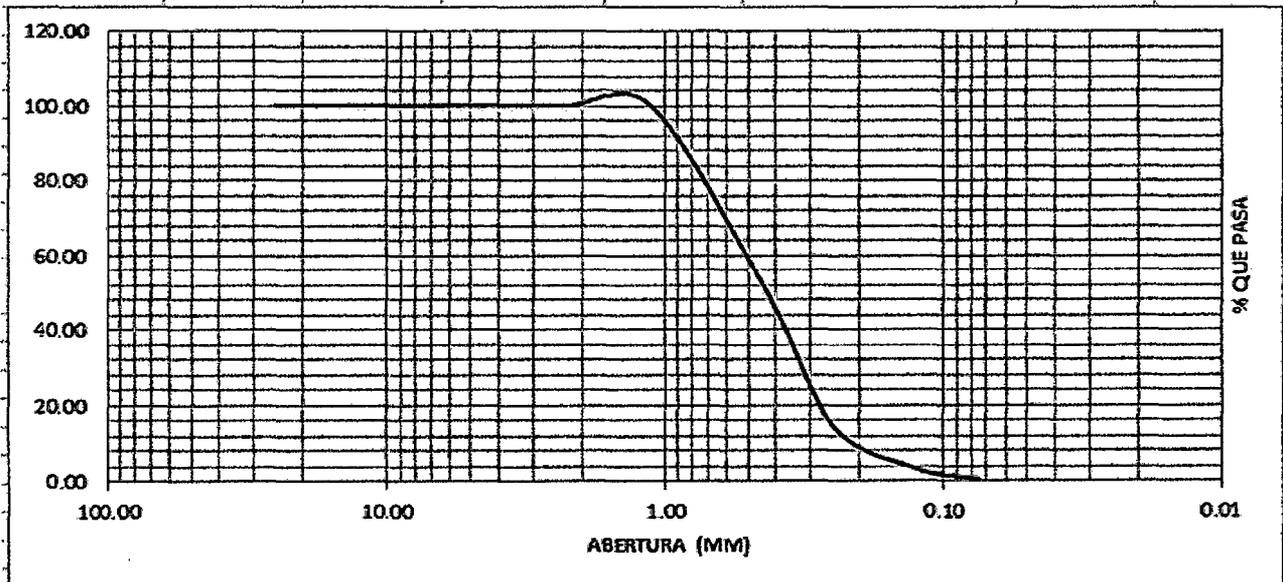
**E.A.P. INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE  
 MATERIALES**

**ENSAYO : GRANULOMETRÍA DE RESIDUOS CALCAREOS**

<b>Peso Inicial Seco. (gr.)</b>	500.00
<b>Peso Lavado y Seco. (gr.)</b>	500.00

MALLAS	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% PASA
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 8	2.25	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 16	1.12	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 30	0.43	253.28	50.66	50.66	49.34
Nº 50	0.25	173.61	34.72	85.38	14.62
Nº 100	0.13	56.55	11.31	96.69	3.31
Nº 200	0.08	13.87	2.77	99.46	0.54
< Nª 200	< Nª 200	2.69	0.54	100.00	0.00
		<b>500.00</b>	<b>100.00</b>		





## ANEXO II.

# DISEÑO DE MEZCLA



## DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210\text{Kg/cm}^2$

### Método de Diseño del Comité 211 del ACI

#### I. ESPECIFICACIONES:

1.1. La resistencia de Diseño a los 28 días es de  $210\text{ kg/cm}^2$ , se desconoce el valor de la desviación estándar.

#### 1.2. Materiales:

##### 1.2.1 Cemento Pacasmayo Tipo I

Peso específico 3110 Kg/m<sup>3</sup>

##### 1.2.2 Agregado Fino (Arena Gruesa)

Peso Específico 2752.46 Kg/m<sup>3</sup>

Absorción 0.97 %

Contenido de Humedad 0.70 %

Módulo de fineza 3.1

Peso unitario suelto 1575.44 Kg/m<sup>3</sup>

##### 1.2.3 Agregado Grueso (Piedra Chancada)

Tamaño máximo nominal 1/2"

Peso seco varillado 1664.02 kg/m<sup>3</sup>

Peso específico de masa 2722.94 kg/m<sup>3</sup>

Absorción 0.38 %

Contenido de Humedad 1.15 %

Peso Unitario Suelto 1489.52 kg/m<sup>3</sup>

##### 1.2.4 Agua

Agua Potable de la zona 1000.00

#### II. SECUENCIA DE DISEÑO

##### 2.1. Selección de la Resistencia Requerida ( $f'cr$ ):

Dado que no se conoce el valor de la desviación estándar, se tiene que:

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

Entonces:

$$f'cr = 210 + 84$$

$$f'cr = 294\text{ kg/cm}^2$$

##### 2.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal es de 1/2".

##### 2.3. Selección del Asentamiento:

Por las condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de 3" a 4". (Tabla 9.2 - "TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO")

##### 2.4. Volumen unitario de agua:

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y



cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es de:

$$216 \text{ lt/m}^3$$

**2.5. Contenido de Aire:**

Se considera el 2.5 % de aire atrapado por las características de los componentes de éste concreto.

$$2.50 \%$$

**2.6. Relación Agua - Cemento:**

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$  sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de:

$$0.56 \text{ por Resistencia}$$

**2.7. Factor Cemento:**

$$\frac{216}{0.56} = 385.71 \text{ kg/m}^3 = 9.08 \text{ bls/m}^3$$

**2.8. Contenido de Agregado Grueso:**

Para un módulo de fineza de 3.1 y un tamaño máximo nominal de 1/2" le corresponde un volumen unitario de 0.52 m<sup>3</sup> de agregado grueso varillado por unidad de volumen de concreto. (Tabla 9.4 - "TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO").

Peso del agregado grueso:  $0.52 \times 1664.02 \text{ kg/m}^3$

Peso del agregado grueso:  $865.29 \text{ kg/m}^3$

**2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:**

Cemento  $\frac{385.71}{3110} = 0.124 \text{ m}^3$

Agua  $\frac{216.00}{1000.00} = 0.216 \text{ m}^3$

Aire Atrapado  $2.50 \% = 0.025 \text{ m}^3$

Agregado Grueso  $\frac{865.29}{2722.94} = 0.318 \text{ m}^3$

**TOTAL = 0.683 m<sup>3</sup>**

**2.10. Contenido de Agregado Fino:**

Volumen absoluto de agregado fino :  $0.317 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino seco :  $872.53 \text{ kg/m}^3$

**2.11. Valores de Diseño:**

Cemento  $385.71 \text{ kg/m}^3$

Agua de Diseño  $216 \text{ Lt/m}^3$

Agregado fino Seco  $872.53 \text{ kg/m}^3$

Agregado Grueso Seco  $865.29 \text{ kg/m}^3$



### 2.12. Corrección por Humedad de los Agregados

Agregado Fino :	872.53 kg/m <sup>3</sup> x	1.007 =	878.64 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	865.29 kg/m <sup>3</sup> x	1.0115 =	875.24 kg/m <sup>3</sup>

#### Humedad Superficial de:

Agregado Fino :	0.70 % -	0.97 % =	-0.27 %
Agregado Grueso:	1.15 % -	0.38 % =	0.77 %

#### Aportes de Humedad de los Agregados:

Agregado Fino :	878.64 kg/m <sup>3</sup> x	0.00 =	-2.38 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	875.24 kg/m <sup>3</sup> x	0.0077 =	6.74 lt/m <sup>3</sup>
		TOTAL =	4.36 lt/m <sup>3</sup>

$$\text{Agua Efectiva} \quad 216 \text{ Lt/m}^3 - ( 4.36 ) \text{ Lt/m}^3 = 211.64 \text{ lt/m}^3$$

Los peso de los materiales ya corregidos serán:

Cemento	385.71 kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	211.64 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	878.64 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	875.24 kg/m <sup>3</sup>

### 2.13. Proporción en Peso Húmedo

Cemento	$\frac{385.71}{385.71} =$	1
Agregado Fino Húmedo	$\frac{878.64}{385.71} =$	2.28
Agregado Grueso Húmedo	$\frac{875.24}{385.71} =$	2.27
Agua efectiva	$\frac{211.64}{385.71} =$	0.55

### 2.14. Pesos por Tanda de un Saco:

Cemento	1 x 42.50 =	42.5 kg/saco
Agua Efectiva	0.55 x 42.50 =	23.38 Lt/saco
Agregado Fino Húmedo	2.28 x 42.50 =	96.9 kg/saco
Agregado Grueso Húmedo	2.27 x 42.50 =	96.48 kg/saco

### 2.15. Peso por pie cúbico:

Agregado Fino Húmedo	$\frac{878.64}{1575.4} \times 35.31 =$	19.69 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	$\frac{875.24}{1489.5} \times 35.31 =$	20.75 kg/pie <sup>3</sup>

### 2.16. Dosificación en Volúmen

Cemento	9.08 / 8.61 =	1 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	19.69 / 8.61 =	2.17 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	20.75 / 8.61 =	2.29 pie <sup>3</sup>
Agua de Mezcla	211.64 / 8.61 =	23.31 Lt/bolsa



## DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 175 \text{Kg/cm}^2$

Método de Diseño del Comité 211 del ACI

### I.

#### ESPECIFICACIONES:

1.1. La resistencia de Diseño a los 28 días es de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , se desconoce el valor de la desviación estándar.

#### 1.2. Materiales:

##### **Cemento Pacasmayo Tipo**

##### 1.2.1 I

Peso específico 3110  $\text{Kg/m}^3$

##### 1.2.2 Agregado Fino (Arena Gruesa)

Peso Específico 2752.46  $\text{Kg/m}^3$   
Absorción 0.97 %  
Contenido de Humedad 0.70 %  
Módulo de fineza 3.1  
Peso unitario suelto 1575.44  $\text{Kg/m}^3$

##### **Agregado Grueso (Piedra**

##### 1.2.3 Chancada)

Tamaño máximo nominal 1/2"  
Peso seco varillado 1664.02  $\text{kg/m}^3$   
Peso específico de masa 2722.94  $\text{kg/m}^3$   
Absorción 0.38 %  
Contenido de Humedad 1.15 %  
Peso Unitario Suelto 1489.52  $\text{kg/m}^3$

##### 1.2.4 Agua

Agua Potable de la zona 1000.00

### II. SECUENCIA DE DISEÑO

#### **Selección de la Resistencia Requerida**

##### 2.1. ( $f'cr$ ):

Dado que no se conoce el valor de la desviación estándar, se tiene que:

$$f'cr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces:

$$\begin{aligned} f'cr &= 175 + 70 \\ f'cr &= 245 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



## 2.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal es de 1/2".

## 2.3. Selección del Asentamiento:

Por las condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de 3" a 4". (Tabla 9.2 - "TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO")

### Volumen unitario de

## 2.4. agua:

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es de:

$$216 \text{ lt/m}^3$$

## 2.5. Contenido de Aire:

Se considera el 2.0 % de aire atrapado por las características de los componentes de éste concreto.

$$2.50 \%$$

### Relación Agua -

## 2.6. Cemento:

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$  sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de:

$$0.63 \text{ por Resistencia}$$

### Factor

## 2.7. Cemento:

$$\frac{216}{0.628} = 343.95 \text{ kg/m}^3 = 8.09 \text{ bls/m}^3$$

## 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

Para un módulo de fineza de 3.10 y un tamaño máximo nominal de 1/2" le corresponde un volumen unitario de 0.52 m<sup>3</sup> de agregado grueso varillado por unidad de volumen de concreto. (Tabla 9.4 - "TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO").

$$\text{Peso del agregado grueso: } 0.52 \times 1664.02 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado grueso: } 865.29 \text{ kg/m}^3$$



**Cálculo de Volúmenes**

**2.9. Absolutos:**

$$\text{Cemento} \quad \frac{343.95}{3110} = 0.111 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} \quad \frac{216.00}{1000.00} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire Atrapado} \quad 2.50 \% = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} \quad \frac{865.29}{2722.94} = 0.318 \text{ m}^3$$

$$\text{TOTAL} = 0.67 \text{ m}^3$$

**2.10. Contenido de Agregado Fino:**

Volumen absoluto de agregado fino  
 : 0.33 m<sup>3</sup>  
 Peso del agregado fino seco  
 : 908.31 kg/m<sup>3</sup>

**2.11. Valores de Diseño:**

Cemento 343.95 kg/m<sup>3</sup>  
 Agua de Diseño 216 Lt/m<sup>3</sup>  
 Agregado fino Seco 908.31 kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso Seco 865.29 kg/m<sup>3</sup>

**Corrección por Humedad de los**

**2.12. Agregados**

Agregado Fino : 908.31  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.007 = 914.67 \text{ kg/m}^3$   
 Agregado Grueso: 865.29  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.0115 = 875.24 \text{ kg/m}^3$

**Humedad Superficial de:**

Agregado Fino : 0.70 % - 0.97 % = -0.27 %  
 Agregado Grueso: 1.15 % - 0.38 % = 0.77 %

**Aportes de Humedad de los Agregados:**

Agregado Fino : 914.67  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.00 = -2.47 \text{ lt/m}^3$   
 Agregado Grueso: 875.24  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.0077 = 6.74 \text{ lt/m}^3$   
 TOTAL = 4.27 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva 216  $\frac{\text{Lt}}{\text{m}^3} - ( 4.27 \frac{\text{Lt}}{\text{m}^3} ) = 211.73 \text{ lt/m}^3$



Los peso de los materiales ya corregidos serán:

Cemento	343.95	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	211.73	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	914.67	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	875.24	kg/m <sup>3</sup>

**2.13. Proporción en Peso Húmedo**

Cemento	$\frac{343.95}{343.95} =$	1
Agregado Fino Húmedo	$\frac{914.67}{343.95} =$	2.66
Agregado Grueso Húmedo	$\frac{875.24}{343.95} =$	2.54
Agua efectiva	$\frac{211.73}{343.95} =$	0.62

**2.14. Pesos por Tanda de un Saco:**

Cemento	1	$\times 42.50$	=	42.5	kg/saco
Agua Efectiva	0.62	$\times 42.50$	=	26.35	Lt/saco
Agregado Fino Húmedo	2.66	$\times 42.50$	=	113.05	kg/saco
Agregado Grueso Húmedo	2.54	$\times 42.50$	=	107.95	kg/saco

**2.15. Peso por pie cúbico:**

Agregado Fino Húmedo	$\frac{914.67}{1575.4} =$	$\times 35.31$	=	20.5	kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	$\frac{875.24}{1489.5} =$	$\times 35.31$	=	20.75	kg/pie <sup>3</sup>

**2.16. Dosificación en Volumen**

Cemento	8.09	$\div 8.61$	=	1	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	20.5	$\div 8.61$	=	2.53	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	20.75	$\div 8.61$	=	2.56	pie <sup>3</sup>
Agua de Mezcla	211.73	$\div 8.61$	=	26.17	Lt/bolsa



**ANEXO III.**  
**TABLAS PARA DISEÑO DE**  
**MEZCLA - ACI**



### LIMITES DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño Máximo Nominal	Porcentajes que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8
2"	95 - 100	-	32 - 70	-	10-30	-	0 - 5	-
1 1/2"	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10-30	0 - 5	-
1"	-	100	95 - 100	-	25 - 60	-	0 - 10	0 - 5
3/4"	-	-	100	90 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5
1/2"	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5
3/8"	-	-	-	-	100	85 - 100	10 - 30	0 - 10

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Asentamiento	Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados.								
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"	
<b>Concretos sin aire incorporado</b>									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	
3" a 4"	228	216	205	193	181	145	145	124	
6" a 7"	243	228	216	202	190	160	160	...	
<b>Concretos con aire incorporado</b>									
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	...	

### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen Unitario de agua, expresado en l/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	153	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182



### 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%

### RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

Fcr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto sin aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

### PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
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	0.83	0.81



**ANEXO IV.**  
**FACTOR DE**  
**COMPACTACION**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO : GRADO DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2

Peso Molde. (Kg.)	10.10
-------------------	-------

Wconcreto compactado por caída:

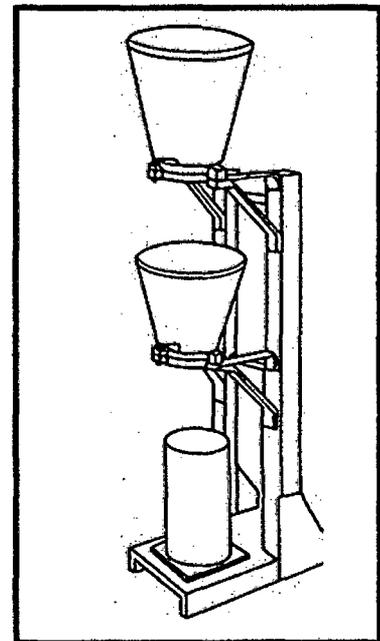
W1= 23.48

Wconcreto compactado varillado:

W2= 24.19

F.C.=	$\frac{W1}{W2}$	≤	1.0
-------	-----------------	---	-----

F.C.= 0.971 ≤ 1.0



ENSAYO : GRADO DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 5 % RESIDUOS CALCÁREOS

Peso Molde. (Kg.)	10.10
-------------------	-------

Wconcreto compactado por caída:

W1= 23.67

Wconcreto compactado varillado:

W2= 24.28

F.C.=	$\frac{W1}{W2}$	≤	1.0
-------	-----------------	---	-----

F.C.= 0.975 ≤ 1.0



**ENSAYO : GRADO DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2  
+ 10% RESIDUOS CALCÁREOS**

Peso Molde. (Kg.)	10.10
-------------------	-------

**Wconcreto compactado por caída:**

$$W1 = 23.76$$

**Wconcreto compactado varillado:**

$$W2 = 24.29$$

$F.C. = \frac{W1}{W2} \leq 1.0$
---------------------------------

$$F.C. = 0.978 \leq 1.0$$

**ENSAYO : GRADO DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2  
+ 15% RESIDUOS CALCÁREOS**

Peso Molde. (Kg.)	10.10
-------------------	-------

**Wconcreto compactado por caída:**

$$W1 = 23.77$$

**Wconcreto compactado varillado:**

$$W2 = 24.31$$

$F.C. = \frac{W1}{W2} \leq 1.0$
---------------------------------

$$F.C. = 0.978 \leq 1.0$$



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**E.A.P. INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES**

**ENSAYO : GRADO DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2**

Peso Molde. (Kg.)	10.10
-------------------	-------

**Wconcreto compactado por caída:**

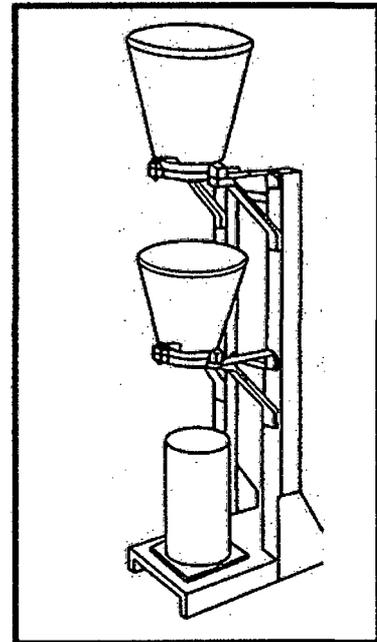
W1= 23.00

**Wconcreto compactado varillado:**

W2= 23.64

F.C.=	$\frac{W1}{W2}$	≤	1.0
-------	-----------------	---	-----

F.C.= 0.973 ≤ 1.0



**ENSAYO : GRADO DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 + 5% RESIDUOS CALCÁREOS**

Peso Molde. (Kg.)	10.10
-------------------	-------

**Wconcreto compactado por caída:**

W1= 23.15

**Wconcreto compactado varillado:**

W2= 23.76

F.C.=	$\frac{W1}{W2}$	≤	1.0
-------	-----------------	---	-----

F.C.= 0.974 ≤ 1.0



**ENSAYO : GRADO DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2  
+ 10% RESIDUOS CALCÁREOS**

Peso Molde. (Kg.)	10.10
-------------------	-------

**Wconcreto compactado por caída:**

$$W1 = 23.37$$

**Wconcreto compactado varillado:**

$$W2 = 23.87$$

$F.C. = \frac{W1}{W2} \leq 1.0$
---------------------------------

$$F.C. = 0.979 \leq 1.0$$

**ENSAYO : GRADO DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2  
+ 15% RESIDUOS CALCÁREOS**

Peso Molde. (Kg.)	10.10
-------------------	-------

**Wconcreto compactado por caída:**

$$W1 = 23.49$$

**Wconcreto compactado varillado:**

$$W2 = 23.98$$

$F.C. = \frac{W1}{W2} \leq 1.0$
---------------------------------

$$F.C. = 0.980 \leq 1.0$$



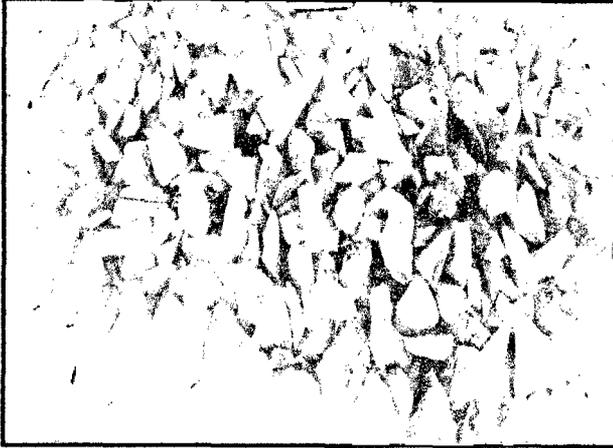
## ANEXO V.

# PANEL FOTOGRAFICO



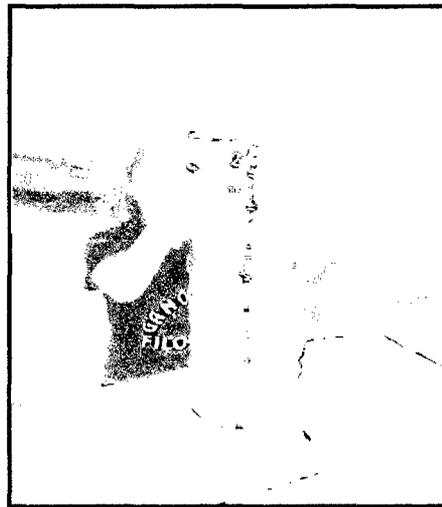
## PANEL FOTOGRÁFICO

- **Ensayo de Granulometría de los Agregados.**
  - *Agregado Grueso "Piedra Chancada" – Cantera: Dulong.*



**Foto N°01:**

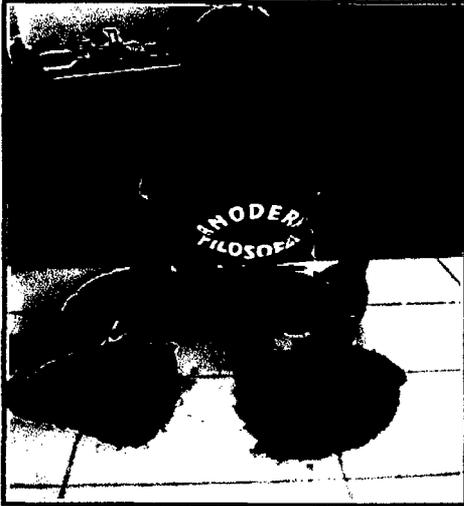
*Proceso de selección de muestra representativa del agregado grueso mediante los procesos de cuarteo.*



**Foto N°02 y 03:**

*Análisis Granulométrico, Muestra de pesos retenidos en las diversas mallas de los tamices.*

➤ *Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Cantera: San Pedro.*



**Foto N°04:**

*Proceso de selección de muestra representativa del agregado fino mediante los procesos de cuarteo, para posterior análisis granulométrico.*



**Foto N°05:**

*Pesos retenidos en las diferentes mallas durante el Análisis Granulométrico.*

➤ *Residuos Calcáreos*



**Foto N°06 y 07:**

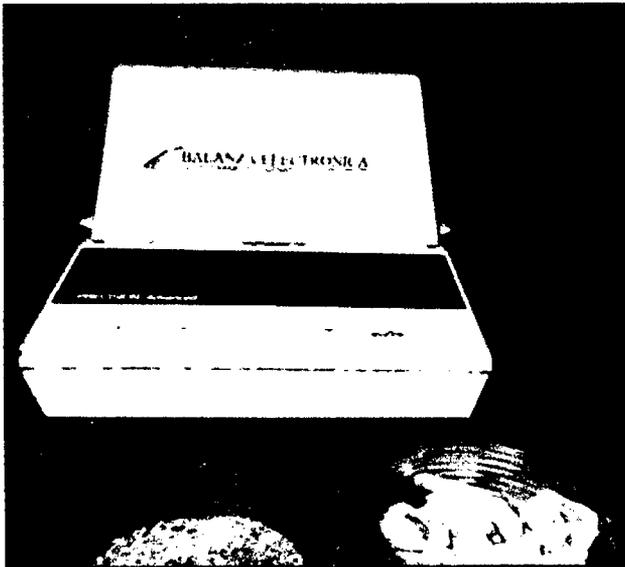
*Calcinación de las conchas de abanico, a una temperatura aprox. De 800°C.*



**Foto N°08:**

*Residuos calcáreos de concha de abanico obtenidos de la calcinación, tamizados.*

➤ **Contenido de Humedad del Agregado Fino y Agregado Grueso.**



**Foto N°09:**

*Muestras representativas de los diferentes agregados para la determinación de su contenido de humedad.*

➤ **Peso Unitario y Vacíos de los Agregados.**

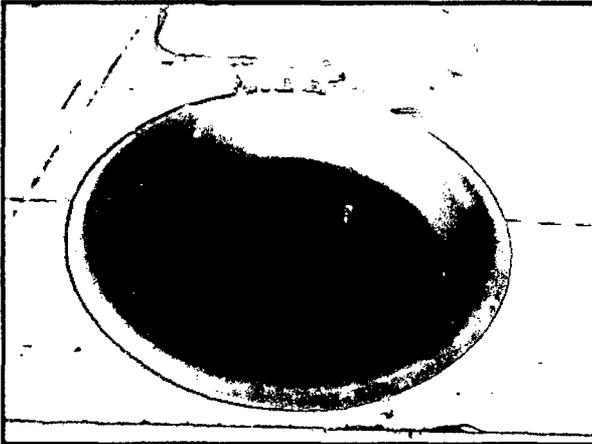


**Foto N°10:**

*Peso del cubo con el material compactado y suelto para la determinación del peso específico. El ensayo se realizó tanto para el agregado fino como para el grueso.*

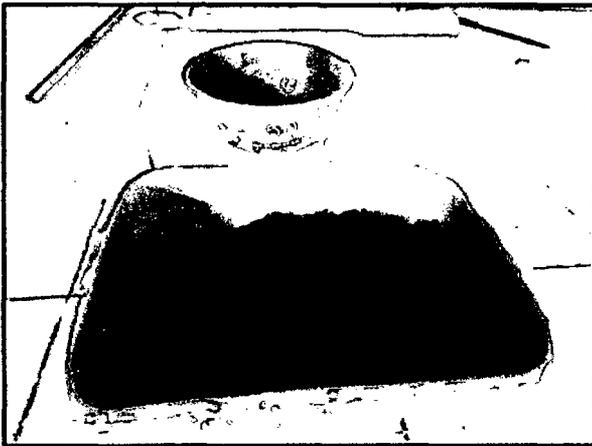


➤ **Gravedad Específica y Absorción de los Agregados Finos.**



**Foto N°11:**

*Inmersión del agregado fino durante 24 horas.*

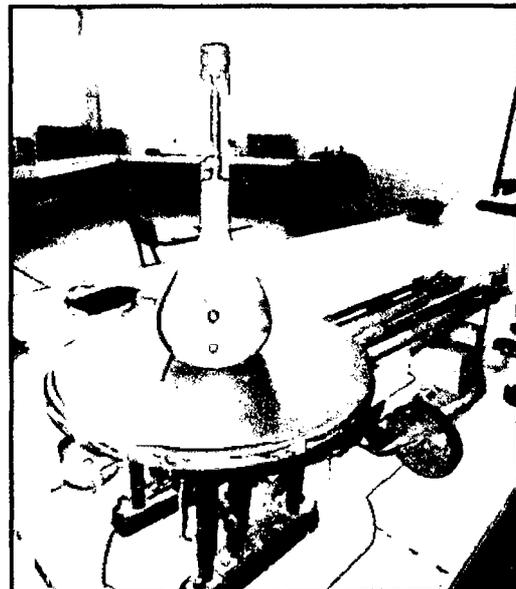


**Foto N°12:**

*Se decanta el agua y extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de secado la superficie de las partículas.*

**Foto N°13:**

*Se introduce en el picnómetro previamente tarado, 500.0 g del agregado fino, se agrega agua y se elimina las burbujas de aire presentes.*





**Foto N°14:**

La muestra obtenida se deseca en el horno a 100 °C, hasta peso constante; se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 hora y se determina finalmente su peso seco.

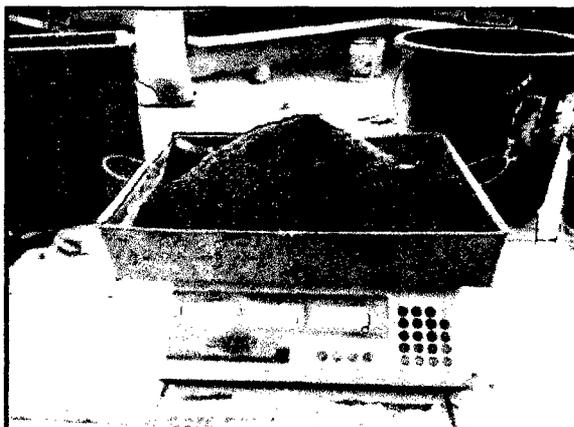
➤ **Gravedad Específica y Absorción de los Agregados Gruesos.**

**Foto N°15:**

Se realiza el ensayo para determinar la gravedad específica del agregado grueso y su grado de absorción.



❖ **Elaboración de testigos de concreto en laboratorio.**



**Foto N°16 y 17:**

Peso de los materiales de acuerdo al diseño de mezcla obtenido.



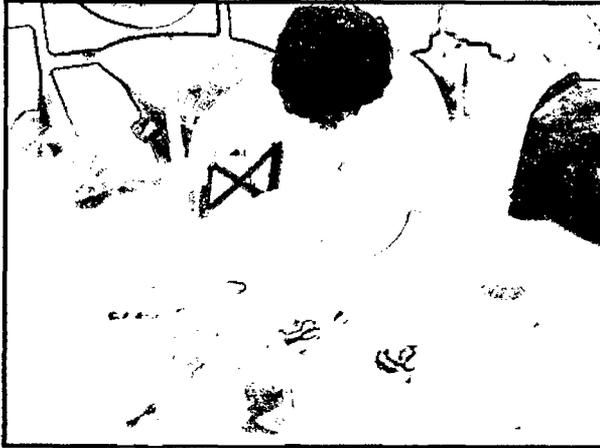
**Foto N°18:**

*Se prepara los moldes metálicos y la mezcladora para iniciar el mezclado de concreto.*



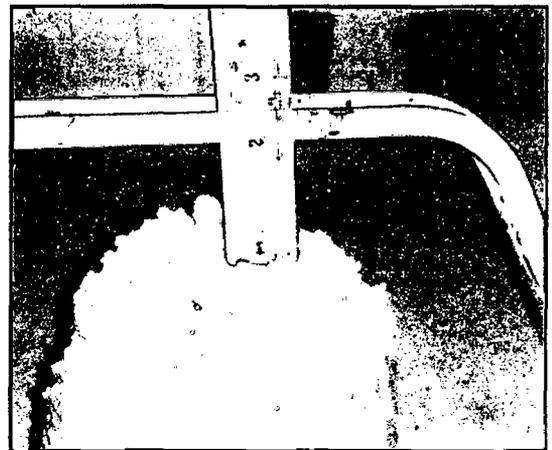
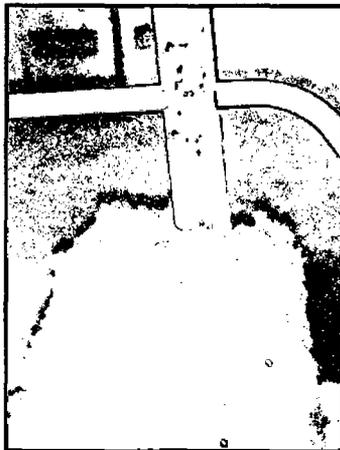
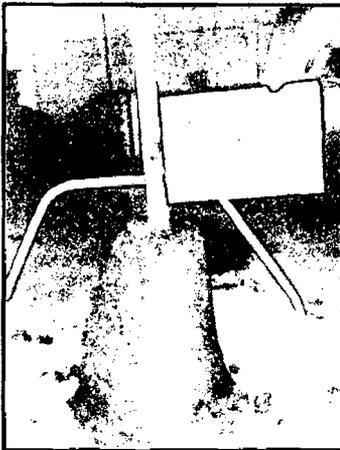
**Foto N°19, 20, 21 y 22:**

*Se inicia con la elaboración de Concreto, tanto para concretos convencionales de  $f_c = 175$   $kg/cm^2$  y  $210$   $kg/cm^2$ , como para los concretos con adición de residuos calcáreos en sus diferentes porcentajes.*



**Foto N°23:**

Se realiza la prueba de Slump a la mezcla de concreto sin adición de residuo calcáreo.



**Foto N°24, 25 y 26:**

Se realiza la prueba de Slump a la mezcla de concreto con adición de residuo calcáreo. Obteniendo un asentamiento de 3", 2.5" y 2" respectivamente.



**Foto N°27 y 28:**

Se determina el factor de compactación de las mezclas de concreto convencionales y con adición de residuos calcáreos.



**Foto N°29 a 34:**

Se realiza elaboración de los testigos de concreto convencionales de  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ , y con adiciones de 5%, 10% y 15% de conchas de abanico, para su posterior rotura en laboratorio.

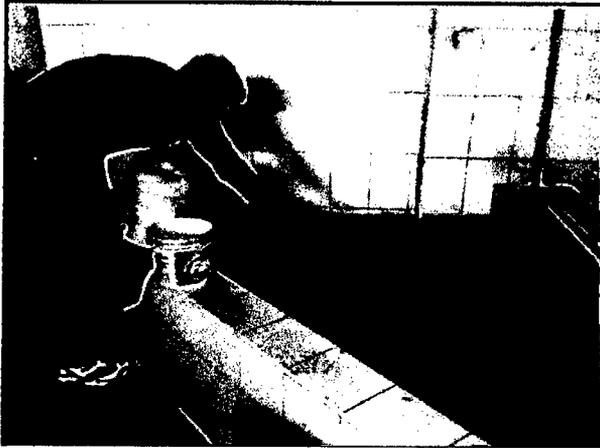
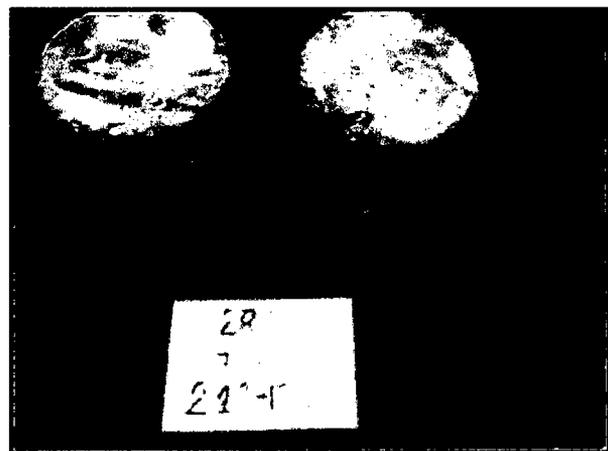
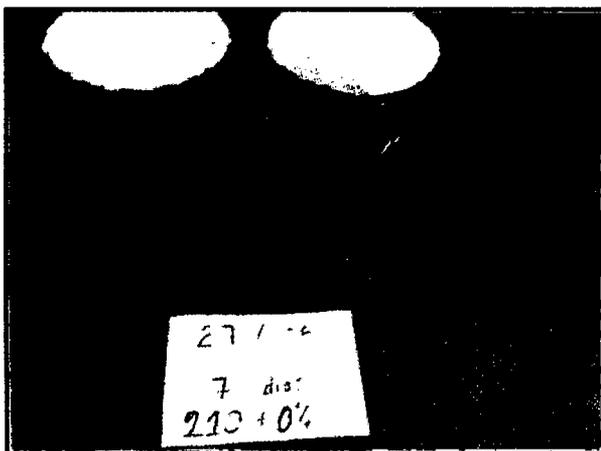
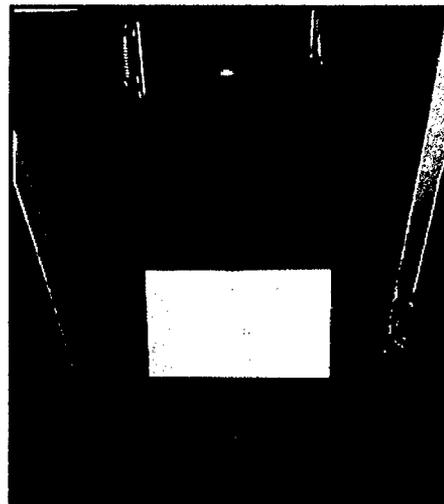
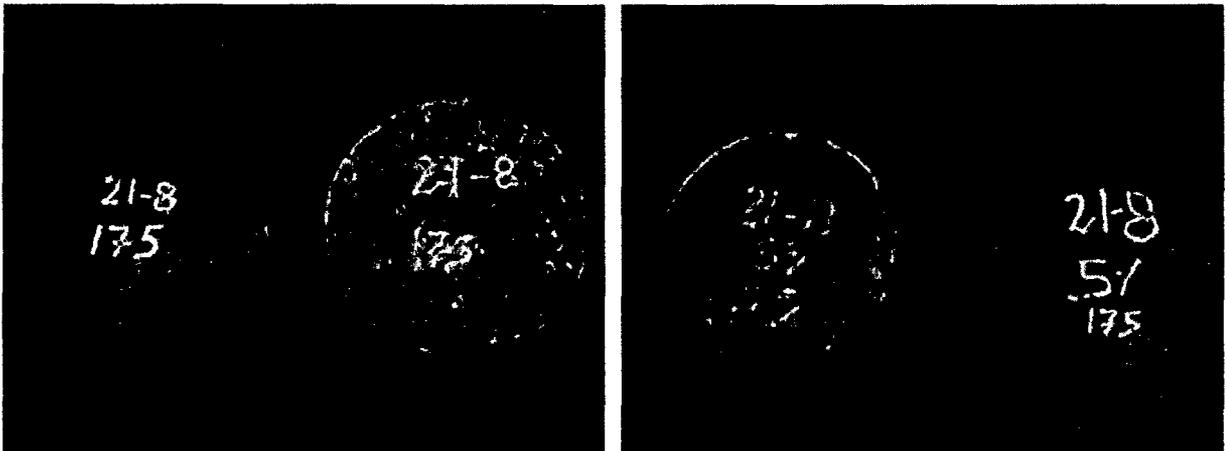


Foto N°33 y 34:

Desencofrado y curado de los testigos de concreto, previa adición de cal en la poza de curado.

- Ensayos de Resistencia a la compresión de los testigos de concreto sin y con adición de residuos calcáreos.





**Foto N°35 a 40:**

*Se realizó la rotura de probetas en el laboratorio de la UNS, a los 7, 14, 21 y 28 días.*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
OFICINA CENTRAL DE INVESTIGACION



**“CATALOGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN –TIPRO”**  
**Resolución N° 1562-2006-ANR**

**REGISTRO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**I. DATOS GENERALES (PRE - GRADO):**

- Universidad: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
- Escuela o Carrera Profesional: Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil.
- Título del Trabajo: “UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANÍCO COMO MEJORAMIENTO EN LAS PROPIEDADES RESISTENTES DEL CONCRETO.”
- Área de Investigación: Concreto.
- Autores:

DNI	Apellidos y Nombres
45814782	Flores Salazar, Liz Yessenia
44781108	Mazza Callirgos, Julio Steven
- Título Profesional a que conduce: Ingeniero Civil
- Año de aprobación de la sustentación: 2014

**II. CONTENIDO DEL RESUMEN**

• **Resumen**

La presente investigación se basa en la utilización del polvo proveniente del reciclaje y calcinación a 800° C de los residuos calcáreos (conchas de abanico). Este polvo así obtenido es utilizado para adicionar al cemento comercial tipo Portland I en diversas dosificaciones en el diseño de mezcla. Las mezclas de concreto obtenidas con este orden de adición son sometidas a la medición de su resistencia a la compresión para los periodos de 7, 14, 21 y 28 días. Estos resultados se compararon con las propiedades de una mezcla patrón en la cual el cemento no es sustituido en absoluto y de esta manera se determinó si es que la adición de residuos calcáreos de concha de abanico favorece o no a las propiedades resistentes del concreto.

De los ensayos se pudo afirmar que la adición de residuos calcáreos de 5% a 15% mejora la resistencia de concreto, observando que a mayor adición de residuos calcáreos el asentamiento disminuye en 1”.

- **Abstract**

This research is based on the use of powder from recycling and calcination at 800 ° C of the lime scale (scallop). The powder thus obtained is used for adding to commercial Portland cement type I in various dosages in the mix design. Concrete mixtures obtained with this order of addition are subjected to measuring its compressive strength for periods of 7, 14, 21 and 28 days. These results were compared with the properties of a master batch in which the cement is not substituted at all, and thus it was determined if the addition of lime scale scallop resistant favors particular properties or not.

Trials could indicate that the addition of lime scale from 5% to 15 % improve concrete strength, noting that the higher the addition of lime scale settlement decreases by 1 “.

- **Planteamiento del problema.**

¿Las propiedades resistentes del concreto mejoraran si se adicionan residuos calcáreos calcinados a una mezcla convencional de concreto?

- **Objetivos.**

**Objetivo General:**

- Determinar la resistencia en compresión de mezclas de concreto con la adición de diferentes proporciones de residuos calcáreos de conchas de abanico y compararlas con la resistencia de una mezcla convencional.

**Objetivo Específicos:**

- Elaborar probetas de mezclas de concreto añadiendo residuos calcáreos de conchas de abanico en diferentes proporciones respecto a una mezcla patrón de resistencia.
- Verificar y evaluar las propiedades de las mezclas de concreto en su estado fresco.
- Determinar las resistencias en compresión de las probetas elaboradas en el objetivo anterior y compararlas con la resistencia de una probeta convencional a los 7, 14, 21 y 28 días.

- **Hipótesis.**

“La adición de residuos calcáreos calcinados de conchas de abanico en la preparación de concreto mejorará las propiedades resistentes del mismo.”

- **Breve referencia al marco teórico**

El empleo de adiciones minerales en los aglomerantes hidráulicos es de antigua data. Los romanos las utilizaron perennizando sus estructuras en base a morteros de cal y puzolana.

En la década del cincuenta tuvieron importante desarrollo, en Europa incorporándose al cemento Portland y en los países sajones, Estados Unidos e Inglaterra, como adiciones en las mezclas de concreto, en centrales de premezclado. Su progresión ha sido manifiesta, a partir de la primera crisis del petróleo de 1974 y posteriormente con las regulaciones ambientales.

En la actualidad, una gran mayoría de países ha introducido en las normas de cemento diferentes tipos de adiciones minerales. En los Estados Unidos una moderna norma de performance desregula la composición de los cementos adicionados, especificando únicamente el comportamiento de las pastas.

Las adiciones de cemento aportan mejoras en la durabilidad, en comportamientos específicos.

La creciente introducción de adiciones minerales en los cementos Portland se debe a consideraciones económicas y tecnológicas que tendrá mayor vigencia en el futuro. Inicialmente las adiciones minerales tuvieron el propósito de obtener cementos aptos para requerimientos especiales, en relación con la durabilidad. En la década del setenta actuó la cuestión del abono de energía, posteriormente las razones de medio ambiente, a las que se sumaron los avances técnicos en la industria. Las adiciones permiten el abono de energía no renovable.

Las adiciones, se incorporan al cemento por consideraciones ecológicas en cuanto permiten la eliminación de materiales contaminantes como sucede con las escorias y el filler en la explotación de yacimientos calizos. Por otra parte las adiciones minerales al originar la disminución de emisiones reducen la magnitud de los sistemas de descontaminación requeridos.

- **Conclusiones**

- Habiendo desarrollado la presente tesis se determinó, que la adición de residuos calcáreos calcinados mejoraron las propiedades resistentes de una mezcla convencional de concreto, por ello la Hipótesis se da por ACEPTADA.

*Para concretos de  $F'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ .*

- Se obtuvo un asentamiento de 3.4", 3", 2.5" y 2.5" para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente, además de obtener un factor de compactación de 0.971, 0.975, 0.978 y 0.978 respectivamente.
- Se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 214.00, 230.50, 226.50, 225.50 Kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente.
- Las adiciones de residuos calcáreos en rangos de 5% - 15% mejoraron la resistencia del concreto, obteniendo una resistencia mayor en 5% con relación a la resistencia inicial.

*Para concretos de  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .*

- Se obtuvo un asentamiento de 3.3", 2.5", 2.0" y 2.0" para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente, además de obtener un factor de compactación de 0.973, 0.974, 0.979 y 0.980 respectivamente.
- Se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 242.50, 265.50, 247.50, 240.50 Kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente.
- Las adiciones de residuos calcáreos en rangos de 5% - 10% mejoraron la resistencia del concreto, obteniendo una resistencia mayor en 9.4% con relación a la resistencia inicial, a excepción de la adición de 15% la cual presenta una resistencia similar a la convencional.

- **Recomendaciones.**

- Se recomienda realizar nuevas investigaciones con los residuos calcáreos, pudiendo sustituirse este material por parte del agregado fino para verificar el comportamiento de la mezcla en estado fresco y endurecido.

- **Bibliografía.**

Gonzales Sandoval Federico (1995). *"Manual de Supervisión de Obras de Concreto"* (Segunda Edición).

Harzen Teodoro (2002). *"Diseño de Estructuras de Concreto Armado"* (Tercera Edición).

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (2000). *"Manual de Ensayo de Materiales para Obras Viales"* (Segunda Edición).

Pasquel Carbajal Enrique (1998). *"Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú"* (Segunda Edición).

Riva López Enrique (2000). *"Diseño de Mezcla"* (Primera Edición).

Universidad Privada San Pedro. Revista Oficial de la Universidad San Pedro N° 02 "Conocimiento para el Desarrollo". Enero-Diciembre 2011.