



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO,  
UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO  
RECICLADO DE OBRA”**

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

**TESISTAS:**

Bach. JORDAN SALDAÑA, José Carlos  
Bach. VIERA CABALLERO, Neiser

**ASESOR :**

Ing. VILLAVICENCIO GONZALEZ, Felipe

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ**  
**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



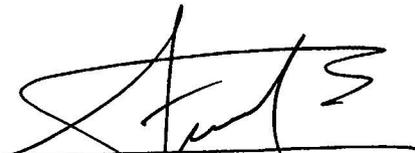
**“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO,  
UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO  
RECICLADO DE OBRA”**

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

**BACHILLERES:**

**JORDAN SALDAÑA, JOSE CARLOS  
VIERA CABALLERO, NEISER**

**REVISADO POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Villavicencio González, Felipe  
ASESOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO,  
UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO  
RECICLADO DE OBRA”**

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

**BACHILLERES:**

**JORDAN SALDAÑA, JOSE CARLOS  
VIERA CABALLERO, NEISER**

**SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO  
EL DÍA 31 DE ENERO DEL 2014**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Julio Rivasplata Díaz**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**M. Sc. Ing. Hugo Rojas Rubio**  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Felipe Villavicencio González**  
Integrante



---

## DEDICATORIA

A DIOS por ser lo más extraordinario, por estar siempre a mi lado, por darme sabiduría y así poder elegir el camino correcto de la vida y por darme unos padres tan ejemplares y maravillosos.

A mis padres **Lola y Julio** que fueron mi guía, mi sendero en todo momento, gracias a sus esfuerzos, sus consejos y sus valores ayudaron a mi formación profesional y a mi vida, a ser cada día una mejor persona.

A mis hermanos Julio, Marco, Manuel y Miriam, por ser los mejores, por sus consejos y su apoyo que me brindaron en todo momento.

A mis entrañables Amigos, por esos desvelos, paciencia y el apoyo frente a las adversidades, por esa amistad, la cual no puedo definir.

*Jordán Saldaña José Carlos*



## DEDICATORIA

A mis abuelitos **Crescencio y Apolonia**, por su Apoyo incondicional brindado en todo momento, que me inspiraron confianza y perseverancia para el logro de mis metas trazadas.

A mis tíos, por el esfuerzo realizado en mi educación. Sus invaluable consejos, ideales y principios contribuyeron en mi formación personal y profesional; por lo cual estoy eternamente agradecido.

A toda mi familia, por ser la razón de mi vida, y darme las fuerzas para seguir adelante.

*Viera Caballero Neiser*



---

## AGRADECIMIENTO

A Dios por mantener a nuestra familia unida y con buena salud, por protegernos de todo lo malo y darnos la fuerza necesaria para seguir adelante.

Damos gracias a la vida por la oportunidad de haber podido realizar este trabajo, y por haberme permitido conocer a muchas personas que colaboraron para hacer de nuestros sueños una realidad.

A todos los docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa, por brindarme todos sus conocimientos y experiencias.

Un Especial agradecimiento, al Ing. Felipe Villavicencio González, al Ing. Jorge Morillo Trujillo y a la Srta. Maura López Loyola, por brindarnos en todo momento su apoyo incondicional.

A todas las personas que de una u otra manera nos apoyaron para la realización de esta tesis, pues por más pequeña o grande que haya sido su intervención ha sido muy valiosa y considerada, a todos muchas gracias.

*Jordán Saldaña & Viera Caballero*



## ÍNDICE

|  | <b>PÁG.</b> |
|--|-------------|
| <b>INTRODUCCION</b>  | <b>1</b>    |
| <br>   |             |
| <b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES</b>  |             |
| 1.1 ASPECTO INFORMATIVO  | 4           |
| 1.1.1 TITULO   | 4           |
| 1.1.2 TIPO DE INVESTIGACION  | 4           |
| 1.1.3 UBICACIÓN  | 4           |
| 1.2 PLAN DE INVESTIGACIÓN  | 4           |
| 1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA   | 4           |
| 1.2.2 OBJETIVOS  | 5           |
| 1.2.2.1 OBJETIVO GENERALES:  | 5           |
| 1.2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:   | 5           |
| 1.3 HIPOTESIS  | 6           |
| 1.4 VARIABLES  | 6           |
| 1.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE   | 6           |
| 1.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE   | 6           |
| 1.5 TIPO DE DISEÑO   | 6           |
| 1.6 ESTRATEGIA DE TRABAJO  | 7           |
| 1.6.1 MÉTODO DE ESTUDIO  | 7           |
| <br>   |             |
| <b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b>  |             |
| 2.1 CONCRETO CONVENCIONAL  | 9           |
| 2.1.1 RESISTENCIA DEL CONCRETO   | 9           |
| 2.1.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO   | 12          |
| 2.2 CEMENTO  | 17          |
| 2.2.1. CEMENTO NATURAL   | 18          |
| 2.2.2. CEMENTOS HIDRAULICOS COMBINADOS   | 19          |
| 2.2.3. CEMENTO PORTLAND  | 20          |
| 2.3 AGREGADOS  | 28          |
| 2.3.1 DEFINICION   | 29          |
| 2.3.2 CLASIFICACION  | 30          |
| 2.3.3 FUNCIONES DEL AGREGADO   | 33          |
| 2.3.4 PROCESO DE PRODUCCION  | 35          |
| 2.3.5 PROPIEDADES DEL AGREGADO   | 36          |
| 2.3.6 REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PARA EL<br>CONCRETO                            | 41          |
| 2.4 AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO   | 51          |
| 2.4.1 AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO   | 54          |
| 2.4.2 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS RECICLADOS<br>PROCEDENTES DE CONCRETO TRITURA | 58          |



---

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 2.4.3   | INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS RECICLADOS EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO                    | 68  |
| 2.4.4   | INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS RECICLADOS EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO                | 71  |
| 2.5   | AGUA PARA EL CONCRETO  | 80  |
| 2.5.1   | SUSTANCIAS FRECUENTES EN EL AGUA   | 81  |
| 2.5.2   | REQUISITOS DE CALIDAD  | 83  |
| 2.5.3   | REQUISITOS DEL COMITÉ ACI 318  | 85  |
| 2.5.4   | LA NORMA TECNICA PERUANA   | 88  |
| <br><b>CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS</b>         |  |     |
| 3.1   | DESCRIPCION DEL AREA DE PROYECTO   | 90  |
| 3.1.1   | METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108– 2000                                     | 90  |
| 3.1.2   | PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203– 2000.   | 91  |
| 3.1.3   | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESO Y FINOS MTC E 204 – 2000.  | 93  |
| 3.1.4   | GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS MTC E 205– 2000   | 94  |
| 3.1.5   | GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOSGRUESOS MTC E 206– 2000. (NTP 400.021)                           | 95  |
| 3.1.6   | ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOSAGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 MM (1 ½")MTC E 207 – 2000 | 96  |
| 3.1.7   | ELABORACIÓN Y CURADO EN EL LABORATORIO DE MUESTRAS DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE LABORATORIO MTC E 702 – 2000  | 98  |
| 3.1.8   | ASENTAMIENTO DEL CONCRETO "SLUMP" MTC E 705 – 2000   | 101 |
| 3.1.9   | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS MTC E 704 – 2000   | 102 |
| <br><b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION</b>        |  |     |
| 4.1   | RESULTADOS Y DISCUSION   | 106 |
| <br><b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> |  |     |
| 5.1   | CONCLUSIONES   | 127 |
| 5.2   | RECOMENDACIONES  | 128 |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>                     |  | 130 |
| <b>ANEXOS</b>   |  | 132 |

---



---

## RESUMEN

El empleo de agregados reciclados en el concreto abre nuevas alternativas de reutilización de estos materiales en la preparación de un nuevo concreto en la construcción.

A la vez que la búsqueda de alternativas para la reintroducción en el ciclo productivo de materiales de deshecho surge una búsqueda en la mejora de la calidad de vida, es precisamente ésta búsqueda la que impide su introducción de forma no lo suficientemente meditada, que permita asegurar, de forma adecuada, las prestaciones que ofrecen los materiales naturales en sus diversos usos. Así pues, es necesario conocer las características del nuevo material, que permita su adecuado uso a cada circunstancia.

El reciclaje del residuo de construcción y demolición viene siendo estudiado desde muchos años atrás. En particular, no existen claros apuntes que lo señalen como un elemento a ser desechado de funciones resistentes, sin embargo debido a la gran escasez experimental sobre las características estructurales que tiene este material, su empleo en la actualidad es limitado a usos carentes de sollicitación significativa del material.

Esta tesis, enfoca la posibilidad de utilizar concreto de deshecho triturado como agregado reciclado en concreto, basado en un mejor entendimiento de su resistencia.

Se establecieron las características de los agregados reciclados para estudiar su posible aplicación en la producción del concreto. Después de dicho análisis,



se estudió la dosificación idónea de cuatro concretos fabricados con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado (0 % AR, el 25 % AR, el 50 % AR y el 100 % AR) con resistencia a compresión de  $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  y  $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ . En todos los concretos se utilizó arena natural (Cantera La Cumbre) y el agregado grueso natural utilizado (Cantera Huambacho).

Se elaboraron 72 testigos cilíndricos 36 testigos cilíndricos con una resistencia a la compresión de  $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  y 36 testigos cilíndricos con una resistencia a la compresión de  $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$  (de diferentes porcentajes de Agregado reciclado). Se llevó a cabo una predicción analítica de los resultados experimentales.

Se dan algunas recomendaciones en cuanto a las características de los agregados para ser utilizados en concretos, teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana (NTP) de agregados reciclados. También se hacen sugerencias respecto al proceso de producción de concretos con agregado reciclado. Son analizadas las propiedades mecánicas del concreto con agregado reciclado y comparadas con las de un concreto convencional.



## **ABSTRACT**

The use of recycled aggregates in concrete opens new alternatives for reuse of these materials in the preparation of a new concrete construction.

While the search for alternatives for reintroduction into the production cycle of waste materials arising Search in improving the quality of life, it is precisely this search that prevents introduction of insufficiently thoughtful way that would ensure, properly, the benefits offered by natural materials in their various uses. It is therefore necessary to know the characteristics of the new material that allows proper use for each circumstance.

Recycling of construction and demolition waste has been studied for many years. In particular, there are no clear notes that indicate it as an item to be disposed of resistant functions, however due to the large experimental shortage on the structural characteristics of this material; its use is currently limited to uses significantly lacking solicitation of material.

This thesis focuses on the possibility of using crushed waste concrete and recycled in structural concrete, based on a better understanding of resistance added.

The characteristics of recycled aggregates were established to study its possible application in the production of concrete. After this analysis, the ideal dosage four concrete containing different percentages of recycled coarse aggregate (0 % AR, 25% AR, 50% AR and (100% AR) was studied with compressive strength of  $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  and  $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ . In all natural



sand concrete was used (Cantera La Cumbre) and coarse natural aggregate used (Cantera Huambacho).

72 witnesses cylindrical 36 witnesses were produced with a compressive strength of  $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  and 36 cylindrical witnesses with a compressive strength of  $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$  (different percentages of recycled Added). Carried out an analytical prediction of the experimental results.

Some recommendations as to the characteristics of the aggregates for use in concrete are given, considering the Peruvian Technical Standard (NTP) of recycled aggregates. Suggestions were also made regarding the production process of recycled aggregate concrete. They analyzed the mechanical properties of concrete with recycled aggregate and compared with those of conventional concrete.



## INTRODUCCION

La historia nos ha enseñado que la sociedad ha hecho de la recuperación y el uso de elementos rechazados una práctica habitual. Numerosas civilizaciones han utilizado y reutilizado materiales de construcción de las primeras civilizaciones o de su propia arquitectura destruida.

Una gran cantidad de escombros producto de la demolición de estructuras son producidos anualmente en los países desarrollados, en que los depósitos de escombros derivados de la actividad de la construcción, ha llegado a ser un serio problema social y ambiental para las ciudades, debido a la necesidad de disponer terrenos para su vertimiento, como también el alto costo que implica su manejo. La necesidad de reciclar los escombros que produce la industria de la construcción está tomando, hoy en día, gran importancia. Estudios realizados en Hong Kong muestran que un 55% de la composición de los escombros generados en la construcción de concreto armado, esta situación genera una gran cantidad de materia prima para ser reutilizada en nuevas estructuras.

En todo el mundo, la industria de la construcción es la mayor consumidora de recursos naturales tales como los agregados utilizados en la preparación de concretos. Anualmente se producen cerca de 11 billones de toneladas de concreto, empleando para ello alrededor de 8 billones de toneladas de agregados naturales. Paralelamente, se generan grandes cantidades de desechos, tanto en los procesos constructivos como a partir de obras de demolición y restauración de estructuras y edificios. Entonces, el alto consumo de materias primas, los intereses económicos, y las problemáticas resultantes



de los severos impactos generados por la acumulación de esos desechos, obligan a la búsqueda de usos alternativos en este campo.

Otro punto importante a considerar es la reducción de extracción de materiales rocosos de los entornos naturales, disminuyendo el impacto ambiental y el rápido agotamiento de las reservas naturales de los agregados provenientes tanto de cauces como de canteras, sumando a esto la motivación que existe de preservar y proteger el medio ambiente de un inminente desequilibrio ecológico. El concreto como material de construcción requiere un volumen importante de recursos, especialmente agregados rocosos.

En los últimos años, estudios nacionales e internacionales han demostrado que las propiedades físicas y mecánicas del concreto constituido por adiciones racionales de agregado reciclado en su mezcla garantizan la utilización adecuada de este material.

En América latina, países como Brasil y México están incorporando hace algunos años maquinarias para la preparación de agregados de concreto reciclado. En el Perú se vienen realizando estudios pero todavía no hay una máxima demanda para la implementación de maquinarias para el procesamiento de agregados reciclados, pero conforme el país va creciendo rápidamente llegará el momento de implementar y recurrir a ello.

La tendencia de la utilización de los agregados reciclados es la solución al problema de un exceso de material de desecho, sin olvidar la tendencia paralela de mejora de la calidad del producto final. La utilización de materiales de residuos de la construcción tiene que estar relacionado con la aplicación de sistemas de garantía de calidad con el fin de conseguir las propiedades de productos adecuados.



## **CAPITULO I**

---

# **ASPECTOS GENERALES**



## Capítulo I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1. ASPECTOS INFORMATIVOS

#### 1.1.1. TÍTULO:

**"ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO  
COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA"**

#### 1.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Investigación Cuasi – Experimental

#### 1.1.3. UBICACION:

DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE y CHIMBOTE  
PROVINCIA : SANTA  
DEPARTAMENTO : ANCASH  
REGION : ANCASH

### 1.2. PLAN DE INVESTIGACION

#### 1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La enorme densidad de población, junto con el importante desarrollo económico producido en los últimos años en el sector de la construcción conlleva, como efecto negativo para el medio ambiente, el notable aumento de la generación de residuos y, por ello, la necesidad de habilitar mecanismos de gestión adecuados y capaces de dar una respuesta ante tal situación. Estos residuos generados representan un gran volumen y constituyen un gran problema debido a que su



generación va en aumento. Los residuos generados no se gestionan de manera individual y cualquier residuo, de cualquier origen, tiene como destino final a botaderos informales.

**¿Que Se Logrará Con El Estudio De La Resistencia Del Concreto, Utilizando Como Agregado El Concreto Reciclado De Obra?**

## **1.2.2. OBJETIVOS**

### **1.2.2.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Conocer los procesos de variación del comportamiento estructural del concreto, elaborados con diferentes porcentajes de agregados gruesos reciclados, para su respectiva utilización, determinando las resistencias a la compresión.

### **1.2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Obtener las propiedades del agregado grueso producto de la demolición del concreto de obras.
- Analizar y establecer criterios técnicos en la resistencia del concreto elaborados con agregados reciclados.
- Determinar el porcentaje de agregado grueso reciclado a ser utilizado en el diseño de mezcla.



### 1.3. HIPOTESIS:

Si se logra determinar el porcentaje ideal de agregado grueso reciclado a ser utilizado en la elaboración de un diseño óptimo de mezcla, Entonces se logrará dar el uso adecuado a los desechos de construcción.

### 1.4. VARIABLES

#### 1.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Condiciones presentadas del concreto reciclado

#### 1.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Métodos de diseño de mezclas

### 1.5. TIPO DE DISEÑO

Se empleará el diseño Cuasi-experimental.

G : X  $\longrightarrow$  O

Dónde:

G: Testigos de Concreto

X: Condiciones presentadas del concreto reciclado

O: Métodos de diseño de mezclas



---

## **1.6. ESTRATEGIA DE TRABAJO**

### **1.6.1. MÉTODO DE ESTUDIO**

En la investigación se realizará una inspección y evaluación de las áreas influenciadas por el problema planteado recopilando todos los datos necesarios que permitan efectuar un buen análisis e interpretación de los resultados, para así obtener un diseño de mezclas adecuados para dar un buen uso al concreto reciclado.



## **CAPITULO II**

---

# **MARCO TEÓRICO**



## Capítulo II: MARCO TEORICO

### 2.1. CONCRETO CONVENCIONAL

#### 2.1.1. RESISTENCIA DEL CONCRETO

##### 2.1.1.1. RESISTENCIA DEL CONCRETO ANTE SOLICITACIONES UNIAXIALES.

###### *Resistencia del concreto a la compresión:*

Este ensayo es obtenido a través del ensayo de un cilindro de concreto estándar de 6" (15cm) de diámetro y 12" (30cm) de altura. El espécimen debe permanecer en el molde 24 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo.

La Resistencia a la Compresión ( $f'_c$ ) se define como el promedio de, como mínimo, 02 probetas tomadas de la misma muestra probada. El procedimiento se describe a detalle en las normas ASTM C – 192M – 95 y C – 39 – 96.

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  $f_c > 350 \text{ kg/cm}^2$  →  $f_{CR} = 1.1f_c + 50 \text{ kg/cm}^2$

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  $f_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$  →  $f_{CR} \geq f_c + 1.34 S$  (5 - 1 ACI)

$f_{CR} \geq f_c + 2.33 S - 35$  (5 - 2 ACI)

Para  $f_c > 350 \text{ kg/cm}^2$  →  $f_{CR} \geq f_c + 1.34 S$  (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°2.1.1.1.: 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°2.1.1.2.:

Tabla N°2.1.1.2: Factores de corrección.

| Relación h/d | 2 | 1.75 | 1.5  | 1.25 | 1.1  | 1    | 0.75 | 0.5 |
|--------------|---|------|------|------|------|------|------|-----|
| A            | 1 | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.9  | 0.87 | 0.7  | 0.5 |
| B            | 1 | 1.02 | 1.04 | 1.06 | 1.11 | 1.18 | 1.43 | 2   |

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.



## **2.1.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO**

En el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales integrantes: que la calidad, cantidad y densidad de la pasta es determinante en las propiedades del concreto; y que la relación agua-cemento lo es sobre las características de la pasta.

### **2.1.2.1. Propiedades fundamentales**

- a. Las propiedades más importantes del concreto al estado no endurecido incluyen la trabajabilidad, consistencia, fluidez, contenido de aire, segregación, exudación, peso unitario, así como tiempo de Fraguado.
- b. Las propiedades más importantes del concreto al estado endurecido incluyen las resistencias mecánicas, durabilidad, propiedades elásticas, cambios de volumen, impermeabilidad, resistencia al desgaste y cavitación, propiedades térmicas y acústicas, apariencia.

### **2.1.2.2. Importancia de la Selección de los Materiales**

- a. En la selección del cemento debe considerarse, para los portland normales, la composición química y el tipo de cemento empleado, así como la influencia que estas características pueden tener sobre las propiedades del concreto. Si se trata de cementos combinados, debe tenerse en consideración las características de la puzolana, ceniza o escoria empleada. Igualmente la fineza y el tiempo de fraguado del cemento y la influencia de estas sobre las propiedades del concreto.



- b. Se deberá tener en consideración para el agregado su perfil, textura superficial, granulometría, tamaño máximo, módulo de fineza, superficie específica, dureza, resistencia, composición mineralógica, limpieza y presencia de materia orgánica o materias extrañas.
- c. El agua deberá ser potable. En caso de no serlo se deberá tener en consideración la influencia de las sales sobre las propiedades del concreto.
- d. El empleo de aditivos modifica significativamente las propiedades del concreto. Su uso debe ser cuidadosamente estudiado a fin de alcanzar las propiedades deseadas sin modificar otras.

### **2.1.2.3. Importancia de la Dosificación de las Mezclas**

En la dosificación de las mezclas de concreto deberá tenerse cuidado de que haya la cantidad de pasta necesaria no sólo para recubrir el agregado y facilitar su movilidad, sino también para ocupar los vacíos existentes entre partículas, igualmente, la trabajabilidad y consistencia del concreto deberán ser las adecuadas para que la mezcla ocupe totalmente los encofrados y recubra el acero de refuerzo y elementos embebidos.

#### **Contenido de agua**

El agua que se coloca en las mezclas es, por razones de trabajabilidad, siempre mayor que aquellas que se requiere por hidratación del cemento; siendo ésta conocida como agua de consistencia normal.

Por la razón expuesta, las pastas que tienen alta relación agua-cemento contienen más agua que no interviene en el proceso de hidratación, o agua libre, que aquellas que tienen baja relación agua-cemento. Desde



que el agua libre ocupa espacios que después se transforman en poros capilares, la pasta de las mezclas de alta relación agua-cemento es más porosa que la de las mezclas con baja relación agua-cemento.

#### **2.1.2.4. Importancia de la Preparación**

- a. La preparación del concreto es un proceso de fabricación de un nuevo producto. Es por ello que los procesos derivados de la obtención de materiales adecuados; de selección de las proporciones; de fabricación y puesta en obra de la mezcla; de control de su calidad; y de economía de producción son en cierta forma, similares a aquellos que puedan presentarse en cualquier otro problema de fabricación.
- b. Adicionalmente debe tenerse en consideración que, el proceso de fabricar y obtener un concepto de calidad determinada no termina hasta que la estructura es puesta en servicio, cada obra presenta problemas particulares, especialmente aquellos referidos a la selección de las proporciones, proceso de colocación y curado del concreto.
- c. Durante el proceso constructivo, deberá siempre recordar que, independientemente de la calidad de la mezcla a nivel de los cálculos de oficina e inclusive de las mezclas de prueba en el laboratorio, las cualidades asumidas para la estructura no podrán ser obtenidas a menos que ellas sean alcanzadas en cada unidad cúbica del concreto en la obra.



### **2.1.2.5. Importancia del Control**

- a. La preparación de un buen concreto exige de un adecuado control. Ello implica, con diferente grado de control de acuerdo a las características e importancia de la obra:
- b. Una cuidadosa inspección en la selección de los materiales y la selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto.
- c. Una cuidadosa inspección de los procesos de puesta en obra y acabado del concreto.
- d. La realización de ensayos en todas las etapas del proceso de selección de los materiales, dosificación de las mezclas, y colocación del concreto, a fin de garantizar la calidad de los materiales y del producto final.

### **2.1.2.6. Importancia de la Preparación Técnica**

En la preparación del concreto el problema fundamental es obtener un producto satisfactorio a un costo razonable. El alcanzar ambas condiciones exige que la fase técnica del proceso de fabricación del concreto esté bajo la responsabilidad de un profesional que esté plenamente familiarizado con los diversos aspectos del concreto como material y de su tecnología.

- a. Conocimientos adecuados en el campo de la tecnología del concreto; un adecuado criterio; buena preparación del concreto e inspección de su calidad, son factores necesarios para lograr un balance adecuado entre todos los aspectos que intervienen en la preparación del concreto. Personal calificado y mano de obra especializada son



indispensables si se desea que el producto final, sea de la calidad requerida.

- b. Es imposible preparar un concreto de buena calidad, el cual cumpla con todos los requisitos exigidos por el proyectista, si no se posee una adecuada preparación en la tecnología del concreto.

Un concreto "malo", es un producto de inferior calidad, es preparado con cemento, agua y agregados. Son exactamente estos mismos materiales los ingredientes de un buen concreto. La diferencia únicamente radica en el cómo hacerlo, en la adecuada preparación profesional del Ingeniero y el personal a sus órdenes, así como en la atención que haya sido dada a todos los aspectos de la preparación de un buen concreto.

#### **2.1.2.7. Factores en la variación de Calidad**

Algunos de los principales factores que pueden intervenir en la variación de la calidad del concreto se pueden agrupar en los siguientes rubros:

- a. Variables de los materiales.
- b. Variables en el proceso de producción.
- c. Variables en el control de la calidad del concreto.
- d. Variables debidas a la preparación técnica del personal profesional y técnico que interviene en los diversos aspectos de la obra.



---

### **2.1.2.8. Ventajas y Limitaciones del Concreto**

#### **A. Ventajas**

Las principales ventajas del concreto como material de construcción son:

- a. Su versatilidad, la cual permite obtener las formas que se desee.
- b. La posibilidad de fabricarlo en obra.
- c. El Empleo de materiales locales.
- d. Su bajo costo por unidad cúbica.

#### **B. Limitaciones**

Entre sus principales desventajas del concreto se encuentran:

- a. Su baja resistencia a los esfuerzos de tensión.
- b. Su permeabilidad.
- c. Sus cambios de volumen y longitud debidos a procesos de humedecimiento y secado, lo cual genera la posible presencia de grietas.

## **2.2. CEMENTO**

Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad de, por adición de una cantidad conveniente de agua, formar una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como el aire y formar compuestos estables. Quedan excluida de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.



### 2.2.1. CEMENTO NATURAL

El cemento natural es definido en la NORMA ASTM C 219 COMO "un cemento hidráulico que se produce calcinando piedra caliza arcillosa de origen natural a una temperatura inferior a la de sinterización y molienda posterior hasta convertirla en un polvo fino". La primera especificación ASTM de cemento natural, la C 10, fue adoptada entre las primeras del ASTM en 1904, conjuntamente con la del cemento Portland C 09, que en 1941 paso a ser la ASTM C 150. La norma C 10 fue descontinuada en 1978 y adoptada en una nueva versión en el año 2006.

El cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua.

Dosificado y mezclado apropiadamente con agua y agregados debe producir un concreto o mortero que conserve su trabajabilidad durante un tiempo suficiente, alcanzar unos niveles de resistencias preestablecidas y presentar una estabilidad de volumen a largo plazo. El endurecimiento hidráulico del cemento se debe principalmente a la hidratación de los silicatos de calcio, aunque también pueden participar en el proceso de endurecimiento otros compuestos químicos, como por ejemplo, los aluminatos. La suma de las proporciones de óxido de calcio reactivo (CaO) y de dióxido de silicio reactivo (SiO<sub>2</sub>) será al menos del 50% en



masa, cuando las proporciones se determinen conforme con la Norma Europea EN 196-2.

Los cementos están compuestos de diferentes materiales (componentes) que adecuadamente dosificadas mediante un proceso de producción controlado, le dan al cemento las cualidades físicas, químicas y resistencias adecuadas al uso deseado.

### 2.2.2. CEMENTOS HIDRAULICOS COMBINADOS

Los cementos hidráulicos combinados son el producto obtenido de la pulverización conjunta del clinker del cemento portland y de un material reactivo que posee propiedades puzolánicas, con la adición eventual del sulfato de calcio.

Estos elementos pueden igualmente ser preparados por las mezclas de los ingredientes finamente molidos. En ambos casos se debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 595.

La química de los cementos combinados es similar a la de los cementos portland. Los cementos combinados generalmente contienen cemento portland y, adicionalmente, un material con propiedades puzolánicas. Los ingredientes de la mezcla contienen los mismos ingredientes principales que un cemento portland, esto es, calcio, sílice, alúmina, hierro y oxígeno. Los materiales incorporados a la mezcla pueden ser puzolanas, escoria de altos hornos granulada, cenizas y micro sílices.

Los ingredientes mezclados reaccionan con el agua o con ella y el hidróxido de calcio, para formar silicatos y aluminatos de calcio hidratados similares a aquellos producidos por la reacción del cemento portland con



el agua. La velocidad de la reacción de los materiales mezclados con el agua tiende a ser menor que la del cemento portland, pero ello puede compensarse en la fabricación del cemento y en el curado del concreto para garantizar un adecuado comportamiento de este, incluido un adecuado desarrollo de resistencia.

En el campo de los cementos hidráulicos combinados, en el Perú se fabrican los cementos puzolánicas Tipos IP, IPM, e IS. El cemento puzolánico Tipo IP es un cemento portland con un porcentaje adicionado de puzolana entre 15% y 45%, que debe cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.044.

El cemento puzolánico Tipo IPM es un cemento portland con un porcentaje adicionado de puzolana no menor del 15%, que debe cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.044 ó ASTM C 595.

### 2.2.3. CEMENTO PORTLAND

El cemento portland es un conglomerante utilizado en obras de ingeniería civil, proveniente de la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan del 1% en peso del total y que la norma correspondiente determine que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker.



### **2.2.3.1. Clinker Portland**

El clinker es fabricado mediante un proceso que comienza por combinar una fuente de cal, tal como las calizas; una fuente de sílice y alúmina, como las arcillas; y una fuente de óxido de hierro, tal como el mineral de hierro. Una mezcla adecuadamente dosificada de los materiales crudos es finamente molida y luego calentada a una temperatura suficientemente alta, alrededor de los 1500°C, a fin de que se produzcan las reacciones entre los componentes del cemento. El producto obtenido del horno es conocido como Clinker del cemento portland. Después de enfriado, el Clinker es molido con una adición de cerca del 6% de sulfato de calcio (yeso) para formar el cemento Portland.

### **2.2.3.2. Etapas de la fabricación**

#### **a. Trituración y molienda de la materia prima:**

Las principales materias primas son silicatos y aluminatos de calcio, que se encuentran bajo la forma de calizas y arcillas explotadas de canteras, por lo general ubicadas cerca de las plantas de elaboración del clinker y del cemento. Otras materias primas son minerales de fierro (hematita) y sílice, los cuales se añaden en cantidades pequeñas para obtener la composición adecuada.

#### **b. Homogeneización y mezcla de la materia prima**

Luego de triturarse la caliza y arcilla en las canteras mismas, de las cuales se la transporta a la planta de procesamiento, se le mezcla gradualmente hasta alcanzar la composición adecuada, dependiendo



del tipo de cemento que se busque elaborar, obteniéndose el polvo crudo.

**c. Calcinación del polvo crudo: obtención del Clinker**

Una vez homogeneizado el polvo crudo, se procede a calcinarlo en hornos que funcionan a altas temperaturas (hasta alcanzar los 1450 grados centígrados), de modo que se "funden" sus componentes y cambia la composición química de la mezcla, transformándose en Clinker.

**d. Transformación del Clinker en cemento**

Posteriormente el Clinker se enfría y almacena a cubierto, y luego se le conduce a la molienda final, mezclándosele con yeso (retardador del fraguado), puzolana (material volcánico que contribuye a la resistencia del cemento) y caliza, entre otros aditivos, en cantidades que dependen del tipo de cemento que se quiere obtener. Como resultado final se obtiene el cemento.

**e. Tipos de fabricación**

Existen dos procesos de producción: i) fabricación por vía seca y ii) fabricación por vía húmeda. En la fabricación seca, una vez que las materias primas han sido trituradas, molidas y homogeneizadas pasan a un horno que alcanza temperaturas de 1,400 grados centígrados, obteniéndose de este modo el clinker. Seguidamente, se deja reposar el clinker por un periodo de entre 10 y 15 días para luego adicionarle yeso y finalmente triturarlo para obtener cemento. En la fabricación por vía húmeda, se combinan las materias primas con agua para crear una



pasta que luego es procesada en hornos a altas temperaturas para producir el clinker. En el Perú, la mayor parte de las empresas utilizan el proceso seco, con excepción de Cementos Sur, que utiliza la fabricación por vía húmeda, y Cementos Selva que emplea un proceso semi - húmedo.

### **2.2.3.3. Tipos de Cementos Portland:**

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los seis tipos de cementos Portland que se indican a continuación):

- Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo;
- Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos;
- Tipo II (MH): Para uso general, y específicamente cuando se desea un moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos;
- Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales;
- Tipo IV: Para usar cuando se desea bajo calor de hidratación;
- Tipo V: Para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

### **2.2.3.4. Adiciones y Aditivos**

El cemento especificado en esta Norma Técnica Peruana no debe contener adiciones, excepto los siguientes:



- 
- a. Clinker de cemento Portland
  - b. Agua o sulfato de calcio o ambos: Puede añadirse sulfato de calcio y/o eventualmente agua en cantidad tal que el trióxido de azufre y la pérdida por ignición, no excedan los límites establecidos en la Tabla 1.
  - c. Caliza: Se permite hasta 5,0 % de caliza en masa, en cantidades tales que los requisitos químicos y físicos de esta NTP se cumplan (véase Nota 3). La caliza definida en la NTP 334.111, debe ser de origen natural, consistente de al menos 70 % en masa de una o más de las formas minerales de carbonato de calcio.  
  
Nota 3: La norma permite, en el cemento como producto final, hasta un 5% en masa de caliza finamente molida presente en forma natural, pero no requiere que la caliza sea agregada al cemento. Se puede especificar cemento sin caliza en el contrato o en la orden de compra.
  - d. Adiciones inorgánicas de proceso: La cantidad no debe ser mayor de 5,0 % en masa del cemento. No se debe usar al mismo tiempo más de una adición inorgánica de proceso. Para cantidades mayores al 1,0 % se debe demostrar que se cumplen los requisitos de la NTP 334.085 para la adición inorgánica de proceso en la cantidad utilizada o mayor. Si se utiliza una adición inorgánica de proceso, el fabricante debe informar la cantidad (o rango) utilizado, expresado como un porcentaje en masa de cemento, junto con la composición de óxido de la adición de proceso



- e. Adiciones orgánicas de proceso: Los aditivos orgánicos de proceso utilizados en la fabricación del cemento, deben cumplir con los requisitos de la NTP 334.085, en las cantidades usadas o mayores y la cantidad total de adiciones orgánicas no debe exceder 1,0 % en masa del cemento

#### **2.2.3.5. Requisitos Químicos**

Cada uno de los tipos de cemento Portland debe cumplir los respectivos requisitos químicos prescritos en la Tabla 1. Los requisitos químicos opcionales se indican en la Tabla 2

#### **2.2.3.6. Requisitos Físicos**

Cada uno de los tipos de cemento Portland debe cumplir los respectivos requisitos físicos prescritos en la Tabla 3. Los requisitos físicos opcionales se indican en la Tabla 4.

#### **2.2.3.7. Métodos de Ensayos**

Para determinar los requisitos establecidos en este NTP, se utilizarán los siguientes métodos de ensayo, según las Normas Técnicas Peruanas que se indican:

- Análisis químico: NTP 334.086.
- Resistencia: NTP 334.051.
- Falso fraguado: NTP 334.052.
- Finura mediante el permeabilímetro: NTP 334.002.
- Finura mediante el Turbidímetro: NTP 334.072.



- Calor de hidratación: NTP 334.064.
- Expansión de autoclave: NTP 334.004.
- Tiempo de fraguado mediante las agujas de Gillmore: NTP 334.056.
- Tiempo de fraguado mediante las agujas Vicat: NTP 334.006.
- Resistencia a los sulfatos: NTP 334.065.
- Sulfato de calcio. Expansión de barras de morteros de cemento Portland
- curado en agua: NTP 334.093.

TABLA N°01: Requisitos Químicos Opcionales

| REQUISITOS  | MÉTODO DE ENSAYO APLICABLE | TIPO DE CEMENTO <sup>A</sup> |                  |                    |      |                 |                 |
|---|----------------------------|------------------------------|------------------|--------------------|------|-----------------|-----------------|
|   |                            | I                            | II               | II(MH)             | III  | IV              | V               |
| Oxido de Aluminio, (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Max. %  | NTP 334.086                | -                            | 6.0              | 6.0                | -    | -               | -               |
| Oxido de Férreo, (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Max. %  |                            | -                            | 6.0 <sup>B</sup> | 6.0 <sup>B,C</sup> | -    | 6.5             | -               |
| Oxido de Magnesio, (MgO), Max. %  |                            | 6.0                          | 6.0              | 6.0                | 6.0  | 6.0             | 6.0             |
| Trióxido de Azufre, (SO <sub>3</sub> ), D Max. %  |                            |                              |                  |                    |      |                 |                 |
| Cuando (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> , es 8% o menos  |                            | 3.0                          | 3.0              | 3.0                | 3.5  | 2.3             | 2.3             |
| Cuando (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> , es más de 8%   | 3.5                        | F                            | F                | 4.5                | F    | F               |                 |
| Perdida por Ignición, Max. %  |                            | 3.0                          | 3.0              | 3.0                | 3.0  | 2.5             | 3.0             |
| Residuo Insoluble, Max. %   |                            | 0.75                         | 0.75             | 0.75               | 0.75 | 0.75            | 0.75            |
| Silicato Tricálcico, (C <sub>3</sub> S) <sup>E</sup> , Max. %   | Véase Anexo A1             | -                            | -                | -                  | -    | 35 <sup>C</sup> | -               |
| Silicato Dicálcico, (C <sub>2</sub> S) <sup>E</sup> , Min. %  |                            | -                            | -                | -                  | -    | 40 <sup>C</sup> | -               |
| Aluminato Tricálcico, (C <sub>3</sub> S) <sup>E</sup> , Max. %  |                            | -                            | 8                | 8                  | 15   | 7 <sup>C</sup>  | 5 <sup>B</sup>  |
| Suma de C <sub>3</sub> S + 4.75C <sub>3</sub> A <sup>G</sup> , Max. %   |                            | -                            | -                | 100 <sup>C,H</sup> | -    | -               | -               |
| Aluminio-Férreo Tetracálcico, más dos veces Aluminato Tricálcico (C <sub>4</sub> AF+2(C <sub>3</sub> A)), o Solución Sólida, (C <sub>4</sub> AF+C <sub>2</sub> F), como sea Aplicable, Max. % |                            | -                            | -                | -                  | -    | -               | 25 <sup>B</sup> |

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



Tabla N°02: Requisitos Químicos

| REQUISITOS  | MÉTODO DE ENSAYO | TIPO DE CEMENTO   |                   |                   |                   |                   |                   | OBSERVACIONES  |
|---|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
|   |                  | I                 | II                | II(MH)            | III               | IV                | V                 |  |
| Aluminato Tricálcico, (C <sub>3</sub> A) <sup>B</sup> , Max. %            | Véase anexo A1   | -                 | -                 | -                 | 8                 | -                 | -                 | Para Moderada Resistencia a los Sulfatos.<br>Para Alta Resistencia a los Sulfatos. |
| Aluminato Tricálcico, (C <sub>3</sub> A) <sup>B</sup> , Max. %            | Véase anexo A1   | -                 | -                 | -                 | 5                 | -                 | -                 |  |
| Álcalis equivalentes, (Na <sub>2</sub> O + 0.658K <sub>2</sub> O), Max. % | NTT<br>334.086   | 0.60 <sub>C</sub> | Cemento de Bajo Contenido de álcali.   |

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

TABLA N°03: Requisitos Físicos

| REQUISITOS  | MÉTODO DE ENSAYO NTP | TIPO DE CEMENTO <sup>A</sup> |                  |                  |     |     |     |
|---|----------------------|------------------------------|------------------|------------------|-----|-----|-----|
|   |                      | I                            | II               | II(MH)           | III | IV  | V   |
| Contenido de aire del Mortero <sup>B</sup> Volumen %:                                     | 334.048              |                              |                  |                  |     |     |     |
| Max.  |                      | 12                           | 12               | 12               | 12  | 12  | 12  |
| Min.  |                      | -                            | -                | -                | -   | -   | -   |
| Finura, <sup>C</sup> Superficie Específica, (m <sup>2</sup> /kg) (Métodos Alternativos):  | 334.072              |                              |                  |                  |     |     |     |
| Ensayo de Turbidímetro  |                      |                              |                  |                  |     |     |     |
| Min.  |                      | 150                          | 150              | 150              | -   | 150 | 150 |
| Max.  | -                    | -                            | 245 <sup>D</sup> | -                | 245 | -   |     |
| Ensayo de Permeabilidad al Aire.  | 334.002              |                              |                  |                  |     |     |     |
| Min.  |                      | 260                          | 260              | 260              | -   | 260 | 260 |
| Max.  |                      | -                            | -                | 430 <sup>D</sup> | -   | 430 | -   |
| Expansión en Autoclave,   | 334.004              |                              |                  |                  |     |     |     |
| Max. %  |                      | 0.8                          | 0.8              | 0.8              | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Resistencia, no Menor que los Valores Mostrados Para las Edades Indicadas a Continuación: | 334.051              |                              |                  |                  |     |     |     |
| Resistencia a la compresión, MPa  |                      |                              |                  |                  |     |     |     |



|  |         |     |     |                           |     |     |     |
|--|---------|-----|-----|---------------------------|-----|-----|-----|
| 1 día                                  |         | -   | -   | -                         | 12  | -   | -   |
| 3 días                                 |         | 12  | 10  | 10.0<br>7.0 <sup>F</sup>  | 24  | -   | 8   |
| 7 días                                 |         | 19  | 17  | 17.0<br>12.0 <sup>F</sup> | -   | 7   | 15  |
| 28 días                                |         | -   | -   | -                         | -   | 17  | 21  |
| Tiempo de Fraguado                     |         |     |     |                           |     |     |     |
| Ensayo de Vicat <sup>G</sup> , Minutos | 334.006 |     |     |                           |     |     |     |
| Tiempo de Fraguado: No Menor que:      |         | 45  | 45  | 45                        | 45  | 45  | 45  |
| Tiempo de Fraguado: No Mayor que:      |         | 375 | 375 | 375                       | 375 | 375 | 375 |

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

TABLA N°04: *Requisitos Físicos Opcionales*

| REQUISITOS   | MÉTODO DE ENSAYO NTP | TIPO DE CEMENTO |                           |     |                  |      |
|--|----------------------|-----------------|---------------------------|-----|------------------|------|
|  |                      | I y II          | I (MH)                    | III | IV               | V    |
| Falso Fraguado, Penetración Final, Min., %                             | 334.065              | 50              | 50                        | 50  | 50               | 50   |
| Calor de Hidratación   | 334.064              |                 |                           |     |                  |      |
| 7 días, Max., KJ/Kg  |                      | -               | 290 <sup>B</sup>          | -   | 250 <sup>C</sup> | -    |
| 28 días, Max., KJ/Kg   |                      | -               | -                         | -   | 290 <sup>C</sup> | -    |
| Resistencia a la Compresión, 28 días, MPa.                             | 334.051              | 28              | 28.0<br>22.0 <sup>B</sup> | -   | -                | -    |
| Resistencia a los Sulfatos <sup>D</sup> , 14 días Max., % de Expansión | 334.065              | _E              | _E                        | -   | -                | 0.04 |
| Ensayo de Gillmore:  | 334.056              |                 |                           |     |                  |      |
| Fraguado Inicial, Minutos, no Menor que:                               |                      | 60              | 60                        | 60  | 60               | 60   |
| Fraguado Final, Minutos, no Mayor que:                                 |                      | 600             | 600                       | 600 | 600              | 600  |
| Prueba de Turbidímetro   | 334.072              |                 |                           |     |                  |      |
| ... Min.   |                      | 150             | 150                       | --- | 150              | 150  |
| ... Max.   |                      | ---             | 245 <sup>F</sup>          | --- | 245              | ---  |

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

### 2.3. AGREGADOS

Antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna establece que siendo este material el que mayor % de participación que tendrá dentro de la unidad cúbica de



concreto sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto.

La influencia de este material en las propiedades del concreto tiene efecto importante no sólo en el acabado y calidad final del concreto sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido.

La norma de concreto E-060, recomienda que a pesar que en ciertas circunstancias agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un buen comportamiento en experiencias de obras ejecutadas, sin embargo debe tenerse en cuenta que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en la medida de lo posible deberán usarse agregados que cumplan con las especificaciones del proyecto.

Los agregados en el concreto ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen, de ahí la justificación para su adecuada selección, además que agregados débiles podrían limitar la resistencia del concreto. Por otro parte son estos elementos los que proporcionan una estabilidad volumétrica al concreto y durabilidad.

### 2.3.1. DEFINICION

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.

### **Tamaño Máximo**

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

### **Tamaño Nominal Máximo**

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

### **Módulo de Fineza**

Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizando la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos (1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100)}}{100}$$

*Nota : Granulometría con igual modulo de fineza producen mezclas similares tanto tanto en resistencia, trabajabilidad y sollicitaciones de agua.*

## **2.3.2. CLASIFICACIÓN**

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

### **2.3.2.1. Por su naturaleza**

Los agregados pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de de mayor uso, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en : agregado grueso, fino y hormigón (agregado global)



- a. El agregado fino, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.
- b. El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

El hormigón, es el material conformado por una mezcla de arena y grava este material mezclado en proporciones arbitrarias se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal cual se extrae en la cantera.

#### 2.3.2.2. Por su densidad

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.

#### 2.3.2.3. Por el Origen, Forma y Textura Superficial

Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades. En términos descriptivos la forma de los agregados puede ser:

- Angular : Cuyos bordes están bien definidos y formado por la intersección de sus caras (planas) además de poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Sub angular: Evidencian algo de desgaste en caras y bordes, pero las caras están intactas.
- Sub redondeada: Considerable desgaste en caras y bordes.



- Redondeada : Bordes desgastados casi eliminados.
- Muy Redondeada : Sin caras ni borde

Respecto de la textura superficial estas pueden ser:

- Lisa
- Áspera
- Granular
- Vítrea
- Cristalina

La textura superficial depende de la dureza, tamaño del grano y las características de la roca original. La forma y la textura del material pueden influir altamente en la resistencia a la flexión del concreto estas características se deben controlar obligatoriamente en los concretos de alta resistencia. También se puede afirmar que la forma y textura de las arenas influyen en los requerimientos de agua en el concreto.

- Extracción de los materiales:
- Extracción de los materiales sin consolidar
- Explotación mixta.
- Extracción de materiales consolidados: suele utilizarse materiales explosivos para lograr la fragmentación de la roca los cuales son transportados después en dumpers o fajas transportadoras.
- Transporte a la planta de tratamiento: generalmente se trata que las canteras se encuentren lo mas cerca posible a la obra de ser necesario el transporte este puede ser: mediante fajas transportadoras o con camiones y/o dumpers.



- Tratamiento de los agregados: a fin de obtener los agregados con las características deseadas se pueden seguir las siguientes etapas:
- El chancado o trituración, para disminuir el tamaño de las partículas empleando para ello equipos como chancadoras de mandíbula, percusión, giratorios, molinos de bolas u otros.
- Intercalados entre las actividades de chancado se aparecen los equipos de clasificación que nos permitirán seleccionar las partículas de un material de acuerdo a sus tamaños separándolas entre las que pasan y las que no pasan.
- Muchas veces va ser necesario lavar el material para eliminar el exceso de finos que puede alterar la adherencia del material así como la resistencia principalmente.

### 2.3.3. FUNCIONES DEL AGREGADO

El agregado dentro del concreto cumple principalmente las siguientes funciones:

- a. Como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico.
- b. Proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.

Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta

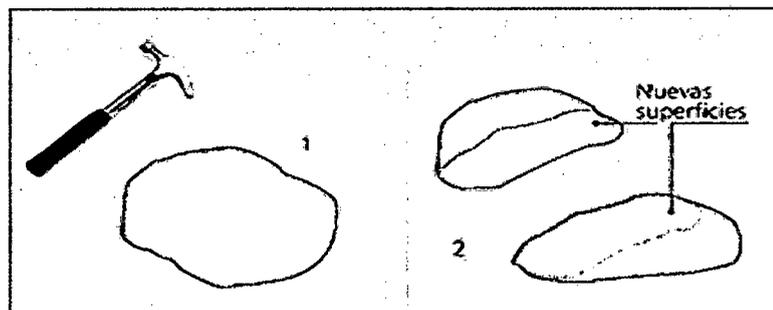


Los agregados finos son comúnmente identificados por un número denominado Módulo de finura, que en general es más pequeño a medida que el agregado es más fino. La función de los agregados en el concreto es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con cemento y agua (pasta). Cuando el concreto está fresco, la pasta también lubrica las partículas de agregado otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla. Para cumplir satisfactoriamente con estas funciones la pasta debe cubrir totalmente la superficie de los agregados

Si se fractura una piedra, como se observa en la figura, se reducirá su tamaño y aparecerán nuevas superficies sin haberse modificado el peso total de piedra. Por la misma razón, los agregados de menor tamaño tienen una mayor superficie para lubricar y demandarán mayor cantidad de pasta.

En consecuencia, para elaborar concreto es recomendable utilizar el mayor tamaño de agregado compatible con las características de la estructura.

Figura N°01: Nuevas superficies de Partículas



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

La textura del material, dice que tan lisa o rugosa es la superficie del material es una característica ligada a la absorción pues agregados muy



rugosos tienen mayor absorción que los lisos además que producen concretos menos plásticos.

#### 2.3.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN

La producción de los agregados generalmente se realiza a cielo abierto y se suelen seguir las siguientes actividades:

- Eliminación de las capas no explotables (rocas estériles, degradadas, alteradas, cubierta vegetal etc).
- Extracción de los materiales:
  - Extracción de los materiales sin consolidar
  - Explotación mixta.
- Extracción de materiales consolidados: suele utilizarse materiales explosivos para lograr la fragmentación de la roca los cuales son transportados después en dumpers o fajas transportadoras.
- Transporte a la planta de tratamiento: generalmente se trata que las canteras se encuentren lo mas cerca posible a la obra de ser necesario el transporte este puede ser: mediante fajas transportadoras o con camiones y/o dumpers.
- Tratamiento de los agregados: a fin de obtener los agregados con las característica deseadas se pueden seguir las siguientes etapas:
  - El chancado o trituración, para disminuir el tamaño de las partículas empleando para ello equipos como chancadoras de mandíbula, percusión, giratorios, molinos de bolas u otros.



- Intercalados entre la actividades de chancado se aparecen los equipos de clasificación que nos permitirán seleccionar las partículas de un material de acuerdo a sus tamaños separándolas entre las que pasan y las que no pasan.
- Muchas veces va ser necesario lavar el material para eliminar el exceso de finos que puede alterar la adherencia del material así como la resistencia principalmente.
- Almacenamiento y envío.

### 2.3.5. PROPIEDADES DEL AGREGADO

#### 2.3.5.1. PROPIEDADES FÍSICAS:

##### a. Densidad:

Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

##### b. Porosidad:

La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.



c. Peso unitario:

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento.

d. Porcentaje de vacíos:

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Se evalúa usando la siguiente expresión recomendada por ASTM C 29

$$\% \text{ vacios} = \frac{(SxW - P.U.C.)}{SxW} x 100$$

Dónde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

P.U.C. = Peso Unitario Compactado seco del agregado



#### e. Humedad

La cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia esta en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma.

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso natural} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

### 2.3.5.2. PROPIEDADES RESISTENTES

#### a. Resistencia

La resistencia de los agregados dependen de su composición textura y estructura y la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante. La norma británica establece un método para medir la resistencia a la compresión de los agregados utilizando cilindros de 25.4mm de diámetro y altura.

#### b. Tenacidad

Esta característica esta asociada con la resistencia al impacto del material, está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material.



### c. Dureza

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las rocas a emplear en concretos éstas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarzita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

### d. Módulo de elasticidad

Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

El módulo elástico se determina en muy inusual su determinación en los agregados sin embargo el concreto experimentará deformaciones por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto. El valor del modulo de elasticidad además influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse.

TABLA N°2.3.5.2.: Valores de módulos elásticos

| Tipo de agregado | Módulo Elástico           |
|------------------|---------------------------|
| GRANITOS         | 610000 kg/cm <sup>2</sup> |
| ARENISCAS        | 310000 kg/cm <sup>2</sup> |
| CALIZAS          | 280000 kg/cm <sup>2</sup> |
| DIABASAS         | 860000 kg/cm <sup>2</sup> |
| GABRO            | 860000 kg/cm <sup>2</sup> |

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



### 2.3.5.3. PROPIEDADES TÉRMICAS

#### a. Coeficiente de expansión

Cuantifica la capacidad de aumento de dimensiones de los agregados en función de la temperatura, depende mucho de la composición y estructura interna de las rocas y varía significativamente entre los diversos tipos de roca.

En los agregados secos es alrededor de un 10% mayor que en estado parcialmente saturado. Los valores oscilan normalmente entre  $0.9 \times 10^{-6}$  a  $8.9 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ .

#### b. Calor específico

Es la cantidad de calor necesaria para incrementar en un grado centígrado la temperatura. No varía mucho en los diversos tipos de roca salvo en el caso de agregados muy ligeros y porosos.

#### c. Conductividad térmica

Es la mayor o menor facilidad para conducir el calor. Esta influenciada básicamente por la porosidad siendo su rango de variación relativamente estrecho. Los valores usuales en los agregados son de 1.1 a 2.7 BTU/pie.hr.°F

#### d. Difusividad

Representa la velocidad con que se pueden producir cambios térmicos dentro de una masa. Se expresa como el cociente de dividir la conductividad entre el producto de calor específico por la densidad.



#### 2.3.5.4. PROPIEDADES QUÍMICAS

##### a. Reacción Alkali-Sili

Los álcalis en el cemento están constituidos por el óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo. Normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción

Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones que se encuentran definidas en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado.

##### b. Reacción Alkali-carbonatos

Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.

Los procedimientos para la evaluación de esta característica se encuentran normalizados en ASTM C-586.

#### 2.3.6. REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO

##### 2.3.6.1. REQUISITOS OBLIGATORIOS

##### a. Granulometría:



Los agregados finos y grueso según la norma ASTM C-33, Y NTP 400.037 deberán cumplir con las GRADACIONES establecidas en la NTP 400.012, respectivamente.

Tabla N°2.3.6.1.1.: % pasa por los tamices normalizados

| Tamaño Nominal                 | % PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS |                |       |                |                |                |                |                |                |                |               |              |             |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|
|                                | 100 mm                              | 90 Mm          | 75 mm | 63 mm          | 50 mm          | 37.5 mm        | 25 mm          | 19 mm          | 12.5 mm        | 9.5 mm         | 4.75 mm       | 2.36 mm      | 1.18 mm     |
|                                | 4"                                  | 3½"            | 3"    | 2½"            | 2"             | 1½"            | 1"             | ¾"             | ½"             | 3/8"           | N°4           | N°8          | N°16        |
| 90 mm a 37.5 mm<br>(3½" a 1½") | 100                                 | 90<br>A<br>100 | --    | 25<br>a<br>60  | --             | 0<br>a<br>15   | --             | 0<br>a<br>5    | --             | --             | --            | --           | --          |
| 63 mm a 37.5 mm<br>(2½" a 1½") | --                                  | --             | 100   | 90<br>a<br>100 | 35<br>a<br>70  | 0<br>a<br>15   | --             | 0<br>a<br>5    | --             | --             | --            | --           | --          |
| 50 mm a 25 mm<br>(2" a 1")     | --                                  | --             | --    | 100            | 90<br>a<br>100 | 35<br>a<br>70  | 0<br>a<br>15   | --             | 0<br>a<br>5    | --             | --            | --           | --          |
| 50 mm a 4.75 mm<br>(2" a N°4)  | --                                  | --             | --    | 100            | 95<br>a<br>100 | --             | 35<br>a<br>70  | 10<br>a<br>30  | --             | 0<br>a<br>5    | --            | --           | --          |
| 37.5 mm a 19 mm<br>(1½" a ¾")  | --                                  | --             | --    | --             | 100            | 90<br>a<br>100 | 20<br>a<br>55  | 0<br>a<br>15   | --             | 0<br>a<br>5    | --            | --           | --          |
| 37.5mm a 4.75mm<br>(1½" a N°4) | --                                  | --             | --    | --             | 100            | 95<br>a<br>100 | --             | 35<br>a<br>70  | --             | 10<br>a<br>30  | 0<br>a<br>5   | --           | --          |
| 25 mm a 12.5 mm<br>(1" a ½")   | --                                  | --             | --    | --             | --             | 100            | 90<br>a<br>100 | 20<br>a<br>55  | 0<br>a<br>10   | 0<br>a<br>5    | --            | --           | --          |
| 25 mm a 9.5 mm<br>(1" a 3/8")  | --                                  | --             | --    | --             | --             | 100            | 90<br>a<br>100 | 40<br>a<br>85  | 10<br>a<br>40  | 0<br>a<br>15   | 0<br>a<br>5   | --           | --          |
| 25 mm a 4.75 mm<br>(1" a N°4)  | --                                  | --             | --    | --             | --             | 100            | 95<br>a<br>100 | --             | 25<br>a<br>65  | --             | 0<br>a<br>10  | 0<br>a<br>5  | --          |
| 19 mm a 9.5 mm<br>(¾" a 3/8")  | --                                  | --             | --    | --             | --             | --             | 100            | 90<br>a<br>100 | 20<br>a<br>55  | 0<br>a<br>15   | 0<br>a<br>5   | --           | --          |
| 19 mm a 4.75 mm<br>(¾" a N°4)  | --                                  | --             | --    | --             | --             | --             | 100            | 90<br>a<br>100 | --             | 20<br>a<br>55  | 0<br>a<br>10  | 0<br>a<br>5  | --          |
| 12.5mm a 4.75mm<br>(½" a N°4)  | --                                  | --             | --    | --             | --             | --             | --             | 100            | 90<br>a<br>100 | 40<br>a<br>70  | 0<br>a<br>15  | 0<br>a<br>5  | --          |
| 9.5mm a 2.38mm<br>(3/8" a N°8) | --                                  | --             | --    | --             | --             | --             | --             | --             | 100            | 85<br>a<br>100 | 10<br>a<br>30 | 0<br>a<br>10 | 0<br>a<br>5 |

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



Requisitos granulométricos para el agregado fino

Tabla N°2.3.6.1.2: Valores de módulos elásticos

| TAMIZ            | LIMITES TOTALES |
|------------------|-----------------|
| 9.5 mm (3/8")    | 100             |
| 4.75 mm (N°4)    | 95 - 100        |
| 2.38 mm (N°8)    | 80 - 100        |
| 1.20 mm (N°16)   | 50 - 85         |
| 0.60 mm (N°30)   | 25 - 60         |
| 0.30 mm (N°50)   | 10 - 30         |
| 0.15 mm (N° 100) | 2 - 10          |

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

Incrementar 15% cuando se trata de agregado fino triturado, excepto cuando se usa para pavimentos de alta resistencia.

Nota: Se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concretos con la calidad requerida.

Además del tamaño máximo también es importante que la cantidad de granos de menor tamaño esté bien balanceada en la composición total del agregado. Los agregados con falta de esos tamaños tienen una mayor cantidad de espacios vacíos entre sus partículas y puestos en el concreto requerirán más cantidad de pasta. Además, en dichos concretos la piedra tiende a separarse con mayor facilidad. Para evitar estas situaciones, la



Norma establece curvas granulométricas entre las que debe quedar comprendido el agregado a usar en el concreto.

b. Sustancias dañinas:

Se prescribe también que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes:

Tabla N°2.3.6.1.3.: *Limites para las sustancias perjudiciales*

| LIMITES PARA LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES       |                   |                     |
|---|-------------------|---------------------|
| DESCRIPCIÓN                                     | AGREGADO FINO (%) | AGREGADO GRUESO (%) |
| 1) lentes de arcilla y partículas Desmenuzables | 3                 | 2.0 a 10.0 (c)      |
| 2) material menor que la malla # 200            | 3.0 a 5.0 (a)     | 1.0 (g)             |
| 3) carbón y lignito                             | 0.5 a 1.0 (b)     | 0.5 a 1.0 (d)       |
| 3) partículas ligeras (G < 2.4)                 | ---               | 3.0 a 8.0 (e)       |
| 5) suma de 1), 3) y 4)                          | ---               | 3.0 a 10.0 (f)      |
| 6) abrasión                                     | ---               | 50                  |
| 7) desgaste con sulfato de Na                   | 10                | 12                  |
| 8) desgaste con sulfato de Mg                   | 15                | 18                  |

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

- 3 % para concretos sujetos a abrasión y 5 % para los demás. Si se trata de arena proveniente de chancado y el material < #200 no es arcilla, los limites pueden subirse a 5 % y 7.
- 0.5% cuando la apariencia del concreto es importante y 1% para el resto.
- 2 % y 3 % para concreto arquitectónico en clima severo y moderado, 3% para losas y pavimentos expuestos a



humedecimiento, 5% en estructuras interiores y 10 % en zapatas y columnas interiores.

- 0.5% en concreto al exterior, 1% en el resto.
- 3% en concreto arquitectónico, 5% en concreto a la intemperie, 8% en el resto.
- 3% y 5% en concreto estructural en clima severo y moderado, 7% en concreto a la intemperie, 10% en el resto.
- Este límite puede incrementarse a 1.5% si el material <#200 no es arcilla o si el agregado fino tiene un <#200 interior al límite permisible, en cuyo caso el límite se calculara usando la formula:

$$L = 1 + ((P) / (100 - P)) (T - A), \text{ donde } L \text{ es el nuevo límite, } P$$

#### c. Materia Orgánica:

El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica cuando se determine conforme el ensayo colorimétrico de (Impurezas Orgánicas) de carácter cualitativo, se deberá considerar satisfactorio. Mientras que el agregado fino que no cumpla con el ensayo anterior, podrá ser usado si al determinarse impurezas orgánicas, la resistencia a compresión medida a los 7 días no es menor de 95%.

### 2.3.7. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

Los agregados que serán utilizados en concretos de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  de resistencia de diseño y mayores, así como los utilizados en pavimentos deberán cumplir además de los requisitos obligatorios, los siguientes:



a. El Índice de espesor

Índice de espesor del agregado grueso no será mayor de 50 en el caso de agregado natural de 35 para grava triturada.

Es conocido que los agregados de forma plana, es decir con dos dimensiones preponderantes, originan concretos difícilmente trabajables y de baja compacidad.

La norma establece una relación de límite entre el grosor (G) y el espesor (E).

b. Resistencia Mecánica

La resistencia mecánica del agregado, determinada conforme a la norma NTP correspondiente, será tal que los valores no excedan a los siguientes:

Tabla N° 2.3.7.1.: % de Resistencia Mecánica

| Tipo de Resistencia Mecánica     | % Máximo |
|----------------------------------|----------|
| Abrasión (Método de los Ángeles) | 50       |
| Impacto                          | 30       |

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

La especificación de forma, nueva en nuestro medio, recoge los estudios realizados en Estados Unidos y en Europa (donde esta característica es normalizada), confrontando además la experiencia nacional.



c. Granulometría del agregado fino

Deberá corresponder a la gradación "C" de la tabla, se permitirá el uso de agregado que no cumpla con la gradación siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida.

d. Inalterabilidad del Agregado (Durabilidad)

El agregado utilizado en concreto y sujeto a la acción de las heladas deberá cumplir además de los requisitos obligatorios, el requisito de resistencia a la desintegración, por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. La pérdida promedio de masa después de 5 ciclos no deberá exceder de los siguientes valores:

Tabla N° 2.3.7.2.: % de Pérdida promedio del agregado

| Solución utilizada  | % máximo de pérdida de masa (5 ciclos) |                 |
|---------------------|--|-----------------|
|                     | Agregado Fino                          | Agregado Grueso |
| sulfato de sodio    | 10%                                    | 12%             |
| sulfato de magnesio | 15%                                    | 18%             |

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

### 2.3.8. REQUISITOS OPCIONALES

El agregado utilizado en concreto sujeto permanentemente a la humedad o en contacto con suelos húmedos, no deberá contener sustancias dañinas que reaccionen químicamente con los álcalis del cemento, por cuanto producen expansiones excesivas en el concreto.



En caso de estar presente tales sustancias, el agregado puede ser utilizado con cementos que puedan tener menos del 0,6% de álcalis calculados como óxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$ ), con el añadido de un material que prevenga la expansión dañina debido a la reacción álcali-agregado.

La reacción álcali-agregado es un problema común en Estados Unidos, lo que ha originado importantes investigaciones al respecto. Sin embargo en nuestro país pocas veces se han registrado estos casos.

De presumirse la presencia de sales solubles en el agregado en especial al tratarse de lugares vecinos al mar, descargas de afluentes industriales, etc. El agregado para concreto deberá cumplir con los siguientes límites admisibles expresados en porcentaje total en peso, referidos a resultados obtenidos en ambos agregados.

Tabla N°2.3.8.1: *Contenidos máximos de sulfato en el concreto.*

| CONTENIDO DE SULFATOS EN   | VALORES MÁXIMOS |
|----------------------------|-----------------|
| <b>Concreto pretensado</b> | 0.02% (200 ppm) |
| <b>Concreto Armado</b>     | 0.06% (600ppm)  |

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

Para proteger al acero de la corrosión en el concreto armado pretensado, los reglamentos estipulan un máximo de ión cloro como suma total de todos los componentes (agua, agregados y cementos). El código del ACI especifica el porcentaje, (en peso del cemento), del máximo ión de cloro como suma de todos los componentes:



Tabla N°2.3.8.1: *Contenidos máximos del ion cloruro en el concreto.*

| TIPO DE CONCRETO                        | % EN PESO MÁXIMO DEL IÓN CLORURO |
|---|----------------------------------|
| Concreto pretensado                     | 0.06%                            |
| Concreto armado expuesto a cloruros     | 0.15%                            |
| Concreto armado seco y protegido        | 1%                               |
| Otras construcciones de concreto armado | 0.30%                            |

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

El equivalente de arena del agregado utilizado en concretos de  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia de diseño o mayores así como los utilizados en pavimentos de concreto deberá ser igual o mayor a 75. Para otros concretos, el equivalente de arena será igual o mayor 65.

Este método es una opción con respecto al requisito del material mas fino que pasa el tamiz N° 200, en especial cuando los muy finos no tienen carácter perjudicial.

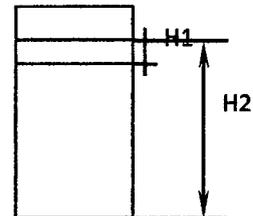
El ensayo fue desarrollado por el Laboratorio de Caminos del Estado de California, tiene en la actualidad aplicación internacional. La prueba consiste en agitar cierta cantidad de arena en una probeta con una solución de lavado defloculante, dejando reposar la mezcla. El valor del equivalente de la arena se calcula con la expresión:

Siendo

$$H_1 = \text{Altura del sedimento}$$

$$H_2 = \text{Altura total}$$

$$ES = 100 \frac{H_1}{H_2}$$





## El agregado global

La norma contiene un apéndice y a manera de información acerca de husos granulométricos considerados óptimos, para los proporcionamientos de finos y gruesos en el diseño de mezclas, dentro de los cuales se pueden obtener concretos trabajables y compactos. Esta información tiene carácter de orientación y en ningún caso es prescriptiva.

El agregado global es aquel material compuesto de agregado fino y grueso, cuya granulometría cumple con los límites dados en la siguiente tabla:

Tabla N°2.3.8.1: *Granulometría del Agregado Global*

| TAMIZ                | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA        |                                  |                                   |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                      | Tamaño nominal<br>37.5 mm (1 ½ in) | Tamaño nominal<br>19.0 mm (¾ in) | Tamaño nominal<br>9.5 mm (3/8 in) |
| 50 mm ( 2" )         | 100                                | ---                              | ---                               |
| 37.5 mm ( 1 ½" )     | 95 a 100                           | 100                              | ---                               |
| 19 mm ( ¾" )         | 45 a 80                            | 95 a 100                         | ---                               |
| 12.5 mm ( ½" )       | ---                                | ---                              | 100                               |
| 9.5 mm ( 3/8" )      | ---                                | ---                              | 95 a 100                          |
| 4.75 mm (N° 4)       | 25 a 50                            | 35 a 55                          | 30 a 65                           |
| 2.36 mm (N° 8)       | ---                                | ---                              | 20 a 50                           |
| 1.18 mm (N° 16)      | ---                                | ---                              | 15 a 40                           |
| 600 $\mu$ m (N° 30)  | 8 a 30                             | 10 a 35                          | 10 a 30                           |
| 300 $\mu$ m (N° 50)  | ---                                | ---                              | 5 a 15                            |
| 150 $\mu$ m (N° 100) | 0 a 8*                             | 0 a 8*                           | 0 a 8*                            |

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



## 2.4. AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO

El concreto ocupa el segundo lugar entre los materiales más consumidos del planeta (25 billones de toneladas anuales o sea 3,6 toneladas de concreto por habitante en el mundo).

¿Por qué reciclar concreto?

- Menor densidad (menor costo de transporte y menor peso por m<sup>3</sup> de concreto a igual volumen.
- Ofrece una alternativa para reducir espacios de disposición final.
- Sustitución de recursos vírgenes.
- Reducción de costos e impactos medio ambientales asociados a la explotación de recursos naturales.
- Costos elevados para la disposición de residuo.
- Aporta a la reducción de la huella de carbono y en la emisión de gases de efecto invernadero.

Limitaciones al mercado de concreto reciclado:

- Falta de conocimiento y ausencia de experiencias de campo.
- Propiedades físicas de los agregados resultantes para usos específicos
- Falta de Normas y reglamentos vigentes que contemplen su uso.
- Impactos medio ambientales asociados.
- Dificultad para obtener la cantidad suficiente de material a reciclar para alcanzar el equilibrio económico.
- Dificultad para obtener fuentes de provisión homogéneas.



## ASPECTOS TECNOLOGICOS SIGNIFICATIVOS

### AGREGADO NATURAL

- Los agregados son derivados de una variedad de formaciones rocosas.
- La minería requiere de monitoreo ambiental y recuperación. Los costos de exploración, permisos, la eliminación de residuos, la preparación del sitio y la recuperación final del mismo deben ser considerado.
- La calidad depende principalmente de las propiedades físicas y químicas del depósito fuente.
- Existe normativa vigente para cada una de sus aplicaciones.
- La ubicación de las plantas está relacionada con la disponibilidad del recurso (cantera).
- Los productos pueden ser comercializados local o regionalmente.

### AGREGADO RECICLADO

- Los agregados son derivados de desechos de la construcción.
- El proceso de reciclaje requiere un limitado seguimiento y recuperación. Los costos de exploración, explotación y/o extracción no son considerados, pero los costos para la recuperación, la limpieza del sitio y la reducción de polvo y ruido deben ser tenidos en cuenta.
- La calidad varía significativamente debido a la gran variación en el Tipo y las impurezas de las fuentes de desechos.
- Falta de normas y reglamentos vigentes para su uso.
- El procesamiento frecuentemente se realiza en áreas urbanas mediante el uso de equipos móviles.
- Los productos son comercializados localmente en áreas urbanas.



La producción mundial de cemento de 1,6 billones de toneladas ocasiona aproximadamente el 5% de la carga total de dióxido de carbono en la atmosfera

De este 5%, un 40% corresponde a gasto de combustibles, un 50% a la calcinación de materiales y el 10% restante a gastos de electricidad y transporte.

Los agregados ocupan el 60 y 75% del volumen del concreto (70 a 85% en peso).

El agua debe estar libre de contaminaciones orgánicas y salinas.

La calidad y el tipo de agregados utilizados influye en la demanda



Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>:

- Por ahorro de material: 229,4 tn CO<sub>2</sub>/año
- Por transporte: 10,5 tn CO<sub>2</sub>/año

## AGREGADOS RECICLADOS PARA SU USO EN CONCRETO



Disposición de los agregados triturados como agregados para el concreto



Las estructuras de concreto están generalmente para una vida de servicio de 50 años, pero la experiencia muestra que en ambientes costeros y urbanos muchas de ellas comienzan a deteriorarse en menor tiempo (20 o 30 años)



#### 2.4.1. Agregado de Concreto Reciclado

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053 lo llama Granulado de concreto y lo define como el material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados.

##### **Concreto Reciclado**

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053 define el concreto reciclado como aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje.

##### **Pasta Adherida y Mortero**

En los agregados reciclados utilizados y analizados en Europa, el mortero adherido y pasta siempre están presentes. En Japón, algunos investigadores desarrollaron un método basado en la "cyclite", que muele concreto triturado y agrupa utilizando un método de procesamiento recién desarrollado, que consiste en la eliminación de mortero de la superficie de los agregados sin triturarlos agregados (Takenaka Corporation, 1999).

Los principales factores que influyen en la cantidad de mortero adherido en el agregado reciclado triturado (con la misma máquina y el poder) son los siguientes: a) el agua / cemento b) la resistencia del hormigón original y c) el tamaño agregado. El proceso de molienda tiene una influencia sobre la cantidad de mortero adherido y la calidad de los agregados reciclados.

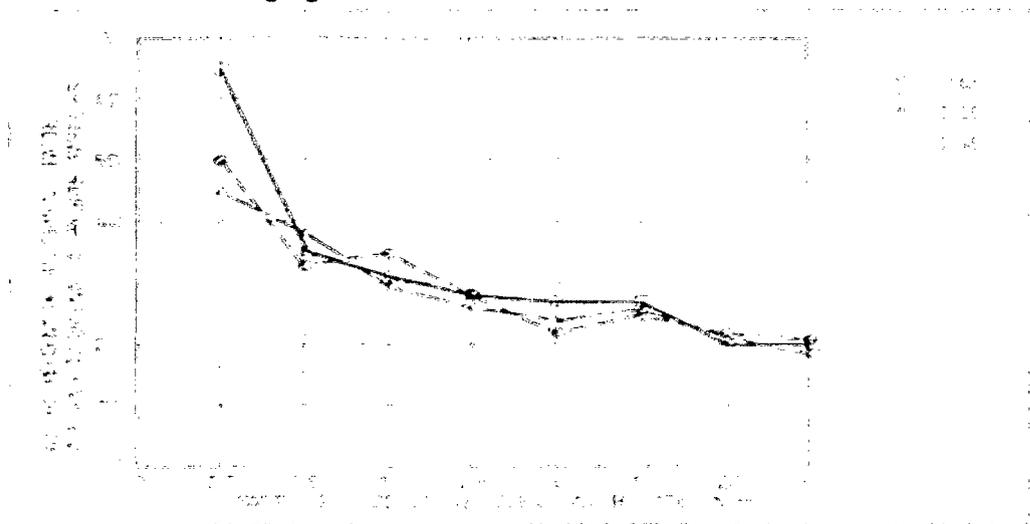


### a) El agua / cemento

La relación agua / cemento del concreto original influye en la cantidad de mortero adherido a los agregados originales cuando el concreto se tritura con la misma máquina de molienda y empleando la misma fuerza.

La cantidad de mortero adherido aumenta con la disminución del tamaño del agregado (con la misma máquina y misma potencia), ver grafico 2.4.1.1 (Hansen y Narud, 1988 y Hedengaard, 1981).

Grafico N° 2.4.1.1: : *Peso por ciento de pasta de cemento adherido al original de las partículas de agregado en el agregado reciclado producido a partir de concretos originales hechos con diferentes relaciones agua-cemento Granulometría del Agregado Global*



FUENTE: Hansen y Narud, 1988 y Hedengaard, 1981

### b) Resistencia del concreto original

La cantidad de mortero adherido en el conjunto original es proporcional a la fuerza del concreto original (Hasaba, 1981), cuando el concreto triturado es baja con el mismo tipo de máquina y la misma energía que se aplica.



Takeshi Yamato, Masashi Soeda (2000), declaró que los agregados reciclados, que se originan en el concreto de baja resistencia tienen menos mortero adherido que cuando los concretos de resistencia diferentes se molieron con la misma máquina de molienda y empleando el mismo poder.

### **Estado del arte del concreto reciclado**

La necesidad de caracterizar el comportamiento de los agregados reciclados, y su influencia en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, surge como necesidad de la elaboración de normas específicas que brinden seguridad en el empleo del agregado reciclado y de esta manera abrir las puertas al mercado del reciclaje escombros, producto de la construcción y demolición.

#### **2.4.2. Propiedades de los agregados reciclados procedentes de concreto**

Triturado:

##### **a. Densidad**

En general, la densidad de superficie saturada (SSD) de los agregados reciclados es menor que la de los agregados naturales, debido a la baja densidad del mortero que se adhiere a la suma original. Depende de lo siguiente:

- 1. La fuerza del concreto original:** Nagataki (2000), concluye que con la misma cantidad de mortero, un agregado reciclado que se ha obtenido a partir de un concreto de mayor resistencia tendrá una mayor densidad.



**2. El tamaño de agregado:** La densidad de superficie saturada (SSD) de los agregados depende de su calidad. Los agregados con una mayor cantidad de mortero adherido tendrá una densidad más baja. Según Hansen (1985) los cambios de densidad con el tamaño del agregado cuando el concreto es un terreno con la misma máquina de molienda empleando la misma cantidad de energía en el proceso de molienda. Muchos estudios informan sobre los intervalos de densidades (2290 a 2490 kg/m<sup>3</sup>), dependiendo del tamaño de los agregados. La densidad (SSD) del agregado de concreto reciclado reduce con menor tamaño de los agregados.

Como se mencionó anteriormente la densidad SSD no sólo dependerá de la resistencia del concreto original, sino también del tipo de máquina de trituración o molienda. Hansen y Narud (1983), Hasaba et al (1981) y BCSJ (1978).

Para el cálculo de la densidad del agregado reciclado que se utiliza el mismo nivel que el de los agregados naturales, es decir, la norma ASTM C-127 estándar (Método de prueba estándar para la gravedad específica y la absorción de agregado grueso. En España la norma UNE-EN1097.6 del Código "Ensayos párrafo determinar las Propiedades Mecánicas y Físicas de los Agregados. Determinación de la densidad de partículas y Absorción de agua". Según EHE-98 (Instrucción de Español para concretos estructurales) de los agregados deben tener mayor densidad de 2000 kg/m<sup>3</sup>. El mismo valor



es requerido por la RILEM y DIN 4226-100 para los agregados reciclados que se derivan de concreto triturados.

**b. Absorción de agua**

La capacidad de absorción de agua del agregado reciclado en la mezcla, representa una de las principales diferencias entre los agregados reciclados y materias primas. Se informa a depender de:

**1. Tamaño del agregado:** La capacidad de absorción de los agregados aumenta con su tamaño. Los agregados de menor tamaño que tiene una mayor capacidad de absorción de agua.

Hansen y Narud (1983) encontraron que la capacidad de absorción de agregados reciclados aumenta con una mayor cantidad de mortero adherido. La gran cantidad de mortero adherido en el agregado reciclado produce también una disminución de la densidad. La relación entre la resistencia del hormigón original, el tamaño de agregado reciclado, la cantidad de mortero adherido, densidad y absorción de los agregados reciclados se muestra en la tabla N°2.4.2.1.

- Se encontró que el porcentaje de capacidad de absorción en relación con las dimensiones de los agregados reciclados para ser el siguiente: 8.4mm, 8.7%, 16-32 mm, 3,7% y 9,8% para los agregados reciclados bien. Este valor fue obtenido por trituración de concreto con un 0,7 de a/c.



- Hasaba (1981) define una absorción del 7% para un tamaño de 25 a 5mm Informe de investigadores japoneses (1978) se estableció entre el 3,6 y el 8%.
- En todos los casos se aceptó que la capacidad de absorción no depende de la resistencia del concreto original.

Tabla N°2.4.2.1. *Propiedades del agregado natural y agregado reciclado conforme a Hansen y Narud (1983)*

|  | tamaño en mm | Gravedad Especifica SSD cond. | Absorción de agua en porcentaje | Los Angeles | %volumen de mortero |
|--|--------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------|
| <b>Grava natural original</b>                  | 4 - 8        | 2500                          | 3.7                             | 25.9        | 0                   |
|  | 8 - 16       | 2620                          | 1.8                             | 22.7        | 0                   |
|  | 16 - 32      | 2610                          | 0.8                             | 18.8        | 0                   |
| <b>Agregado Reciclado (H)<br/>(a/c = 0.40)</b> | 4 - 8        | 2340                          | 8.5                             | 30.1        | 58                  |
|  | 8 - 16       | 2450                          | 5                               | 26.7        | 38                  |
|  | 16 - 32      | 2490                          | 3.8                             | 22.4        | 35                  |
| <b>Agregado Reciclado (M)<br/>(a/c = 0.70)</b> | 4 - 8        | 2350                          | 8.7                             | 32.6        | 64                  |
|  | 8 - 16       | 2440                          | 5.4                             | 29.2        | 39                  |
|  | 16 - 32      | 2480                          | 4                               | 25.4        | 28                  |
| <b>Agregado Reciclado (L)<br/>(a/c = 1.20)</b> | 4 - 8        | 2340                          | 8.7                             | 41.4        | 61                  |
|  | 8 - 16       | 2420                          | 5.7                             | 37          | 39                  |
|  | 16 - 32      | 2490                          | 3.7                             | 31.5        | 25                  |
| <b>Agregado Reciclado (M)<br/>(a/c = 0.70)</b> | < 5          | 2280                          | 9.8                             | -           | -                   |

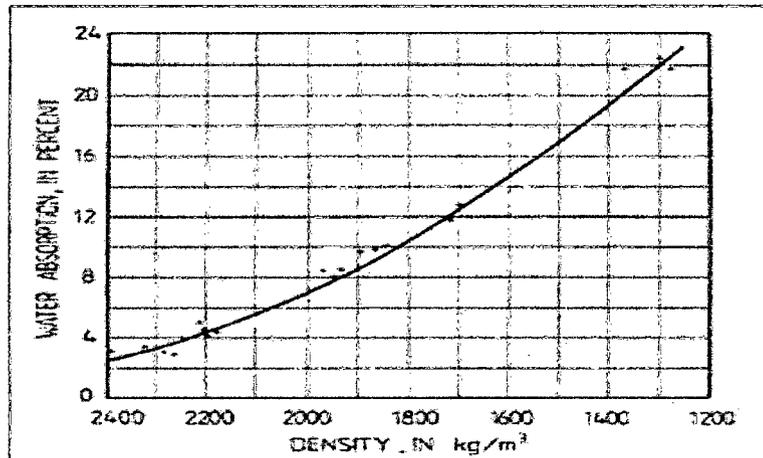
FUENTE: *Hansen y Narud, 1983.*

**2. Cantidad de mortero adherido.** Existe una relación entre la absorción y la cantidad de mortero adherido.

Ravindrarajah (2000) demostraron con 15 muestras, que el valor medio de la absorción de agua en el agregado reciclado fue de 6.35%, mientras que en el agregado bruto fue del 0,90%. La capacidad de absorción de los agregados reciclados depende de la cantidad y calidad de mortero adherido.



Grafico N°2.4.2.2. Absorción de agua en función de la densidad de los agregados reciclados



FUENTE: Hansen y Narud, Kreijger 1983

**3. Densidad:** No hay dependencia entre la densidad y la capacidad de absorción. Agregados Reciclados con mortero adherido tienen menor densidad y mayor capacidad de absorción. Son varios los autores que trataron de encontrar una correlación:

Kreijger (1983) encontró una relación parabólica entre la absorción y la densidad de los agregados reciclados, como se muestra en el grafico 2.4.2.2.

De acuerdo con Sánchez de Juan M. (2002), de las 11 muestras de agregados reciclados tomados de una planta de reciclaje en Madrid (España), 4 tenían una capacidad de absorción de más del 7%, y todos ellos tenían una capacidad de absorción de más del 5%. Se concluyó que, debido a la capacidad de los agregados de absorción alta, el concreto debe ser producido con un importe máximo del 20% de agregados reciclados. Además, debido a la alta capacidad de



absorción de los agregados reciclados, la capacidad de los agregados de primas de absorción es también un requisito para la producción de concreto con el fin de mantener los requisitos de la EHE 5% de la capacidad de los agregados de la máxima absorción para la producción de concreto estructural.

De acuerdo con González, B. (2002), la capacidad de absorción de 6-12 mm y 12-25 mm de agregados grueso reciclado obtenido por trituración de concreto en una planta de reciclaje en Barcelona (España), es 4,82% y 4,59% respectivamente, en consecuencia, pueden ser empleados en la producción de concretos según EHE.

### **La absorción en los aspectos de la producción**

Antes de la utilización de agregados reciclados en la producción de concreto, la densidad y la capacidad de absorción de los agregados reciclados deben ser conocidos. ASTM-127 estándar y UNE-EN 1097-6 estándar se utilizan para determinarlos. La EHE-99 (Institución española de concreto estructural) exige que la capacidad de absorción no debe ser superior al 5% para los concretos convencionales. Probablemente, este valor debe ser modificado con respecto al concreto de los agregados reciclados.

De acuerdo con la norma japonesa, "agregado reciclado de concreto y agregados reciclados" (1977), ni el agregado grueso reciclado con una capacidad de absorción superior al 7% o el agregado fino con una capacidad de absorción superior al 13% debe ser utilizado en la producción de concreto.



Debido a la alta capacidad de absorción de agua en los agregados reciclados, el uso de agregados remojados se sugiere en la producción de agregados reciclados de concreto con el fin de mantener una calidad uniforme en la producción de concreto. Algunos investigadores sugieren que el conjunto debe tener una capacidad de absorción media del 5% como máximo en el 30% de los agregados empleados.

M. Barra (1998), utiliza el coeficiente de eficacia de la absorción para analizar la absorción de los agregados reciclados. La variación del contenido de agua no se produce en el mortero fresco, debido al bajo coeficiente de absorción eficaz de los agregados crudos. En el caso del agregado reciclado es diferente, los agregados reciclados tienen una capacidad mucho mayor absorción eficaz y puede afectar la trabajabilidad del concreto fresco. La capacidad de absorción efectiva es también variable en función del orden de producción de concreto.

### c. Abrasión Los Ángeles

Con respecto a los agregados reciclados cambia el valor de Abrasión Los Angeles en función de la resistencia del concreto original, la cantidad de mortero adherido y la calidad total original. El concreto con una resistencia superior sufre menos desgaste. En los agregados reciclados de "Abrasión Los Angeles, porcentaje de pérdida" no sólo depende de la cantidad de mortero adherido en su conjunto original, sino también en la forma que el concreto original es aplastado.

De acuerdo con la Prueba de Abrasión los Ángeles, los agregados reciclado obtenido por trituración de una 40 MPa de concreto tienen un



menor desgaste de los agregados obtenidos en un 16 MPa de concreto. Como en las tablas 2.4.2.2 y 2.4.2.3. se muestra.

La máquina de trituración y la energía empleada en los Triturado por cada investigador. Se desconoce, por lo que tenemos que tener cuidado en la comparación de los agregados de diferentes autores.

Tabla N°2.4.2.2. *Porcentajes de los agregados reciclados obtenido por la trituración de una Resistencia de 40 MPa del concreto.*

|                                 | Recycled aggregates la abrasion according to several investigators |        |         |               |                  |
|---------------------------------|--|--------|---------|---------------|------------------|
|                                 | Hansenand Narud(1983)  |        |         | Hasaba (1981) | Yoshikane (2000) |
| Fracción de tamaño              | 4-8mm  | 8-16mm | 16-32mm | 5-25mm        | 5-13mm           |
| Porcentaje Abrasion Los Ángeles | 41.4   | 37     | 31.5    | 24.6          | 28.7             |

Tabla N°2.4.2.3.: *Porcentajes de los agregados reciclados obtenido por la trituración de una Resistencia de 16 MPa del concreto.*

|                                 | Recycled aggregatesLA abrasion according to several investigators |        |         |               |                  |
|---------------------------------|---|--------|---------|---------------|------------------|
|                                 | Hansenand Narud(1983)   |        |         | Hasaba (1981) | Yoshikane (2000) |
| Fracción de tamaño              | 4-8mm   | 8-16mm | 16-32mm | 5-25mm        | 5-13mm           |
| Porcentaje Abrasion Los Ángeles | 41.4  | 37     | 31.5    | 24.6          | 28.7             |

La Abrasión Los Ángeles es mayor cuando la resistencia del concreto original es menor debido a la menor resistencia de mortero adherido.



De acuerdo con la norma ASTM C-33 estándar "Especificación Estándar para hacer concreto", los agregados serán válidos para su uso en la producción de concreto, si la pérdida determinada por la "prueba de abrasión Los Angeles" es inferior al 50%. De acuerdo con el Código Británicos 882,1201, la pérdida de acuerdo con la "prueba de abrasión Los Angeles" no debe exceder del 45%. Según EHE-98 (Código de concreto Estructural Español), la resistencia del agregado a la "prueba de abrasión de Los Angeles" debe ser inferior al 40%. Que será determinado por el Código EN1097-2.

La "prueba de abrasión de Los Angeles" no representa la situación real experimentado por los agregados durante su vida integrada dentro del concreto, por lo tanto es una prueba inadecuada para los agregados de materias primas. Sin embargo, en el caso de los agregados reciclados la prueba de abrasión Los Angeles es adecuada a fin de verificar si el concreto triturado es o no dañado por el fuego.

#### d. Sulfato de Solidez

La solidez de sulfato garantiza la resistencia de los agregados a los ciclos de congelación y descongelación. El porcentaje de pérdida de peso de los agregados reciclados expuestos al sulfato de la solución depende en gran medida de la composición de los agregados de prueba, así como el tipo de concreto original y el método de trituración.



- BCSJ (1978) comprobó que la pérdida de peso después de cinco ciclos de cambio de 18,4 a 58,9% con respecto a los agregados reciclados gruesos. Esto se analizó con el empleo de 15 concretos, de diferentes puntos fuertes y aplastado con métodos diferentes. En el mismo análisis se obtuvieron utilizando valores agregados finos reciclados 7,4 a 20,8%.
- Fergus (1981) encontró que la pérdida de peso de sulfato esta entre 0,9 a 2,0% con respecto a los agregados reciclados gruesos, y un 6,8 a un 8,8% con respecto a los agregados finos reciclados.
- La incertidumbre de la aptitud para la producción de agregados reciclados de concreto en términos de durabilidad ha quedado claro en consulta con las conclusiones de varios autores: Resultados estadounidenses indican que los agregados reciclados en general, mejoraran con el tiempo con respecto al total de la materia primas. Un Informe de los investigadores japoneses mencionan que los resultados opuestos podría ser cierto.
- Sin embargo, Kasai (1985) concluye que la prueba de la solidez de sulfato no es adecuado para la evaluación de la durabilidad de los agregados reciclados de concreto. Como las propiedades de durabilidad de los agregado de concretos reciclados son de mayor importancia práctica, se sugiere que los estudios se hagan más de las características de durabilidad de los agregados reciclados en comparación con los agregados originales.
- ASTM C-33, "Especificación estándar para agregados de concreto" limita la pérdida de peso de los agregados sometido a cinco ciclos



de tratamiento con soluciones de 15% de sulfato de magnesio para los agregados finos y un 18% para el agregado grueso. La norma española EHE-98 requiere la misma cantidad (método de prueba es la norma UNE EN1367-2:99).

#### e. Contaminantes

La presencia de contaminantes de la influencia de agregado reciclado de la fuerza y la durabilidad de los concretos elaborados con estos agregados. Hoy en día existen recomendaciones con respecto a la limitación de los diversos componentes que se pueden presentaren los agregados reciclados. BCSJ (1978) y Mukai (1979) introdujo el porcentaje de los contaminantes que pueden producir una reducción del 15% en resistencia a la compresión (cuadro 2.4).

Tabla N°2.4.2.4. *Porcentajes de los contaminantes de una reducción del 15% en la resistencia a la compresión BCSJ, 1977.*

| Impurities  | Gypsum | Soil | Wood | plaster | Asphalt | Paint |
|-------------|--------|------|------|---------|---------|-------|
| % agregados | 7      | 5    | 4    | 3       | 2       | 0.2   |

Es imprescindible destacar que la resistencia a la compresión del concreto que se emplea 3% de yeso es de 15% menor que sin yeso. Si el concreto curado sigue una ruta húmeda se obtiene una reducción del 50%. Dado que el yeso es más suave y más débil en el agua. Sulfato de resistencia de cemento Portland se debe utilizar para producir concreto con agregado reciclado que contiene el yeso contaminado o de yeso. Sin embargo, los agregados deben ser limpiados antes de ser



utilizados, lo que podría resultar en una producción costosa y difícil de agregados reciclados. Demolición selectiva podría ser vista como una alternativa eficaz.

De acuerdo con los resultados de la Sociedad de Construcción Contratistas de Japón (BCSJ, 1977) limitaciones contaminantes aparecen en la tabla 2.5. Los posibles efectos en el concreto reciclado agregado derivados de los diferentes contaminantes se describe en la tabla 2.6 (Hansen, 1985).

Tabla N°2.4.2.5.: Limitación de contaminantes en los agregados reciclados BCSJ 1977.

| Tipo de agregado        | plaster, clay and other Impurities of density 1950 Kg/m <sup>3</sup> | Asphalt, Plastic, Paint, fabric, paper, wood and materials with similar density 1200 Kg/m <sup>3</sup> |
|-------------------------|--|--|
| <b>Grueso reciclado</b> | 10 Kg/m <sup>3</sup>   | 2 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b>Fino reciclado</b>   | 10 Kg/m <sup>3</sup>   | 2 Kg/m <sup>3</sup>  |

f. Cloruros

Se recomienda que las especificaciones del estándar de agregados reciclado de concreto y agregados reciclados deberían imponer límites estrictos sobre el contenido de cloruro de estos agregados y concreto. Sin embargo, la concentración de cloruro de umbral, por debajo del cual no hay riesgo de corrosión de las armaduras, sigue siendo un tema controvertido. Se puede concluir que en muchos casos concretos nuevos producidos a partir de agregado grueso reciclado derivado de cloruro de edad concreto contaminado, no pueda cumplir con



corrientes los límites recomendados para el contenido de cloruro en el concreto.

Tabla N°2.4.2.6.: *Relación de los contaminantes en los agregados reciclados (Hansen, 1985).*

| contaminante                                   | Possible effect in the mix                                 | Recomendaciones  |
|--|--|--|
| Bituminous                                     | Considerable Diminution of the resistance of the concrete. | Elimination of the material before recycling.  |
|  |  | In any case, limit to 1% of asphalt in the aggregates.   |
| Gypsum   | Damage by sulphate expansion                               | SR Portland cement should be used.   |
| Organic sulphate                               | Decrement of strength                                      | Limitation at 2Kg/m <sup>3</sup> of light weight particles with of density 1200Kg/m <sup>3</sup> |
| Chlorides                                      | Reinforce cement Corrosion                                 |  |
| Chemical and minerals additives                | No apparent effect.  |  |
| Soil   | No apparent effect.  |  |
| Metals   | It's presence is not common due to facility of removing    |  |
| Crystal  | -Possible Alkali-Silica reaction                           |  |
| Brick and lightweight concrete                 | Effect in Durability.                                      | ≥5% of weight of recycled  |
|  |  | Aggregates, as masonry aggregates are considered.  |
| Aggregates damage by fire                      | Out of law with respect to abrasion                        | There are no present studies.  |
|  | LA and loss of weight for sulphate.                        |  |
| Susceptible aggregates to freezing and thawing | -Possible improvement to freezing strength                 |  |
| Reactive aggregates to                         | Studies do not exist                                       |  |
| Chemical and radioactive substances            | Studies do not exist                                       | The use of aggregates from chemical plants is not permitted.                                     |

### 2.4.3. Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado fresco.

#### a. Trabajabilidad

La trabajabilidad es uno de los factores más críticos en los concretos fabricados con agregados reciclados. Si bien es cierto, el asentamiento inicial del concreto en estado fresco decrece levemente con el



aumento del nivel de reemplazo de agregados reciclados, difícilmente es afectado por el tipo de agregado.

Yang y Kim demostraron que la pérdida relativa de asentamiento del concreto fresco contra el tiempo transcurrido, puede ser aproximadamente expresada con la siguiente ecuación:

$$\frac{S_L}{(S_L)_i} = kT + 1$$

Dónde

$(S_L)_i$  = es el asentamiento inicial en mm medido inmediatamente después del mezclado.

$S_L$  = es el asentamiento medido a T minutos y

$k$  = es la razón de pérdida de asentamiento en mm/minuto.

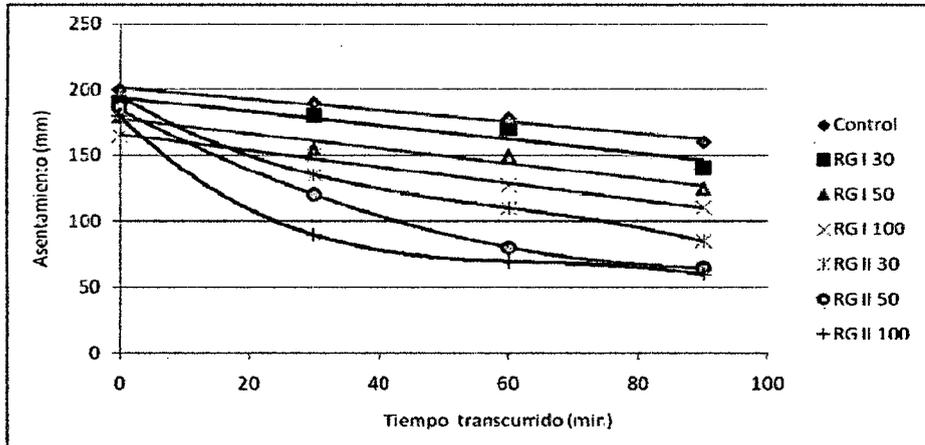
Según Rashwan y AbouRizk, un factor que afecta la trabajabilidad es la textura y forma de los agregados reciclados. Debido a la trituración, estos agregados se vuelven angulares, con una relación superficie-volumen más alta que la de los agregados suaves y esféricos. Como resultado la fricción interna es mayor, por lo que requiere más mortero para brindar una mejor trabajabilidad.

Del estudio realizado por Yang et al., se realizó el Gráfico N°2.4.3.1. en la que se muestra la pérdida de asentamiento en el tiempo en función del tipo de agregado reciclado empleado. En la gráfica se muestra el comportamiento de la mezcla patrón con un agregado grueso natural con 1.6% de absorción, 3 mezclas empleando un agregado reciclado con 1.9 % de absorción en 30%, 50% y 100% de reemplazo el



agregado grueso, y de la misma manera, 3 mezclas empleando un agregado grueso con 6.2 % de absorción.

Grafico N°2.4.3.1.: Asentamiento Vs Tiempo Transcurrido



#### b. Peso unitario

Los agregados reciclados poseen una menor densidad, pero las variantes de densidad no son tan marcadas como las que se tienen en absorción. Una menor densidad de los agregados resultará, lógicamente, en un concreto de menor peso unitario. Torben Hansen señala que un concreto con agregados reciclados posee una densidad 5% menor.

#### c. Exudación

Kim et al. Concluyó que la exudación del concreto disminuye a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo de agregado grueso reciclado, debido a que el agua de sangrado es absorbida por la pasta de cemento en la superficie de los agregados.



Los resultados obtenidos por Yang et al. Ratifican esta tendencia. Según dicho estudio, la exudación en concretos con agregados reciclados de alta absorción, podría empezar a desarrollarse pasadas las dos horas de mezclado, mientras que un concreto con agregado natural, iniciaría el sangrado a los treinta minutos aproximadamente.

Este factor implicaría un mayor cuidado en la hidratación del concreto, debido a que ante una evaporación del agua superficial rápida, una baja velocidad de exudación podría generar fisuras por contracción plástica.

Esto lleva a concluir que si no se comprende el fenómeno y no se toman las medidas adecuadas para controlarlo, se producirá indudablemente el agrietamiento.

#### 2.4.4. Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado endurecido:

##### a. Resistencia a la compresión

Jorge Muñoz, en 1975, afirmó que es posible obtener concretos aceptables de buena calidad usando desechos de concreto como agregado grueso cuya resistencia será del orden de 90% de la que se obtendría con un agregado normal para una relación agua/cemento determinada. Dicha afirmación se basó en ensayos realizados con un agregado grueso reciclado de 6.06 % de absorción.

En 1983, Torben C. Hansen en su investigación "Strength of concrete made from crushed concrete coarse aggregate" afirmaba que



técnicamente era factible producir concretos de baja resistencia sin importar la fuente de concreto de la cual se obtuvo el agregado reciclado, y que incluso se podía producir concretos de mayor resistencia que el concreto original, aunque aumentando ligeramente el contenido de cemento.

Rahal, corroborando lo señalado por Muñoz, también llegó a que la resistencia a compresión de un concreto usando agregado reciclado grueso, en este caso en base a una absorción de 3.47%, era del orden de 90% de uno hecho con agregado natural.

Yang y Chung, sostienen que para concretos reciclados fabricados con agregados de alta absorción, a edades tempranas se alcanzaba solo un 60 a 80% de la resistencia de un concreto normal, lo cual variaba levemente en los siguientes días.

En su publicación, Frondistou-yannas (Apud Romero, H.) asegura que la resistencia a la compresión del concreto con agregado reciclado es del orden de un 64% a 100% que la del concreto con agregado convencional, mientras que Ramamurthy y Gumaste (Apud Romero, H.) indican que el porcentaje de reducción de resistencia se encuentra entre el 5 y el 32%.

En un análisis comparativo en el que se analizó el comportamiento de concreto con agregado grueso de concreto reciclado y agregado grueso de albañilería reciclada, Montrone y Quispe llegaron a que para el primer caso la pérdida de resistencia es menor al 5% y para el segundo, la diferencia llegaba al orden del 20%.



Así sucesivamente, decenas de autores sostienen diversas variaciones entre las resistencias de los concretos reciclados y concretos convencionales; algunos de ellos se muestran en la Tabla N°2.4.4.1.

Tabla N°2.4.4.1.: *Reducción de la resistencia al usar agregados reciclados según diversos autores*

| <b>Fuente</b>                | <b>Reducción de resistencia</b> |
|------------------------------|---------------------------------|
| (Jorge Muñoz, 1975)          | 10%                             |
| (Frondistou-Yannas, 1981)    | 0 - 36%                         |
| (Ramamurthy y Gumaste, 1998) | 5% - 32%                        |
| (ACI committee 555, 2001)    | 15% - 40%                       |
| (Puig, 2003)                 | 15%                             |
| (Romero, 2004)               | 0% - 30%                        |
| (Martinez y Mendoza, 2005)   | 2% - 7%                         |
| (ABOU-ZEID, M. et al., 2005) | 10% - 20%                       |
| (Rahal, 2007)                | 10%                             |
| (Montrone y Quispe, 2007)    | 5%-20%                          |
| (Yang et al., 2008)          | 0 - 40%                         |

Puede observarse que existe una gran incertidumbre al tratar de predecir la resistencia de un determinado diseño de concreto reciclado, basándose en estos resultados heterogéneos.

Ha sido demostrado por diversos autores, que la resistencia de un concreto reciclado en relación a un concreto convencional, depende de las características del agregado madre: La propiedad principal es la absorción.

Como queda demostrado por Yang et al., la absorción de los agregados reciclados son en gran parte dependientes del contenido de pasta de cemento en su superficie, de modo que a mayor contenido de pasta de cemento, mayor será la absorción.



Es a partir de este parámetro que finalmente se puede realizar una tipificación de los agregados que permita clasificarlos de acuerdo al tipo de concreto en el que pueden ser empleados para obtener un comportamiento aceptable y predecible.

Yang et al. En su investigación publicada en el ACI Materials Journal, clasifican los agregados reciclados según las Normas Industriales Coreanas para ensayos de concreto. Dichos estándares clasifican a los agregados gruesos en tres grupos, y a los finos en dos grupos, según su porcentaje de absorción, como lo muestra la Tabla N°2.4.4.2.

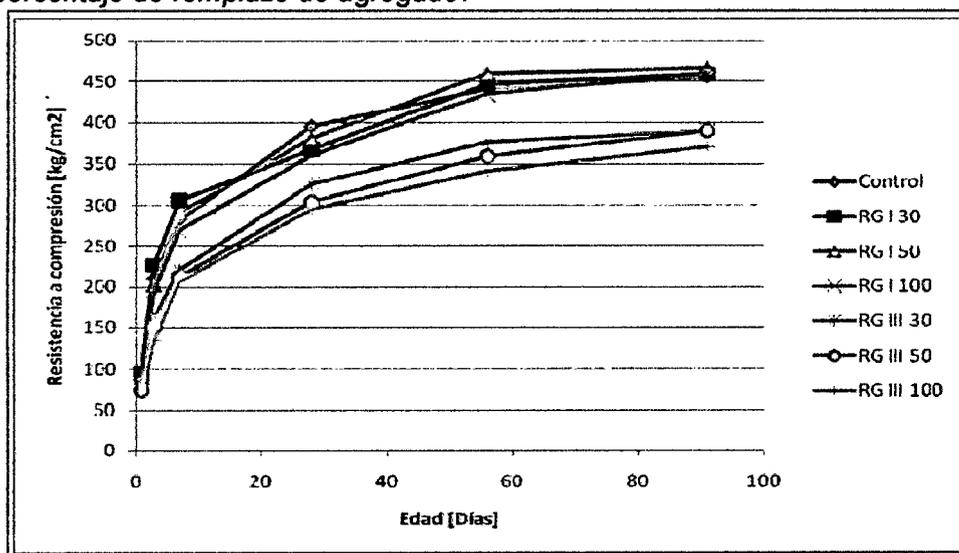
Tabla N°2.4.4.2.: Clasificación de agregados reciclados según Estándares Coreanos

| AGREGADO | TIPO | ABSORSIÓN | APLICACIÓN   |
|----------|------|-----------|--|
| GRUESO   | I    | <3%       | Concreto Estructural   |
|          | II   | <5%       | Concreto No-Estructural  |
|          | III  | <7%       | Concreto No-Estructural o filler para construcción de pavimentos |
| FINO     | I    | <5%       | Concreto Estructural   |
|          | II   | <10%      | Concreto No-Estructural  |

A partir de esta clasificación, realizaron ensayos de concretos reciclados de diferentes tipos, y en diferentes porcentajes de reemplazo, y se compararon los resultados con el concreto patrón, obteniéndose los resultados mostrados en el Gráfico N°2.4.4.2. (RG I 30 representa un concreto con un 30% de reemplazo de agregado tipo I.)



Gráfico N°2.4.4.1.: Resistencia a la compresión vs. Edad según tipo y porcentaje de remplazo de agregado.



Se observa en el gráfico que para los agregados de baja absorción, la resistencia a los 28 días se reduce en un 10%, pero que pasados a los 60 días, alcanza una resistencia igual a la del diseño de control, demostrando la resistencia en un concreto de agregados reciclados de este tipo, la resistencia no se reduce, sino que tarda más en desarrollarse.

Por el otro lado, en agregados de alta absorción, el concreto experimenta pérdidas de 20% a más.

Romero en su estudio, señala que hasta con un 40% de reemplazo la disminución en la resistencia es mínima, ya que se alcanza casi el 100% de la mezcla control, mientras que con un 100% de reemplazo, se alcanza solo un 70% de la resistencia de la mezcla control.

De esta manera queda demostrado que la pérdida de resistencia a compresión de un concreto reciclado está determinada principalmente



por la absorción del agregado, y por consecuente, su nivel de reemplazo.

b. Módulo de elasticidad

Según Frondistou - Yannas (Apud Romero, H.) el módulo de elasticidad del concreto depende en gran medida del módulo de sus agregados, y el módulo de elasticidad es menor en los agregados reciclados comparados con los convencionales. Por tal razón, se ha encontrado que el valor de dicha propiedad en concreto con agregados reciclados se encuentra entre un 60 y 100% del resultado de un concreto con agregado convencional y composición similar.

Cuando solo se reemplaza el agregado grueso la pérdida en el valor del módulo se reduce a solamente de 10% a 33%.

Muñoz determinó que el módulo de elasticidad en concretos con agregado grueso reciclado disminuye en 25% a 30%.

Por su parte, Hansen señala que dentro del rango de concretos normalmente usados para construcciones, los concretos fabricados con agregados reciclados gruesos tienen un módulo de elasticidad entre 15 y 30% menor que un concreto convencional. Asimismo, para agregados reciclados con altos contenidos de pasta de cemento, y por ende alta absorción, el módulo de elasticidad del concreto puede llegar a ser hasta 50% menor que en un concreto convencional.

Se puede observar que el comportamiento elástico, por el momento, es una incógnita. Aunque dicho está que definitivamente su magnitud es menor a la del concreto convencional.



---

Esto indica que al emplear un concreto reciclado, al variar sus propiedades elásticas, tendría que tenerse especial cuidado al calcular las deformaciones, que por la naturaleza de sus agregados, generarán deformaciones mayores.

#### c. Contracción

Yang et al. Sostiene que la contracción en concretos reciclados es menor durante los 10 primeros días, pero a largo plazo resulta bastante mayor.

Tavakoli sustenta que los concretos reciclados muestran una mayor contracción de secado comparado al concreto con agregado natural. La magnitud de este aumento depende de las características del concreto original, la fuente y características del agregado reciclado, y las características del concreto reciclado.

Se debe principalmente a la pasta del cemento adherida a la superficie del agregado. La absorción es un indicador de la cantidad de pasta, por tanto una mayor absorción del agregado, producirá mayor contracción

Hansen, T. obtuvo que este valor varía entre más del 40 y 60% de la contracción del concreto convencional, y al emplearse agregados de alta absorción, puede volverse varias veces mayor.

#### d. Permeabilidad

El uso de la combinación de agregado fino y agregado grueso producto del reciclaje, en mezclas de concreto, generalmente puede causar un incremento en la porosidad del concreto, aumentando su



permeabilidad, permitiendo una alta tasa de difusión de gases, lo cual impide una protección adecuada del refuerzo, frente a la corrosión (Nagataki et al. Apud Romero, H.) Abou-Zeid, reitera el aumento de permeabilidad, además de afirmar que puede llegar a aumentar hasta en cuatro veces la permeabilidad del concreto convencional.

Según Ryu (Apud Romero, H.) la calidad de la pasta de cemento del concreto original que se encuentra adherida al agregado reciclado juega un papel importante en el desempeño del nuevo concreto. Cuando se aumenta la relación  $a/c$ , de un nuevo concreto, la permeabilidad se incrementa y la adhesión entre el mortero y el agregado reciclado disminuye, perjudicando otras propiedades del concreto.

Entonces debe tenerse especial atención al utilizarse agregados reciclados en concreto armado, pues una alta permeabilidad podría afectar la durabilidad del concreto armado ya que la velocidad de carbonatación y de ingreso de los cloruros puede ser mayor.

#### e. Análisis y discusión de data experimental

No cabe duda que las características de los agregados reciclados generan una variedad de comportamientos en concretos fabricados con los mismos. Muchos investigadores concuerdan con que la primordial es la absorción, que se basa en la cantidad de pasta de cemento adherida al agregado, y determina la mayoría de propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.



Frente a dicho consenso, se puede llegar a una serie de aseveraciones que deben ser tomadas en cuenta al emplear este tipo de agregado. Mayor absorción es sinónimo de: menos trabajabilidad, mayor pérdida de asentamiento en el tiempo, mayor demanda de agua, menor exudación, menor peso unitario, menor resistencia a la compresión, mayor contracción, menor módulo de elasticidad, mayor permeabilidad y por ende menor durabilidad, etc.

Todas estas características pueden ser predichas y controladas mediante el tipo de agregado y el manejo del porcentaje de reemplazo de agregado reciclado. Es decir, mientras mejor sea la calidad del agregado, y menor sea su nivel de reemplazo, menos evidentes serán las variaciones en las características del concreto.

Al obtener material para reciclaje de una fuente determinada, existe la necesidad de caracterizarlo para que de alguna manera pueda predecirse el comportamiento del nuevo concreto fabricado con el correspondiente agregado reciclado.

A partir de la clasificación establecida en los estándares Coreanos, mostrada en la tabla N°2.4.4.2. y los gráficos N°2.4.3.1. y N°2.4.4.1., se pueden obtener importantes observaciones. Puede decirse que un agregado Tipo I puede generar una pérdida de resistencia no mayor a 10%, y por ende, ser el agregado más económico, mientras que un agregado tipo III genera pérdidas de hasta más de 20%, lo que vuelve a la mezcla antieconómica si se basa en la cantidad de cemento.

Sin embargo, así se trate de un agregado tipo I, el problema de la pérdida de trabajabilidad sigue siendo un impedimento para



reemplazos de altos niveles. En el caso de plantas de concreto premezclado, donde el tiempo aproximado entre al mezclado y el inicio de descarga en obra es generalmente cercano a una hora, solo pequeñas proporciones asegurarían una buena trabajabilidad en la obra. En este caso, el reemplazo de agregado reciclado, no debería exceder de 30%-40%.

Concretos con alto nivel de reemplazo, solo deberían emplearse cuando se tenga la seguridad que el lapso de tiempo entre mezclado y vaciado será menor a 30 minutos, es decir, cuando es mezclado a pie de obra.

Un factor importante en cuanto al desarrollo de la resistencia está en que para agregados tipo I las resistencias a edades tempranas tienen una muy baja reducción de resistencia, lo que permitiría desencofrar los elementos en tiempos similares que con concretos convencionales. Si bien es cierto, la resistencia de diseño del concreto a los 28 días si sufre una reducción que debe ser considerada (hasta 10%), sin embargo, hasta que el elemento sea sometido a su carga de diseño, pueden haber transcurrido varias semanas mientras se ejecutan las partidas de acabados y la operación de la estructura, en las que el concreto reciclado, con su desarrollo de resistencia tardío, posiblemente habrá alcanzado la resistencia requerida.

## **2.5. AGUA PARA EL CONCRETO**

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.



Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas.

El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.

El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero debe ser apta para el consumo humano, libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

En caso de tener que usar en la dosificación del concreto, agua no potable o de calidad no comprobada, debe hacerse con ella cubos de mortero, que deben tener a los 7 y 28 días un 90% de la resistencia de los morteros que se preparen con agua potable.

#### 2.5.1. Sustancias Frecuentes en el Agua

Algunas de las sustancias que con mayor frecuencia se encuentran en las aguas y que inciden en la calidad del concreto se presentan a continuación:

- Las aguas que contengan menos de 2000 p.p.m. de sólidos disueltos generalmente son aptas para hacer concretos; si tienen



más de esta cantidad deben ser ensayados para determinar sus efectos sobre la resistencia del concreto.

- Si se registra presencia de carbonatos y bicarbonatos de sodio o de potasio en el agua de la mezcla, estos pueden reaccionar con el cemento produciendo rápido fraguado; en altas concentraciones también disminuyen la resistencia del concreto.
- El alto contenido de cloruros en el agua de mezclado puede producir corrosión en el acero de refuerzo o en los cables de tensionamiento de un concreto pre esforzado.
- El agua que contenga hasta 10000 p.p.m. de sulfato de sodio, puede ser usada sin problemas para el concreto.
- Las aguas acidas con pH por debajo de 3 pueden crear problemas en el manejo y deben ser evitadas en lo posible.
- Cuando el agua contiene aceite mineral (petróleo) en concentraciones superiores a 2%, pueden reducir la resistencia del concreto en un 20%.
- Cuando la salinidad del agua del mar es menor del 3.5%, se puede utilizar en concretos no reforzados y la resistencias del mismo disminuye en un 12%, pero si la salinidad aumenta al 5% la reducción de la resistencia es del 30%.
- El agua del curado tiene por objeto mantener el concreto saturado para que se logre la casi total hidratación del cemento, permitiendo el incremento de la resistencia.
- Las sustancias presentes en el agua para el curado pueden producir manchas en el concreto y atacarlo causando su deterioro,



dependiendo del tipo de sustancias presentes. Las causas más frecuentes de manchas son: El hierro o la materia orgánica disuelta en el agua.

## 2.5.2. Requisitos de Calidad

### 2.5.2.1. Aguas Recomendables

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.088 y de ser, de preferencia, potable.

No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para, las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación se presenta, por partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en la preparación del concreto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°2.5.2.1: *Sustancias presentes en el Agua*

| SUSTANCIAS             | PPM        |
|------------------------|------------|
| Cloruros               | 300 ppm    |
| Sulfatos               | 300 ppm    |
| Sales de magnesio      | 150 ppm    |
| Sales solubles totales | 500 ppm    |
| pH                     | Mayor de 7 |
| sólidos en suspensión  | 1,500 ppm  |
| Materia Orgánica       | 10 ppm     |

FUENTE: *Materiales para el concreto - Enrique Rivva López.*



La norma peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- a. El contenido máxima de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3mg/l (3 ppm).
- b. El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5gr/l (5000 ppm).
- c. El pH estará comprendido entre 5.5 y 8.0
- d. El contenido de sulfatos, expresado como ion  $SO_4$ , será menor de 0.6 gr/l (600 ppm).
- e. El contenido de cloruros, expresado como ion Cl, será menor de 1 gr/l (1000ppm).
- f. El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en  $NaHCO_3$ , será menor de 1 gr/l (1000ppm).
- g. Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm.

El agua deberá estar libre de azúcares o de sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio.

La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basará en resultados en las que se ha utilizado en la preparación del concreto agua de la fuente elegida.



### 2.5.2.2. Aguas Prohibidas

Está prohibido emplear en la preparación del concreto:

- Aguas acidas
- Aguas calcáreas
- Aguas minerales carbonatadas o naturales.
- Aguas provenientes de minas o relaves.
- Aguas que contenga residuos industriales.
- Aguas salobres o con un contenido de cloruro de sodio mayor del 3% o con un contenido de sulfatos mayor del 1%.
- Aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descarga de desagües.
- Aguas que contengan azúcares o sus derivados.
- Aguas que contengan sales de sodio o potasio disueltas, en especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcali-agregado.

### 2.5.3. Requisitos del comité ACI 318

La publicación 318 – 08 del American Concrete Institute "Building Code Requirements for Structural Concrete", fija cuatro requisitos para el agua de mezclado:

- a. El agua empleada en el mezclado del concreto debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el concreto o refuerzo.



- b. El agua de mezclado para concreto pre esforzado o para concreto que tenga elementos de aluminio embebidos, incluyendo la parte de agua de mezclado con la que contribuye la humedad libre de los agregados, no deberá contener cantidades perjudiciales de iones de cloruros. El contenido máximo de iones de cloruros solubles en el agua en el concreto, calculado como porcentaje en peso del cemento no deberá ser mayor de cómo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°2.5.3.1: *Sustancias presentes en el Agua*

| Contenido Máximo de Iones de Cloruros Solubles                                 | %     |
|--|-------|
| Concreto preesforzado  | 0.06% |
| Concreto reforzado que en servicio estar expuesto a cloruros                   | 0.15% |
| Concreto reforzado que en servicios estará seco o protegido contra la humedad. | 1.00% |
| Otras construcciones de concreto reforzado                                     | 0.30% |

*Fuente: Materiales para el concreto - Enrique Rivva López*

Los procedimientos de ensayo deben cumplir los requisitos establecidos en la norma ASTM C 1218M.

- c. No debe utilizarse agua no potable en el concreto, a menos que se cumpla las siguientes condiciones.
- La selección de la dosificación del concreto debe basarse en mezclas de concreto con agua de la misma fuente.
  - Los cubos de mortero para ensayo, hechos con agua no potable, deben de tener resistencia de los 7 y 28 días de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares



hechas con agua potables. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparada y ensayados de acuerdo a la norma ASTM C 109 "Test Method for Compressive Strength on Hydraulic Cement Mortars.

- Casi cualquier agua natural que se pueda beber (potable) y que no tiene sabor u color marcado, puede utilizarse como agua de mezclado en la elaboración del concreto. Cuando las impurezas en el agua de mezclado son excesivas, pueden afectar no solo el tiempo del fraguado, la resistencia del concreto y la estabilidad volumétrica (variación dimensional), sino que también pueden provocar eflorescencias o corrosión en el refuerzo. Siempre que sea posible, debe evitarse el agua con altas concentraciones de sólidos disueltos.
- Las sales u otras sustancias nocivas que provenga de los agregados o de los aditivos, deben sumarse a la cantidad que puede contener el agua de mezclado. Estas cantidades adicionales deben de tomarse en consideración al hacer la evaluación respecto a la aceptabilidad del total de impurezas que pueda resultar nocivos, tanto para el concreto como para el acero.



#### 2.5.4. La Norma Técnica Peruana

La norma técnica peruana a ser utilizada en concreto (NTP 339.088) establece los requisitos de composición y performance para dicha agua, define las fuentes y estipula los requisitos y frecuencia de ensayos para la calificación de la fuente. La especificación del comprador rige sobre los requisitos de esta norma. La norma distingue cuatro tipos de agua utilizable para el concreto:

- a. Agua combinada, la cual es el resultado de la mezcla de dos o más fuentes combinadas a la vez, antes o durante su introducción en la mezcla para utilizarse como agua de mezcla.
- b. Agua no potable, la cual proviene de fuentes de agua que no son aptas para consumo humano; o si contienen cantidades de sustancias que la decoloran o hacen que huelga o tenga un sabor objetable.
- c. Agua potable que es apta para el consumo humano.
- d. Agua de las operaciones de producción del concreto, que ha sido recuperada de procesos de producción de concreto de cemento portland; agua de lluvia colectada; o agua que contiene ingredientes del concreto.



## CAPITULO III

---

# MATERIALES Y METODOS



---

## Capítulo III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS A LOS AGREGADOS

#### 3.1.1. 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:

##### a. Principio del Método:

Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

##### b. Equipo para Ensayo:

- Horno de secado
- Balanzas
- Recipientes
- Utensilios para manipulación de recipientes.
- Otros utensilios: el empleo de cuchillos, espátulas. cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.



Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D-4220, Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corroíbles a una temperatura entre aproximadamente 3 °C y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.

### **3.1.2. 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.

#### **a. 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 y de 8 mm de radio (5 /16").
- Recipientes de medida, metálicos, cilíndricos, preferiblemente provistos de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y bordes superiores pulidos, planos y suficientemente rígidos, para no deformarse bajo duras condiciones de trabajo. Los recipientes de



15 a 30 litros deben ir reforzados en su boca con una banda de acero de 40 mm de ancho.

**b. Métodos para la determinación del peso unitario:**

**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.

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 kg (lb).

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



### 3.1.3. Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y Finos MTC E 204 – 2000.

El objetivo de este ensayo es determinar cuantitativamente los tamaños 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.



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

Dónde:

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

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

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

El objetivo de este ensayo es el de describir el procedimiento que debe seguirse para la determinación del peso específico aparente y real a 23/23 °C, así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño inferior a 4.75 mm (tamiz No. 4).

**a. 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".

**b. 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.



### **c. 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  $\text{cm}^3$  de capacidad.
- 01 Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de  $340 \pm 15$  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.

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

El objetivo 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).

**a. 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".

**b. 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.

**c. Equipo para Ensayo:**

- 01 Balanza.
- 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.

**3.1.6. Abrasion los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores de 37.5 mm (1 ½") MTC E 207 – 2000.**

El objetivo de este ensayo se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1 ½") por medio de la máquina de Los Ángeles. Este método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de



agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva. Para la abrasión de agregados gruesos. Ver anexo.

**a. Equipo para Ensayo:**

- Balanza, que permita la determinación del peso con aproximación de 1 g
- Estufa, que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).
- Tamices
- Máquina de Los Ángeles: la máquina para el ensayo de desgaste de Los Ángeles tendrá las características que se indican en la Figura 1. Consiste en un cilindro hueco, de acero, con una longitud interior de  $508 \pm 5$  mm ( $20 \pm 0.2$ " ) y un diámetro, también interior, de  $711 \pm 5$  mm ( $28 \pm 0.2$ " ).
- Carga abrasiva. La carga abrasiva consistirá en esferas de acero o de fundición, de un diámetro entre 46.38 mm ( $1 \frac{13}{16}$ " ) y 47.63 mm ( $1 \frac{7}{8}$ " ) y un peso comprendido entre 390 g y 445 g.

Tabla N°3.1.6.1.: Carga abrasiva dependiendo del tipo de granulometría de ensayo A, B, C, D.

| Granulometría de ensayo | Número de esferas | Peso Total g  |
|-------------------------|-------------------|---------------|
| A                       | 12                | $5000 \pm 25$ |
| B                       | 11                | $4584 \pm 25$ |
| C                       | 8                 | $3330 \pm 20$ |
| D                       | 6                 | $2500 \pm 15$ |

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



La muestra consiste en agregado limpio por lavado y secado en horno a una temperatura constante comprendida entre 105 y 110 °C (221 a 230°F), separada por fracciones de cada tamaño y recombinadas con una de las granulometrías indicadas en la siguiente Tabla 2. La granulometría o granulometrías elegidas serán representativas del agregado tal y como va a ser utilizado en la obra. La muestra antes de ensayada deberá ser pesada con aproximación de 1 g.

Tabla N°3.1.6.2.: *Granulometría de la muestra de agregado para ensayo*

| Pasa Tamiz |        | Retenido en tamiz |      | Pesos y Granulometrías de la Muestra para ensayo (g) |           |           |           |
|------------|--------|-------------------|------|--|-----------|-----------|-----------|
| mm         | alt.   | mm                | alt  | A  | B         | C         | D         |
| 37.5       | 1 1/2" | 25.0              | 1"   | 1250 ± 25  |           |           |           |
| 25.0       | 1"     | 19.0              | 3/4" | 1250 ± 25  |           |           |           |
| 19.0       | 3/4"   | 12.5              | 1/2" | 1250 ± 10  | 2500 ± 10 |           |           |
| 12.5       | 1/2"   | 9.5               | 3/8" | 1250 ± 10  | 2500 ± 10 | 2500 ± 10 |           |
| 9.5        | 3/8"   | 6.3               | 1/4" |  |           | 2500 ± 10 |           |
| 6.3        | 1 1/4" | 4.75              | N°4  |  |           |           | 5000 ± 10 |
| 4.75       | N°4    | 2.36              | N°8  | 5000 ± 10  | 2500 ± 10 | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 |

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

### 3.1.7. Elaboración y Curado en el Laboratorio 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.

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.



**a. Equipo para Ensayo:**

- 03 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 E 705.
- 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.



### 3.1.8. 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 E 701, "Toma de la muestras de concreto fresco".

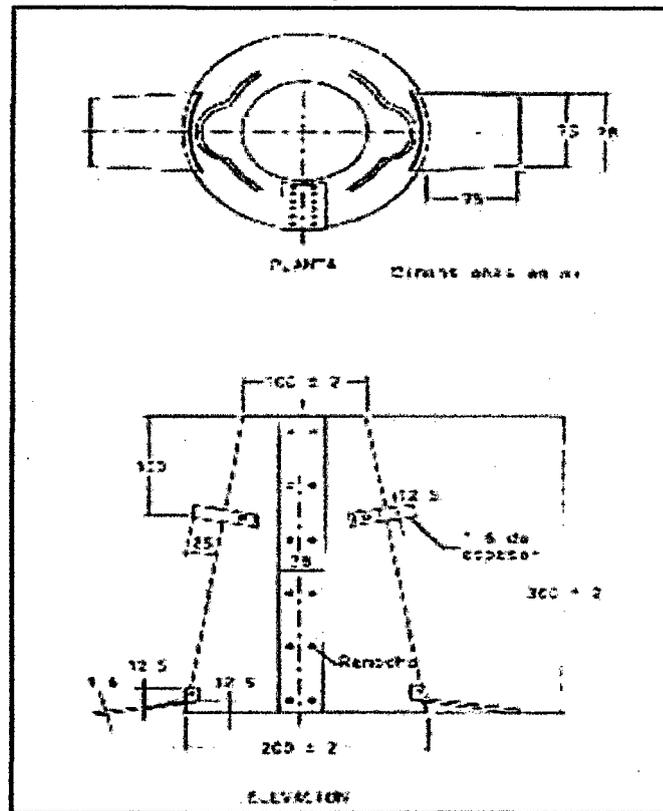
La muestra que se utiliza en el ensayo debe ser representativa del concreto. Dicha muestra debe obtenerse de acuerdo con la norma citada.

#### a. 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 2.9.7. La costura de la lámina debe ser esencialmente como la indicada en la Figura 2.9.7. El interior del molde debe ser liso y sin protuberancias.



Figura 3.1.8.1.: 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".

### 3.1.9. Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos 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.

**a. Equipo para Ensayo:**

- 01 Máquina de ensayo.
- 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°3.1.9.1.
- 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° 3.1.9.1: *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*



---

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

**b. De los resultados:**

El resultado del ensayo de Resistencia a la compresión de los testigos de concreto se encuentra en los anexos siguientes.



## **CAPITULO IV**

---

# **RESULTADOS Y DISCUSION**



## Capítulo IV: RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presentan los resultados de los ensayos realizados a los agregados utilizando primordialmente el agregado de concreto reciclado de obra para calcular el Diseño de Mezcla de acuerdo al Método de Diseño del Comité 211 del ACI.

Luego con los resultados obtenidos se procedió a la elaboración de los testigos de concreto, de esta manera después de 07, 14 y 28 días respectivamente de curado, los testigos se sometieron al Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Se realizaron testigos fabricados con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado (0 % AR, el 25 % AR, el 50 % AR y el 100 % AR) con resistencia a compresión de  $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  y  $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$ . En todos los concretos se utilizó arena natural (Cantera La Cumbre) y el agregado grueso natural utilizado (Cantera Huambacho).

Se elaboraron 72 testigos cilíndricos 36 testigos cilíndricos con una resistencia a la compresión de  $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  y 36 testigos cilíndricos con una resistencia a la compresión de  $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$  (de diferentes porcentajes de Agregado reciclado). Se llevó a cabo una predicción analítica de los resultados experimentales.

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 detallada en este capítulo.



**4.1. RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS REALIZADO A LOS  
 AGREGADOS PARA EL CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLA.**

**CUADRO N° 4.1.1: RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL  
 AGREGADO GRUESO. "AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO"**

| <b>AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO</b> |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Tamaño Máximo Nominal                 | 3/4"                      |
| Peso Unitario Suelto                  | 1197.92 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Unitario Compactado              | 1419.50 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                             | 3.78%                     |
| Contenido de Humedad                  | 0.54%                     |
| Peso Especifico                       | 2.32 gr/cm <sup>3</sup>   |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.1.2: RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL  
 AGREGADO GRUESO. "PIEDRA CHANCADA" - CANTERA:  
 HUAMBACHO**

| <b>AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)</b> |                           |
|--|---------------------------|
| Tamaño Máximo Nominal                    | 3/4"                      |
| Peso Unitario Suelto                     | 1482.04 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Unitario Compactado                 | 1687.12 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                                | 0.27%                     |
| Contenido de Humedad                     | 0.26%                     |
| Peso Especifico                          | 2.80 gr/cm <sup>3</sup>   |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.1.3: RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL  
 AGREGADO FINO. "ARENA GRUESA" - CANTERA: LA CUMBRE**

| <b>AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)</b> |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Módulo de Fineza                    | 2.98                      |
| Peso Unitario Suelto                | 1632.00 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Unitario Compactado            | 1803.00 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                           | 1.01%                     |
| Contenido de Humedad                | 0.47%                     |
| Peso Especifico                     | 2.66 gr/cm <sup>3</sup>   |

FUENTE: Elaboración propia



**CUADRO N° 4.1.4: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS  
AGREGADOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c= 175\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 0% AR.**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 175 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Y $AR=0\%$ |                       |
|---|-----------------------|
| Proporción en Volumen Húmedo                                  |                       |
| Cemento   | 1                     |
| Agregado Fino Húmedo  | 2.29 pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo  | 3.11 pie <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva   | 26.93 lts/bls         |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.1.5: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS  
AGREGADOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c= 175\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 25% AR.**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 175 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Y $AR=25\%$ |                       |
|--|-----------------------|
| Proporción en Volumen Húmedo                                   |                       |
| Cemento  | 1                     |
| Agregado Fino Húmedo   | 2.28 pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo   | 3.14 pie <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva  | 27.94 lts/bls         |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.1.6: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS  
AGREGADOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c= 175\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 50% AR.**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 175 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Y $AR=50\%$ |                       |
|--|-----------------------|
| Proporción en Volumen Húmedo                                   |                       |
| Cemento  | 1                     |
| Agregado Fino Húmedo   | 2.27 pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo   | 3.17 pie <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva  | 28.86 lts/bls         |

FUENTE: Elaboración propia



**CUADRO N° 4.1.7: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS  
 AGREGADOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c= 175Kg/Cm^2$ , CON 100% AR.**

| <b>DISEÑO DE MEZCLA <math>F'c= 175 kg/cm^2</math> Y <math>AR=100\%</math></b> |                       |
|---|-----------------------|
| Proporción en Volumen Húmedo  |                       |
| Cemento   | 1                     |
| Agregado Fino Húmedo  | 2.25 pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo  | 3.24 pie <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva   | 30.46 lts/bls         |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.1.8: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS  
 AGREGADOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c= 210Kg/Cm^2$ , CON 0% AR**

| <b>DISEÑO DE MEZCLA <math>F'c= 210 Kg/cm^2</math> Y <math>AR=0\%</math></b> |                       |
|---|-----------------------|
| Proporción en Volumen Húmedo  |                       |
| Cemento   | 1                     |
| Agregado Fino Húmedo  | 1.95 pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo  | 2.76 pie <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva   | 23.87 lts/bls         |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.1.9: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS  
 AGREGADOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c= 210Kg/Cm^2$ , CON 25% AR**

| <b>DISEÑO DE MEZCLA <math>F'c= 210 Kg/cm^2</math> Y <math>AR=25\%</math></b> |                       |
|--|-----------------------|
| Proporción en Volumen Húmedo   |                       |
| Cemento  | 1                     |
| Agregado Fino Húmedo   | 1.94 pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo   | 2.78 pie <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva  | 24.76 lts/bls         |

FUENTE: Elaboración propia



**CUADRO N° 4.1.10: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS  
AGREGADOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c= 210\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 50% AR**

| <b>DISEÑO DE MEZCLA <math>F'c= 210\text{Kg}/\text{cm}^2</math> Y <math>AR=50\%</math></b> |                       |
|---|-----------------------|
| Proporción en Volumen Húmedo  |                       |
| Cemento   | 1                     |
| Agregado Fino Húmedo  | 1.93 pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo  | 2.81 pie <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva   | 25.58 lts/bls         |

*FUENTE: Elaboración propia*

**CUADRO N° 4.1.11: RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LOS  
AGREGADOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c= 210\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 100% AR**

| <b>DISEÑO DE MEZCLA <math>F'c= 210\text{Kg}/\text{cm}^2</math> Y <math>AR=100\%</math></b> |                       |
|--|-----------------------|
| Proporción en Volumen Húmedo   |                       |
| Cemento  | 1                     |
| Agregado Fino Húmedo   | 1.91 pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo   | 2.88 pie <sup>3</sup> |
| Agua Efectiva  | 27.00 lts/bls         |

*FUENTE: Elaboración propia*

**4.2. RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES PARA LA  
ELABORACION DE 3 TESTIGOS DE CONCRETO REALIZADOS CON  
DIFERENTE PORCENTAJE DE AGREGADO DEL CONCRETO  
RECICLADO.**



**CUADRO N° 4.2.1: RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES  
PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c=$   
 $175\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 0% AR.**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 175 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Y $AR=0\%$ |                        |
|---|------------------------|
| CANTIDAD DE MATERIALES  |                        |
| Cemento   | 6.52 Kg                |
| Agregado Fino Húmedo  | 9958.54 $\text{Cm}^3$  |
| Agregado Grueso Húmedo  | 13498.86 $\text{Cm}^3$ |
| Agua Efectiva   | 4.13 Lts               |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.2.2: RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES  
PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c=$   
 $175\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 25% AR**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 175 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Y $AR=25\%$ |                        |
|--|------------------------|
| CANTIDAD DE MATERIALES   |                        |
| Cemento  | 6.50 Kg                |
| Agregado Fino Húmedo   | 9888.30 $\text{Cm}^3$  |
| Agregado Grueso Húmedo   | 13582.76 $\text{Cm}^3$ |
| Agua Efectiva  | 4.27 Lts               |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.2.3: RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES  
PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c=$   
 $175\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 50% AR.**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 175 \text{ kg}/\text{cm}^2$ Y $AR=50\%$ |                        |
|--|------------------------|
| CANTIDAD DE MATERIALES   |                        |
| Cemento  | 6.47 Kg                |
| Agregado Fino Húmedo   | 9811.73 $\text{Cm}^3$  |
| Agregado Grueso Húmedo   | 13674.29 $\text{Cm}^3$ |
| Agua Efectiva  | 4.40 Lts               |

FUENTE: Elaboración propia



**CUADRO N° 4.2.4: RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES  
PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c=$   
 $175\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 100% AR.**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ Y $AR=100\%$ |                        |
|--|------------------------|
| CANTIDAD DE MATERIALES                                   |                        |
| Cemento  | 6.42 Kg                |
| Agregado Fino Húmedo                                     | 9635.61 $\text{Cm}^3$  |
| Agregado Grueso Húmedo                                   | 13885.11 $\text{Cm}^3$ |
| Agua Efectiva  | 4.60 Lts               |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.2.5: RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES  
PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c=$   
 $210\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 0% AR.**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ Y $AR=0\%$ |                        |
|--|------------------------|
| CANTIDAD DE MATERIALES                                 |                        |
| Cemento  | 7.32Kg                 |
| Agregado Fino Húmedo                                   | 9485.86 $\text{Cm}^3$  |
| Agregado Grueso Húmedo                                 | 13440.14 $\text{Cm}^3$ |
| Agua Efectiva  | 4.11 Lts               |

FUENTE: Elaboración propia

**CUADRO N° 4.2.6: RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES  
PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c=$   
 $210\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 25% AR.**

| DISEÑO DE MEZCLA $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ Y $AR=25\%$ |                        |
|---|------------------------|
| CANTIDAD DE MATERIALES                                  |                        |
| Cemento   | 7.29 Kg                |
| Agregado Fino Húmedo                                    | 9417.41 $\text{Cm}^3$  |
| Agregado Grueso Húmedo                                  | 13523.86 $\text{Cm}^3$ |
| Agua Efectiva   | 4.25 Lts               |

FUENTE: Elaboración propia



**CUADRO N° 4.2.7: RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES  
PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c=$   
 $210\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 50% AR.**

| <b>DISEÑO DE MEZCLA <math>F'c= 210\text{Kg}/\text{cm}^2</math> Y AR=50%</b> |                        |
|---|------------------------|
| <b>CANTIDAD DE MATERIALES</b>   |                        |
| Cemento   | 7.27                   |
| Agregado Fino Húmedo  | 9342.79 $\text{Cm}^3$  |
| Agregado Grueso Húmedo  | 13615.20 $\text{Cm}^3$ |
| Agua Efectiva   | 4.37 Lts               |

*FUENTE: Elaboración propia*

**CUADRO N° 4.2.8: RESULTADO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES  
PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS DE UNA RESISTENCIA  $F'c=$   
 $210\text{Kg}/\text{Cm}^2$ , CON 100% AR.**

| <b>DISEÑO DE MEZCLA <math>F'c= 210\text{Kg}/\text{cm}^2</math> Y AR=100%</b> |                        |
|--|------------------------|
| <b>CANTIDAD DE MATERIALES</b>  |                        |
| Cemento  | 7.21 Kg                |
| Agregado Fino Húmedo   | 9171.18 $\text{Cm}^3$  |
| Agregado Grueso Húmedo   | 13825.59 $\text{Cm}^3$ |
| Agua Efectiva  | 4.58 Lts               |

*FUENTE: Elaboración propia*

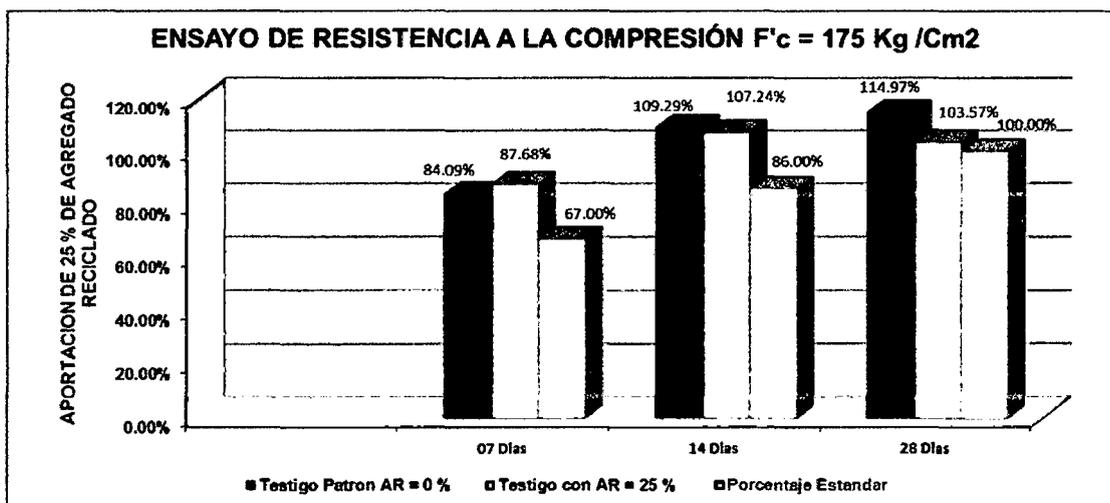


**4.3. COMPARACIÓN ENTRE TESTIGOS DE CONCRETO STANDAR (0% DE APORTE DE AGREGADO RECICLADO), CON TESTIGO DE CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO.**

**CUADRO N° 4.3.1: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS F'c= 175Kg/Cm<sup>2</sup> A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 25% AR.**

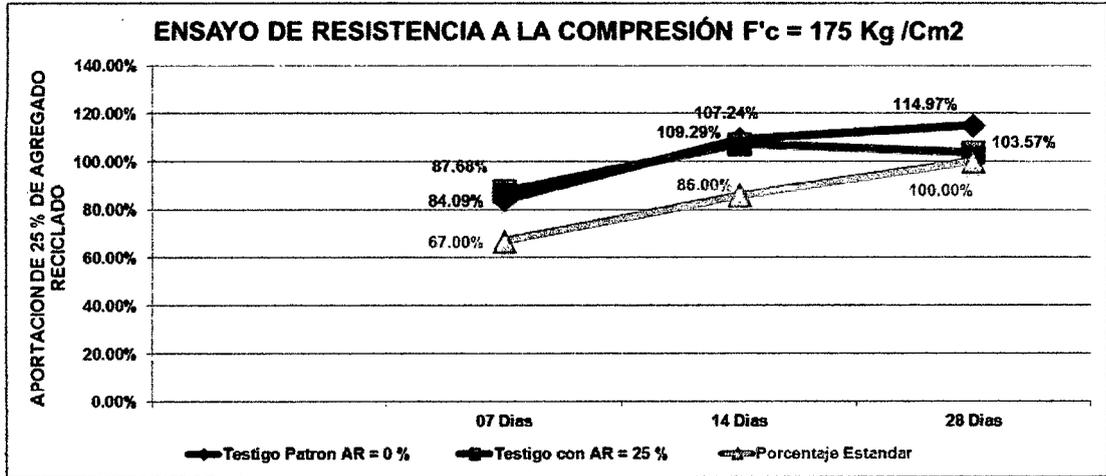
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 175 Kg<br>AR = 25 % |                         |                       |                     |
|---|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| EDAD  | Testigo Patron AR = 0 % | Testigo con AR = 25 % | Porcentaje Estandar |
| 07 Dias   | 84.09%                  | 87.68%                | 67.00%              |
| 14 Dias   | 109.29%                 | 107.24%               | 86.00%              |
| 28 Dias   | 114.97%                 | 103.57%               | 100.00%             |

**GRAFICO N° 4.3.1: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS F'c= 175Kg/Cm<sup>2</sup> A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 25% AR.**





**GRAFICO N° 4.3.2: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'_c = 175 \text{Kg/Cm}^2$  A  
LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 25% AR.**



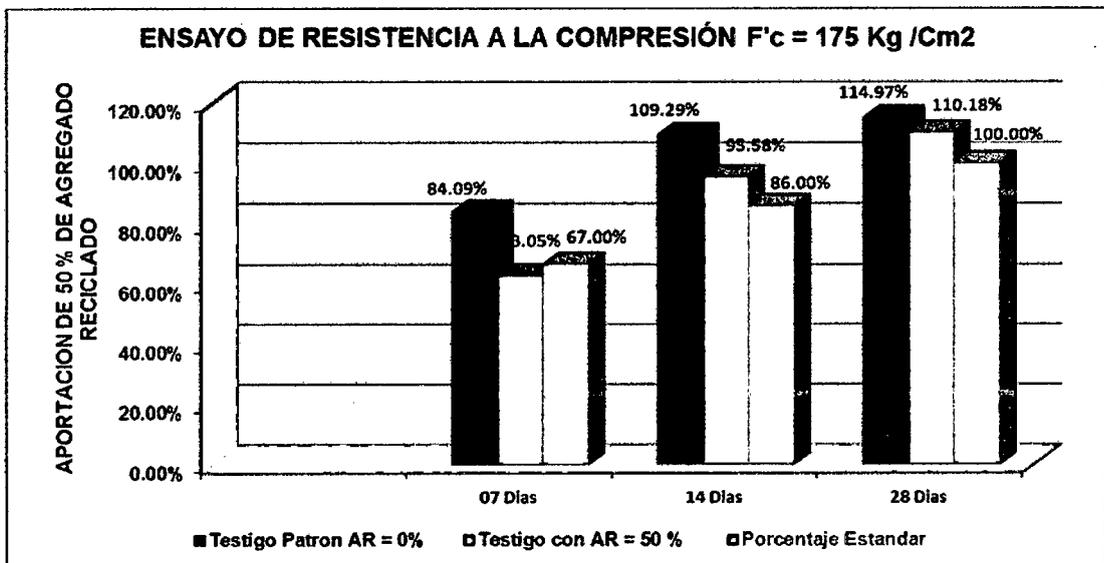
**COMENTARIO:** De acuerdo a los resultados podemos apreciar que el testigo patrón sobrepasó el porcentaje de resistencia estándar requerida a los 7, 14 y 28 días, por lo tanto es una muestra patrón aceptable, en comparación con el testigo trabajado con agregado reciclado AR=25%. El testigo a base de concreto reciclado muestra una mayor resistencia a los 7 días, y para los 14 y 28 su resistencia está por debajo del testigo patrón, pero siempre superando el porcentaje de resistencia estándar.



**CUADRO N° 4.3.2: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 175 \text{Kg}/\text{Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 50% AR.**

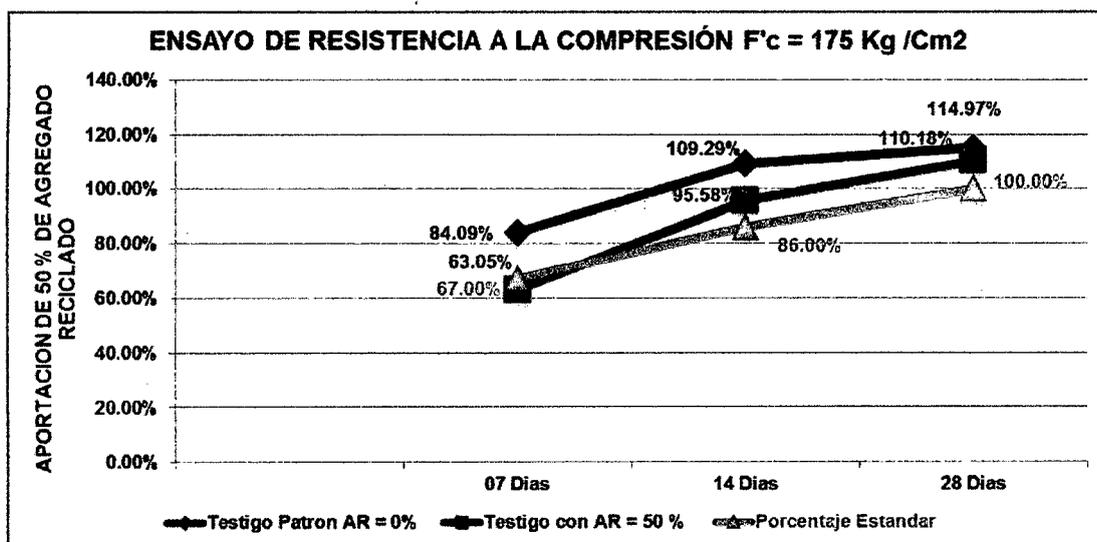
| <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <math>F'c = 175 \text{ Kg}</math><br/>AR = 50 %</b> |                        |                       |                     |
|--|------------------------|-----------------------|---------------------|
| EDAD   | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 50 % | Porcentaje Estandar |
| 07 Dias  | 84.09%                 | 63.05%                | 67.00%              |
| 14 Dias  | 109.29%                | 95.58%                | 86.00%              |
| 28 Dias  | 114.97%                | 110.18%               | 100.00%             |

**GRAFICO N° 4.3.3: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 175 \text{Kg}/\text{Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 50% AR.**





**GRAFICO Nº 4.3.4: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 175 \text{Kg/Cm}^2$  A  
LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 50% AR.**



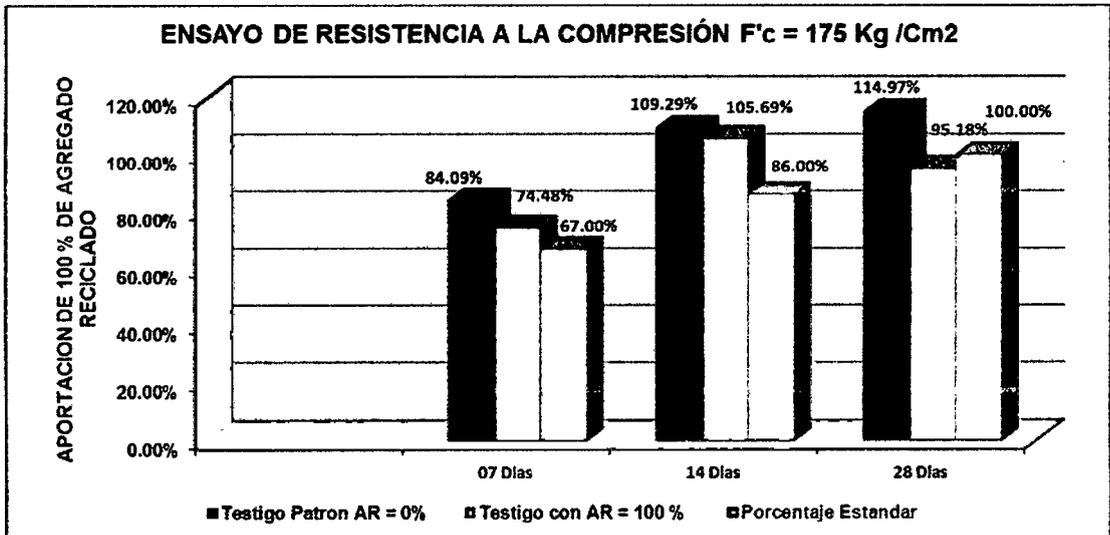
**COMENTARIO:** De acuerdo a los resultados podemos apreciar que el testigo patrón sobrepasó el porcentaje de resistencia estándar requerida a los 14 y 28 días, por lo tanto es una muestra patrón aceptable, en comparación con el testigo trabajado con agregado reciclado AR=50%. El testigo a base de concreto reciclado muestra una resistencia a los 7, 14 y 28 días por debajo del testigo patrón, pero siempre superando el porcentaje de resistencia estándar, a excepción de la resistencia a la compresión a los 7 días que se muestra ligeramente por debajo de la resistencia mínima requerida.



**CUADRO N° 4.3.3: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'_c = 175 \text{Kg/Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 100% AR.**

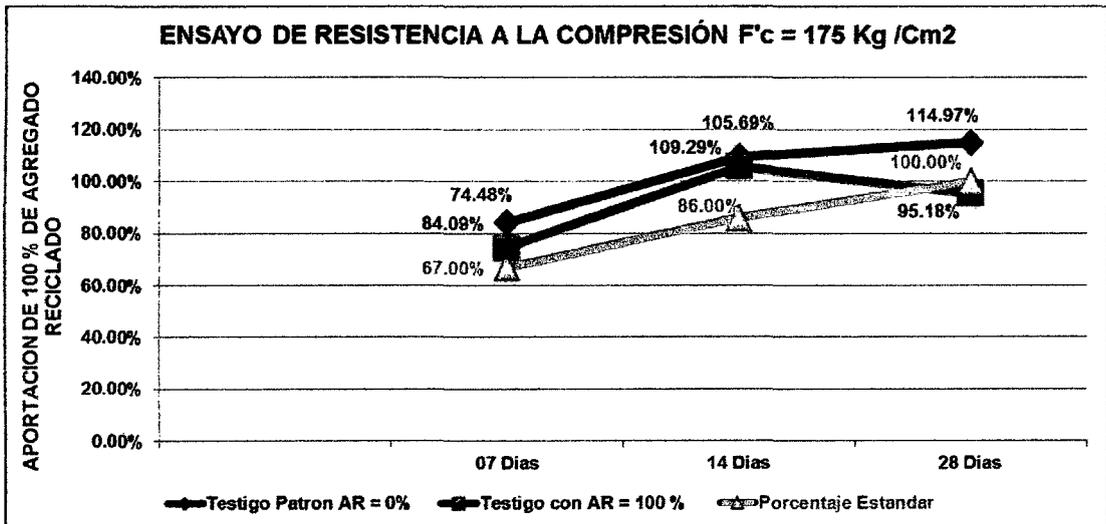
| <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <math>F'_c = 175 \text{ Kg}</math><br/>AR = 100 %</b> |                        |                        |                     |
|--|------------------------|------------------------|---------------------|
| EDAD   | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 100 % | Porcentaje Estandar |
| 07 Dias  | 84.09%                 | 74.48%                 | 67.00%              |
| 14 Dias  | 109.29%                | 105.69%                | 86.00%              |
| 28 Dias  | 114.97%                | 95.18%                 | 100.00%             |

**GRAFICO N° 4.3.5: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'_c = 175 \text{Kg/Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 100% AR.**





**GRAFICO N° 4.3.6: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 175 \text{Kg/Cm}^2$  A  
LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 100% AR.**



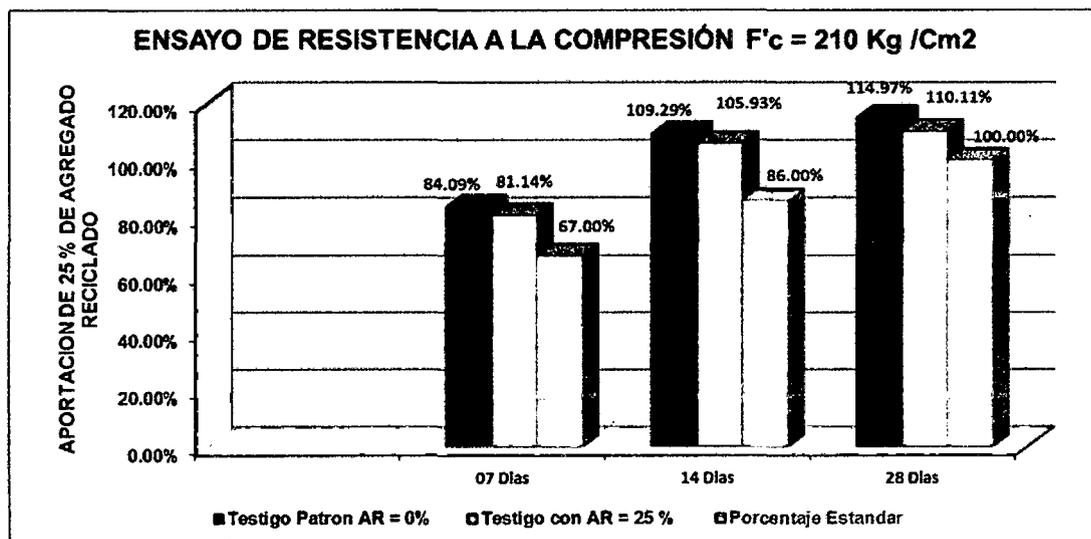
**COMENTARIO:** De acuerdo a los resultados podemos apreciar que el testigo patrón sobrepasó el porcentaje de resistencia estándar requerida a los 7, 14 y 28 días, por lo tanto es una muestra patrón aceptable, comparación con el testigo trabajado con agregado reciclado AR=100%. El testigo a base de agregado de concreto reciclado muestra una resistencia a los 7, 14 días por debajo del testigo patrón, pero siempre superando el porcentaje de resistencia estándar, a diferencia del testigo a base de agregado concreto reciclado que muestra una resistencia a los 28 días, por debajo del testigo patrón y ligeramente por debajo del porcentaje de la resistencia estándar.



**CUADRO N° 4.3.4: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A  
LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 25% AR**

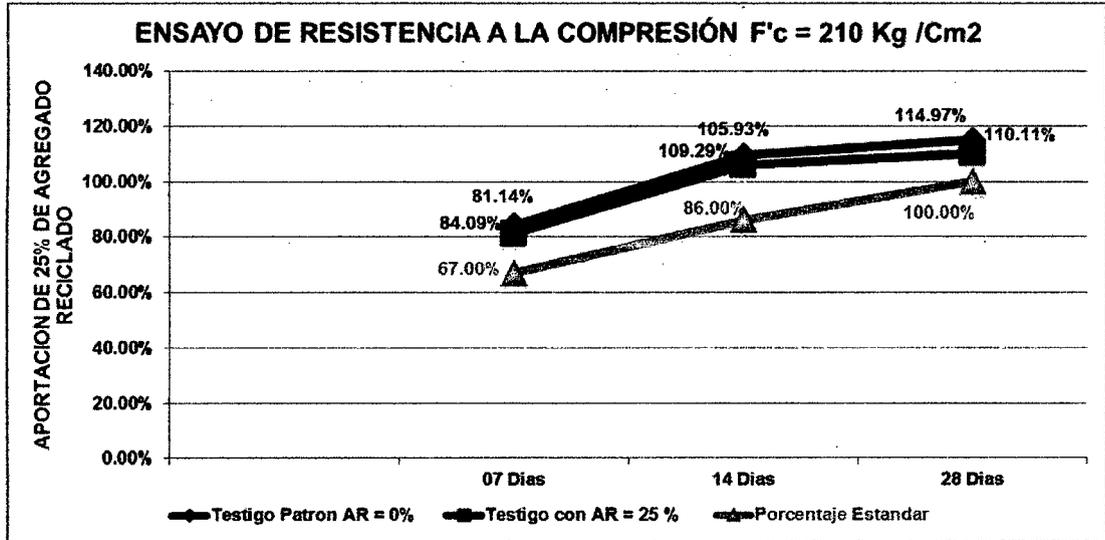
| <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <math>F'c = 210 \text{ Kg}</math><br/>AR = 25 %</b> |                        |                       |                     |
|--|------------------------|-----------------------|---------------------|
| EDAD   | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 25 % | Porcentaje Estandar |
| 07 Dias  | 84.09%                 | 81.14%                | 67.00%              |
| 14 Dias  | 109.29%                | 105.93%               | 86.00%              |
| 28 Dias  | 114.97%                | 110.11%               | 100.00%             |

**GRAFICO N° 4.3.7: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A  
LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 25% AR.**





**GRAFICO N° 4.3.8: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A  
LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 25% AR.**



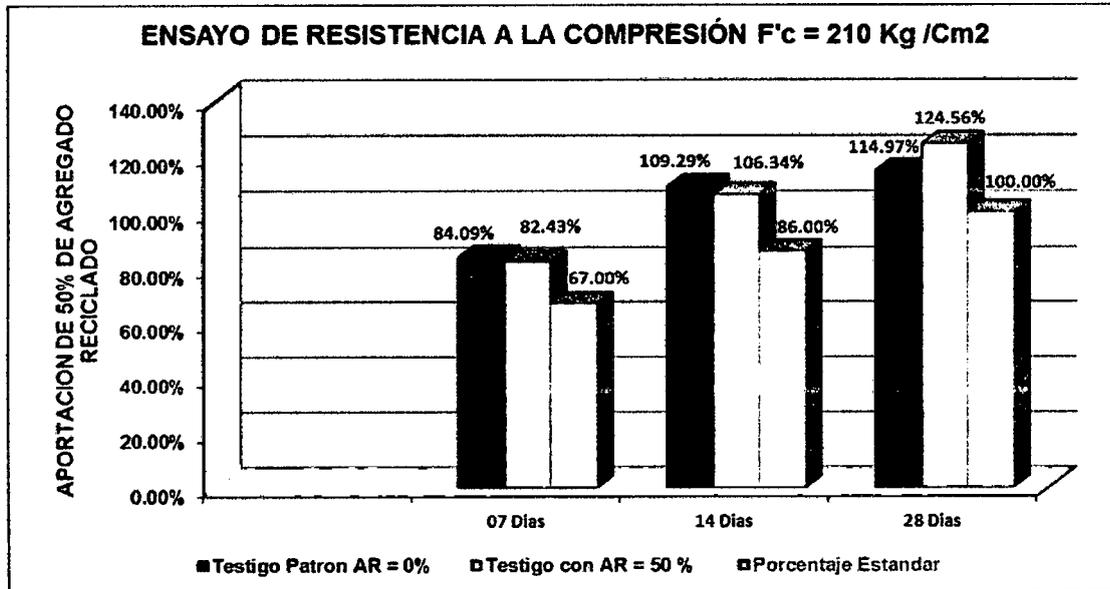
**COMENTARIO:** De acuerdo a los resultados podemos apreciar que el testigo patrón sobrepasó el porcentaje de resistencia estándar requerida a los 7, 14 y 28 días, por lo tanto es una muestra patrón aceptable, en comparación con el testigo trabajado con agregado reciclado AR=25%. El testigo a base de agregado de concreto reciclado muestra una resistencia a los 7, 14 y 28 días por debajo del testigo patrón, pero siempre más arriba que el porcentaje de resistencia estándar.



**CUADRO N° 4.3.5: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 50% AR**

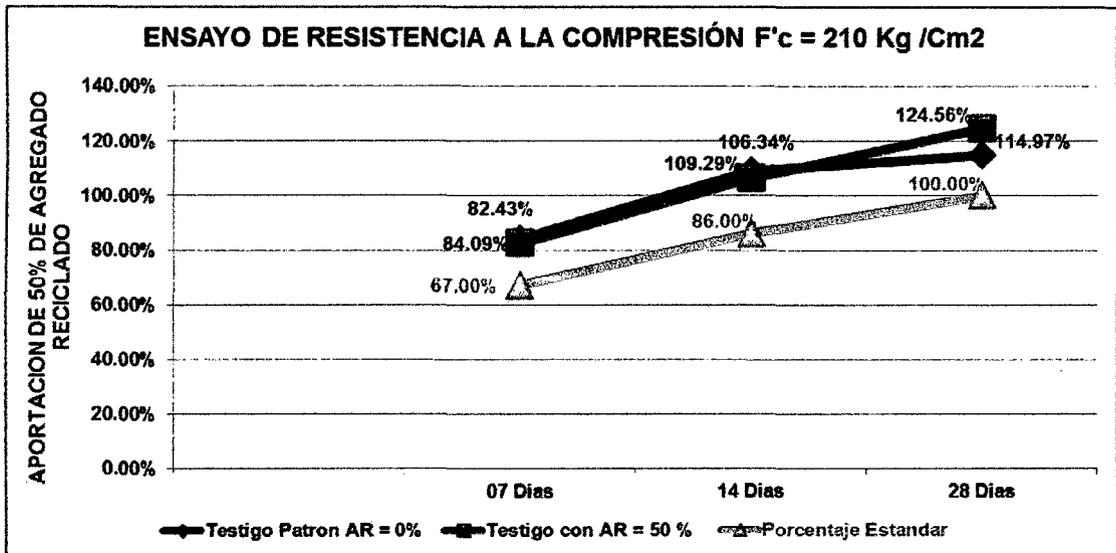
| <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <math>F'c = 210 \text{ Kg}</math><br/>AR = 50 %</b> |                        |                       |                     |
|--|------------------------|-----------------------|---------------------|
| EDAD   | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 50 % | Porcentaje Estandar |
| 07 Dias  | 84.09%                 | 82.43%                | 67.00%              |
| 14 Dias  | 109.29%                | 106.34%               | 86.00%              |
| 28 Dias  | 114.97%                | 124.56%               | 100.00%             |

**GRAFICO N° 4.3.9: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 50% AR.**





**GRAFICO Nº 4.3.10: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 50% AR.**



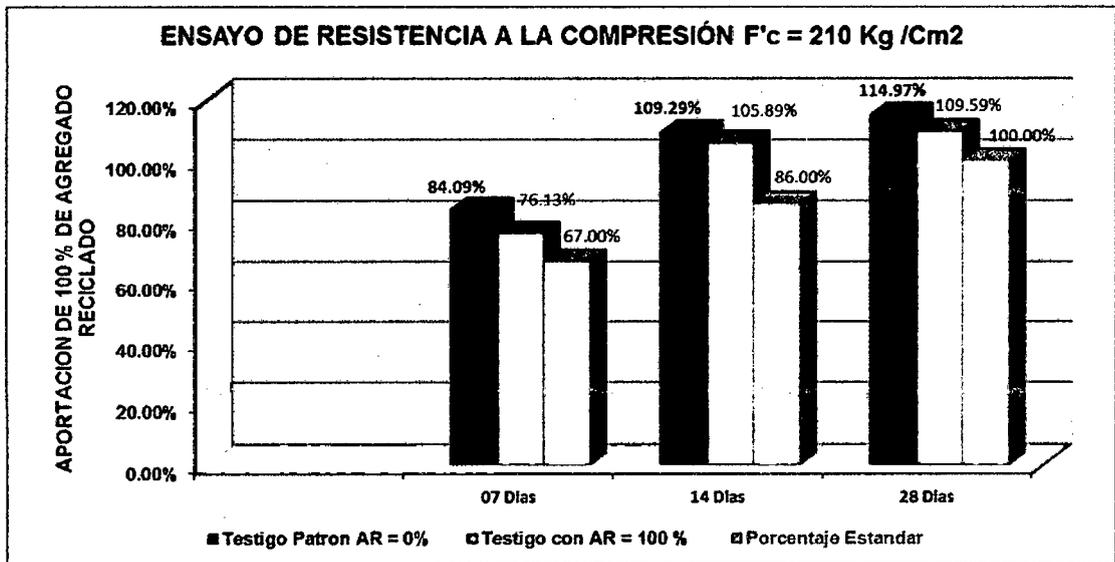
**COMENTARIO:** De acuerdo a los resultados podemos apreciar que el testigo patrón sobrepasó el porcentaje de resistencia estándar requerida a los 7, 14 y 28 días, por lo tanto es una muestra patrón aceptable para la comparación con el testigo trabajado con agregado reciclado AR=50%. El testigo a base de agregado de concreto reciclado muestra una resistencia a los 7, 14 días por debajo del testigo patrón, pero siempre más arriba que el porcentaje de resistencia estándar. A comparación del testigo a base de agregado de concreto reciclado muestra una resistencia a los 28 días por encima del testigo patrón y del porcentaje de resistencia estándar.



**CUADRO N° 4.3.6: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 100% AR**

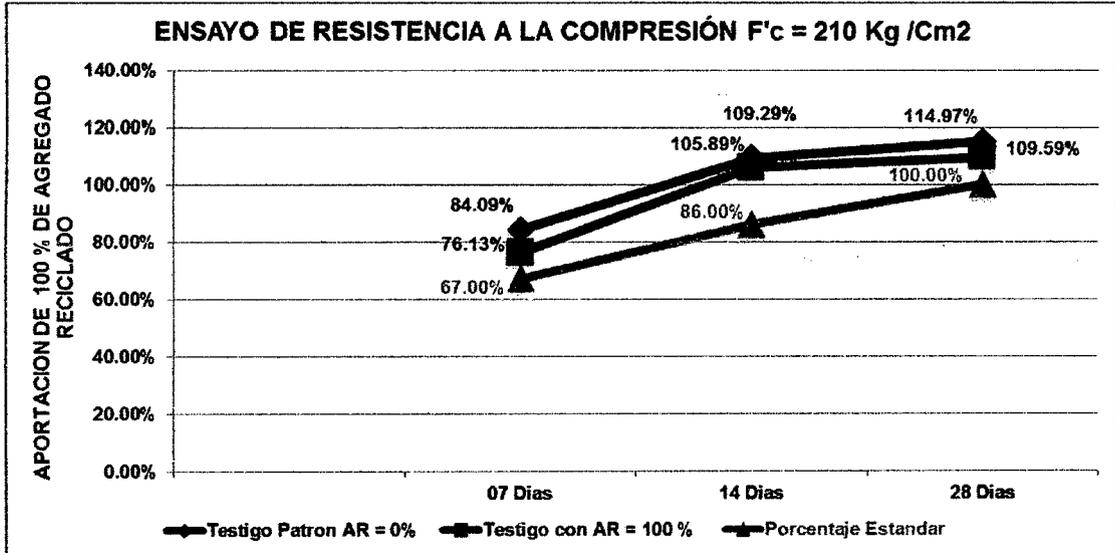
| <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <math>F'c = 210 \text{ Kg}</math><br/>AR = 100 %</b> |                        |                       |                     |
|---|------------------------|-----------------------|---------------------|
| EDAD  | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 100% | Porcentaje Estandar |
| 07 Dias   | 84.09%                 | 76.13%                | 67.00%              |
| 14 Dias   | 109.29%                | 105.89%               | 86.00%              |
| 28 Dias   | 114.97%                | 109.59%               | 100.00%             |

**GRAFICO N° 4.3.11: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 100% AR.**





**GRAFICO N° 4.3.12: COMPARACION CON RESULTADOS DE LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS  $F'c = 210 \text{Kg/Cm}^2$  A  
LOS 7, 14 Y 28 DIAS, CON 100% AR.**



**COMENTARIO:** De acuerdo a los resultados podemos apreciar que el testigo patrón sobrepasó el porcentaje de resistencia estándar requerida a los 7, 14 y 28 días, por lo tanto es una muestra patrón aceptable para la comparación con el testigo trabajado con agregado reciclado AR=100%. El testigo a base de agregado de concreto reciclado muestra una resistencia a los 7, 14 y 28 días por debajo del testigo patrón, pero siempre superior que el porcentaje de resistencia estándar.



## **CAPITULO V**

---

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES:

- De la hipótesis planteada se concluye que; la variación de la resistencia a la compresión del concreto estará en función a los distintos porcentajes utilizados de agregado de concreto reciclado, como se demuestra en los resultados del desarrollo de esta investigación.
- La mezcla con un aporte de 25% de agregado de concreto reciclado según los resultados, demuestran que se tiene un incremento de la resistencia a la compresión de manera ascendente y homogéneo, sin embargo los gastos operativos en la producción del mismo son más elevados en comparación con la utilización del 50% de agregado de concreto reciclado, debido a que en esta proporción genera el uso de mayor cantidad de agregado grueso natural.
- Se concluye que el porcentaje más idóneo del agregado de concreto reciclado a utilizar, según los resultados obtenidos, demuestran que es de una proporción de 50% de agregado de concreto reciclado y 50% de agregado natural, en esta proporción se tienen un incremento de la resistencia a la compresión ascendente y homogéneo.



- La mezcla con un aporte del 100% de agregado de concreto reciclado según los resultados obtenidos demuestran que se tiene una irregularidad en la resistencia a la compresión, no siendo homogénea ni uniforme, estos presentan un alto grado de inestabilidad. Solo se recomienda su uso para construcciones ordinarias. (veredas, sobrecimientos, pisos, etc.)
- De los ensayos realizados se demuestra que el uso de agregado de concreto reciclado en la preparación de concreto, genera la utilización de mayor cantidad de agua, este agregado presenta una mayor capacidad de absorción, debido a la porosidad de sus partículas producto del mortero adherido.
- Las propiedades físicas del agregado de concreto reciclado; como el peso específico, absorción y los pesos unitarios, dependerán del origen del concreto reciclado.

## 5.2. RECOMENDACIONES:

- El uso de concreto con una proporción del 25% de agregado de concreto reciclado y una resistencia a la compresión de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, puede ser recomendable para usos de concreto estructural en casos especiales.
- El uso de concreto con una proporción del 50% de agregado de concreto reciclado y una resistencia a la compresión de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, puede ser utilizados en concreto estructurales.



- La utilización de concreto con una proporción del 100% de agregado de concreto reciclado con una resistencia a la compresión de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, puede ser recomendable para usos de concreto simple como pisos, sobrecimientos, veredas, etc.
- Para garantizar el uso de un agregado de concreto reciclado se debe tener en cuenta el origen del mismo.
- A futuro (50 años aprox.) se recomienda la utilización de plantas procesadoras para la comercialización masiva del agregado de concreto reciclado. Debido a que muchas infraestructuras de cierta importancia como el Hospital Regional, Hospital La caleta y edificaciones de las universidades serán demolidas, y los botaderos se incrementaran generando un impacto ambiental negativo, sumándose a esto la escasez de las canteras de agregado; esta problemática generará el uso masivo de concreto reciclado.



## **CAPITULO VI**

---

# **REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**



---

## CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ❖ Rivva López Enrique (2000). *"Tecnología del concreto ACI"* (Primera Edición).
- ❖ Rivva López Enrique (2010). *"Materiales para el concreto"* (Segunda Edición).
- ❖ Rivva López Enrique (2010). *"Diseño de Mezclas"* (Primera Edición).
- ❖ Pasquel Carbajal Enrique (1998). *"Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú"* (Segunda Edición).
- ❖ Gonzales Sandoval Federico (1995). *"Manual de Supervisión de Obras de Concreto"* (Segunda Edición).
- ❖ Ministerio de Transportes, Comunicaciones. *"Manual de Ensayo de Materiales"* (EM 2000) – MTC.
- ❖ Tesis Doctoral "Experimental Study On Microstructure And Structural Behaviour Of Recycled Aggregate Concrete", March 2004, Barcelona, España.



# **ANEXOS**

---



# ANEXO I

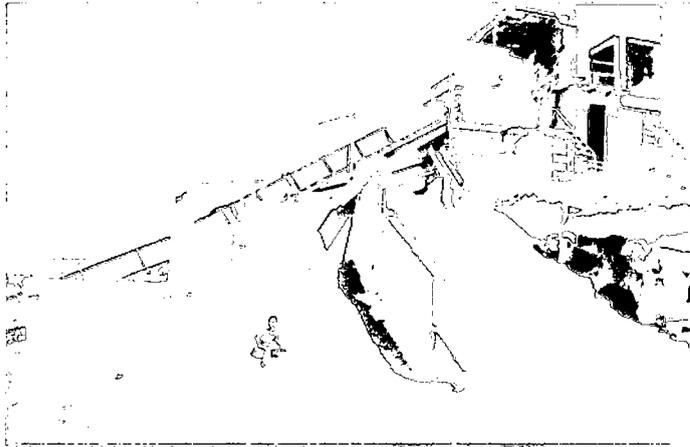
---

## PANEL FOTOGRÁFICO



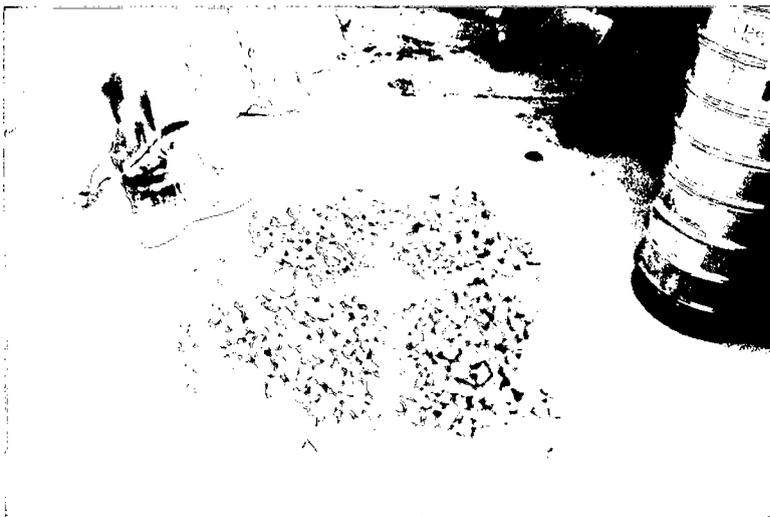
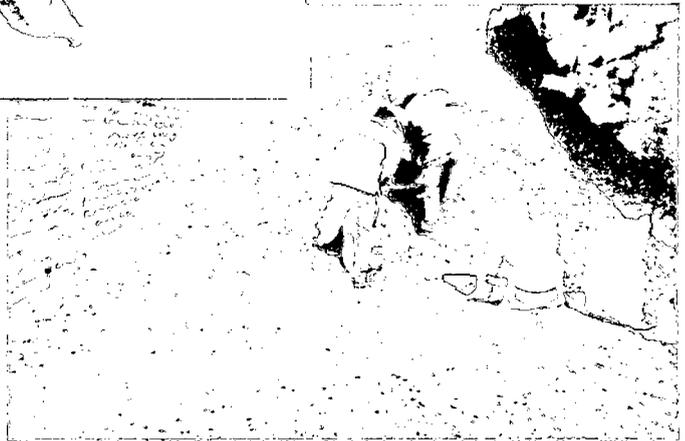
## PANEL FOTOGRAFICO

### **I. AGREGADO GRUESO: Piedra Chancada " CANTERA MEDINA – HUAMBACHO"**



**Foto N°01:**

*Utilización del material de agregado grueso – piedra chancada de la cantera "MEDINA", ubicada en Huambacho.*



**Foto N°02:**

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



**Foto N°03:**  
Proceso de tamizado del agregado grueso para su análisis granulométrico retenido en las diversas mallas.



**Foto N°04:**  
Muestras representativa del agregado grueso para la determinación de su contenido de humedad.

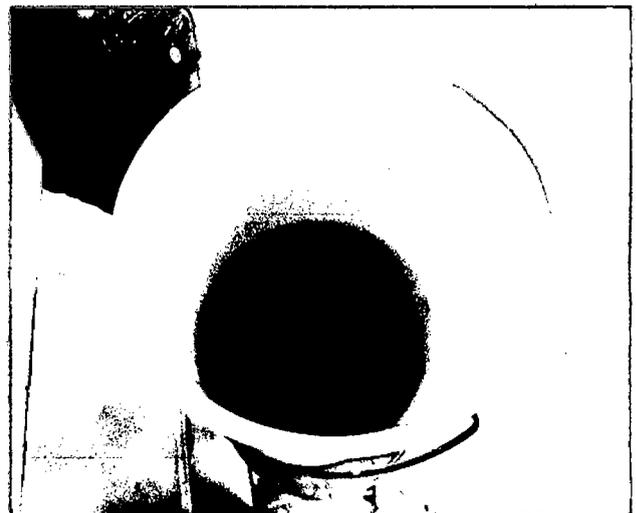


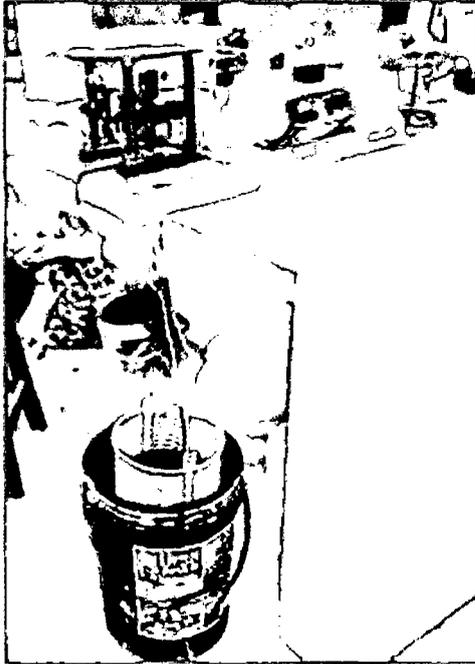
**Foto N°05:**

*Luego de terminar de llenar el cubo con el agregado grueso (piedra chancada), se pesa el cubo con el material compactado y suelto para la determinación del peso específico.*

**Foto N°06:**

*Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un pifio absorbente de gran tamaño. Hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores*





**Foto N°07:**

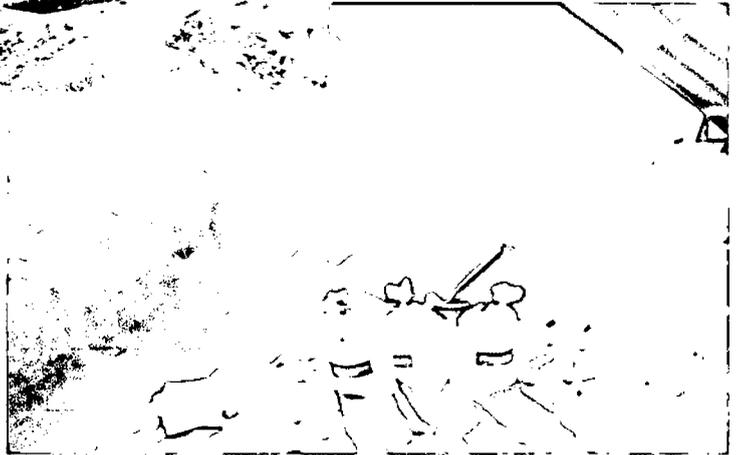
A continuación, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua. Se seca entonces la muestra en horno a 100° °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 hora y se determina su peso seco hasta peso constante.



## II. AGREGADO FINO: ARENA GRUESA "CANTERA LA CUMBRE – SAMANCO"



**Foto N°01:**  
*Utilización del material de agregado fino – arena gruesa de la cantera "LA CUMBRE", ubicada en samanco.*



**Foto N°02:**  
*Proceso de selección de muestra representativa del agregado fino mediante los procesos de cuarteo.*



**Foto N°03:**

*Proceso de tamizado del agregado fino (arena gruesa), para su análisis granulométrico retenido en las diversas mallas.*



**Foto N°04:**

*Muestras representativa del agregado fino (arena gruesa), para la determinación de su contenido de humedad*





**Foto N°05:**

Luego de terminar de llenar el cubo con el agregado fino (arena gruesa), se pesa el cubo con el material compactado y suelto para la determinación del peso específico.



**Foto N°06:**

Se tiene inmerso el agregado fino bajo agua durante 24 horas. Terminado el tiempo se decanta cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y luego se extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de desecar la superficie de las partículas.

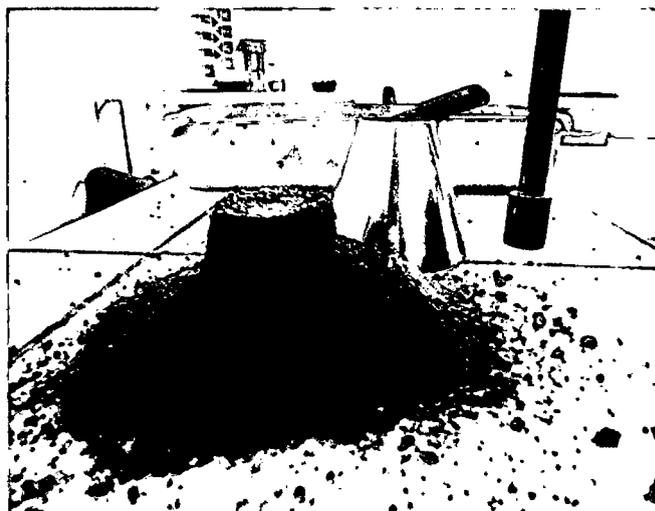
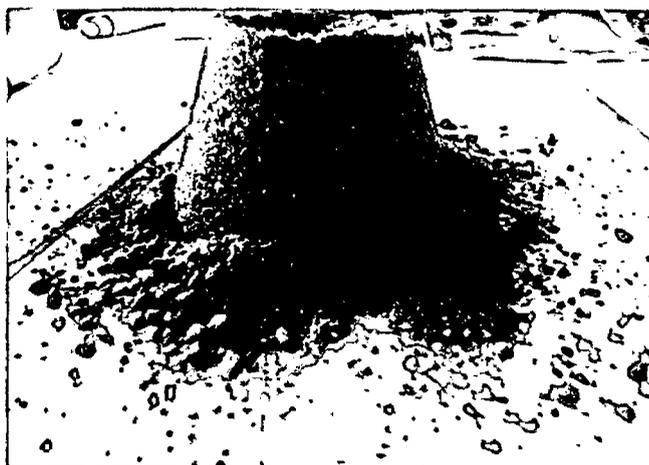


**Foto N°07:**

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, para luego apisonar ligeramente con 25 golpes con la varilla.

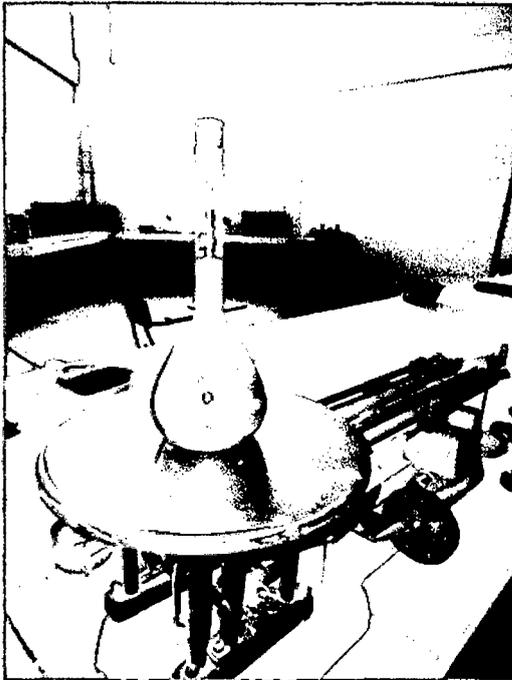
**Foto N°08:**

A continuación se levanta verticalmente el molde, Si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de agregado mantendrá su forma original



**Foto N°09:**

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.



**Foto N°10:**

*Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado, 500.0 g del agregado fino y se le añade agua hasta aproximadamente un 90 % de su capacidad; para así poder eliminar el aire atrapado introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21° y 25°C durante 1 hora.*

**Foto N°11:**

*Se saca el agregado fino del matraz y se deseca en el horno a 100 °C, hasta peso constante; se enfría al aire libre, a temperatura ambiente durante 1 hora y se determina finalmente su peso seco.*





### III. AGREGADO GRUESO RECICLADO: CHIMBOTE Y NUEVO CHIMBOTE



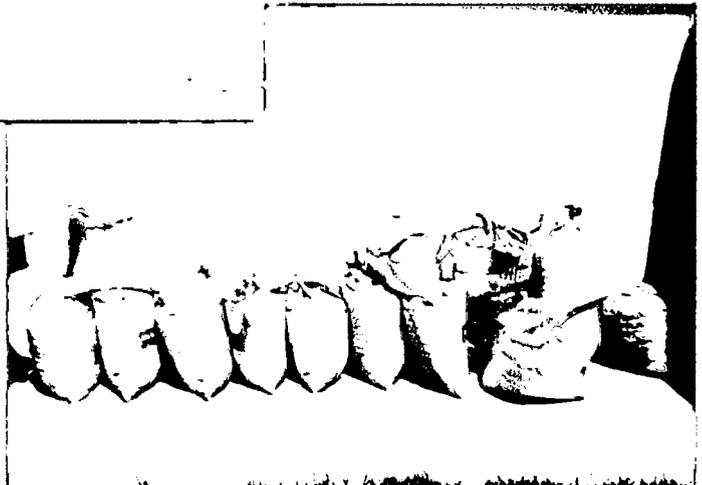
**Foto N°01:**

*Terminado de recolectar y almacenar se procede a triturar el concreto reciclado, para luego continuar con el tamizado para los ensayos respectivos de los agregados gruesos.*



**Foto N°02:**

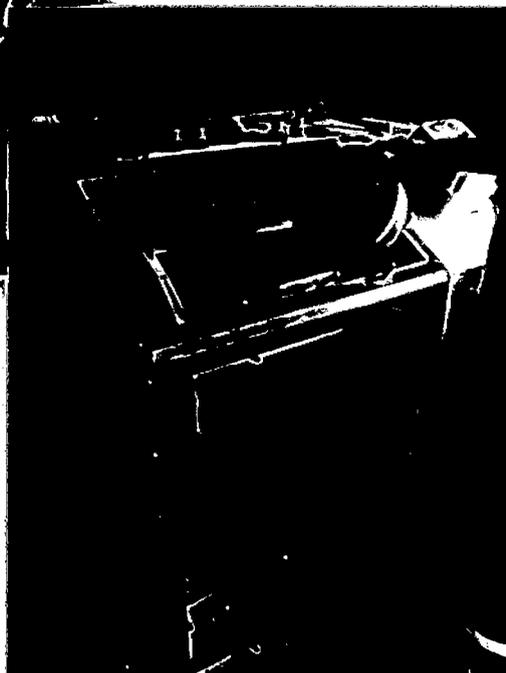
*Terminado de tamizarlo lo llevamos a realizar sus respectivos ensayos*





**Foto N°03:**

Se realizó el ensayo de abrasión  
Los Ángeles para analizar su  
desgaste.





#### IV. ELABORACION DE TESTIGOS DE CONCRETO EN EL LABORATORIO



**Foto N°01:**

*Todo el material listo  
para realizar los testigos  
de concreto*



**Foto N°02:**

*Calculando para  
tener la medida  
exacta de los  
materiales a utilizar.*



**Foto N°03:**

*Medida del agregado grueso y fino de acuerdo a la Dosificación determinada en el diseño de mezcla.*



**Foto N°04:**

*Medida del cemento así como del agua de acuerdo a la Dosificación determinada en el diseño de mezcla.*



**Foto N°05:**

*Materiales listos para el  
inicio del proceso de  
mezclado.*



**Foto N°06:**

*Mezclado de agregados,  
cemento y agua en el  
laboratorio, de acuerdo a las  
dosificaciones indicadas.*

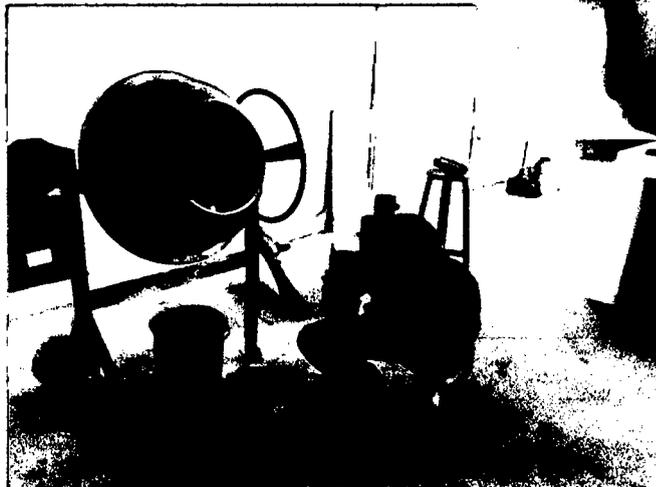
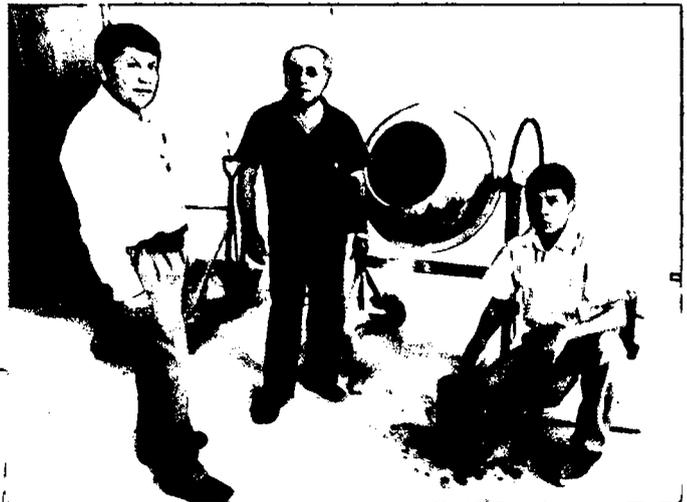


**Foto N°07:**

*Habilitación de los  
moldes para el  
llenado de los  
testigos de  
concreto.*

**Foto N°08:**

*Elaboración y llenado de los  
testigos de concreto con  
agregado de concreto  
reciclado.*





**Foto N°09:**

Proceso de llenado de los testigos de concreto según reglamento.



**Foto N°10:**

Curado de los testigos de concreto al día siguiente de su llenado.



**Foto N°11:**

*Medición de los testigos de  
concreto con agregado  
reciclado listos para la  
rotura.*



**Foto N°12:**

*Roturas de las diferentes  
probetas, para determinar  
su resistencia a la  
compresión.*



## **ANEXO II**

---

# **PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS**

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>TESIS</b>     | : TESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA - BACH. NEISER VIERA CABALLERO                                      |
| <b>UBICACIÓN</b> | : NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH   |
| <b>FECHA</b>     | : 23/10/2013  |
| <b>CANTERA</b>   | : CONCRETO RECICLADO  |
| <b>MUESTRA</b>   | : CONCRETO  |

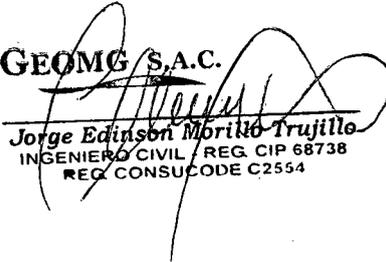
## Peso Específico de Sólidos ASTM C 127

|   | <b>BULK</b> | <b>SSS</b>  | <b>APARENTE</b> |
|---|-------------|-------------|-----------------|
| PESO DE CESTA SUMERGIDA                       | 381         | 381         | 381             |
| PIEDRA (SUMERGIDA) + CESTA (SUMERGIDA)        | 1607.4      | 1607.4      | 1607.4          |
| TARA DE PIEDRA SSS                            | 398.4       | 398.4       | 398.4           |
| PIEDRA SSS + TARA DE LA PIEDRA SSS            | 2493.4      | 2493.4      | 2493.4          |
| PIEDRA SSS SECA AL HORNO + TARA DE PIEDRA SSS | 2417.1      | 2417.1      | 2417.1          |
| PESO ESPECÍFICO DE LA PIEDRA                  | <b>2.32</b> | <b>2.41</b> | <b>2.55</b>     |

## Absorción de Sólidos (ASTM C 125)

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| PIEDRA SSS SECA AL HORNO | 2018.7      |
| PIEDRA SSS               | 2095        |
| ABSORCIÓN (%)            | <b>3.78</b> |

GEOMG S.A.C.

  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL / REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>TESIS</b>     | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA Y BACH. NEISER VIERA CABALLERO                                     |
| <b>UBICACIÓN</b> | : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  |
| <b>FECHA</b>     | : 14/10/2013   |
| <b>CANTERA</b>   | : HUAMBACHO  |
| <b>MUESTRA</b>   | : AGREGADO GRUESO  |

## Peso Específico de Sólidos ASTM C 127

|   | <b>BULK</b> | <b>SSS</b>  | <b>APARENTE</b> |
|---|-------------|-------------|-----------------|
| PESO DE CESTA SUMERGIDA                       | 183.29      | 183.29      | 183.29          |
| PIEDRA (SUMERGIDA) + CESTA (SUMERGIDA)        | 1442.5      | 1442.5      | 1442.5          |
| TARA DE PIEDRA SSS                            | 398.5       | 398.5       | 398.5           |
| PIEDRA SSS + TARA DE LA PIEDRA SSS            | 2355.2      | 2355.2      | 2355.2          |
| PIEDRA SSS SECA AL HORNO + TARA DE PIEDRA SSS | 2349.9      | 2349.9      | 2349.9          |
| PESO ESPECÍFICO DE LA PIEDRA                  | <b>2.80</b> | <b>2.81</b> | <b>2.82</b>     |

## Absorción de Sólidos (ASTM C 125)

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| PIEDRA SSS SECA AL HORNO | 1951.4      |
| PIEDRA SSS               | 1956.7      |
| ABSORCIÓN (%)            | <b>0.27</b> |

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>TESIS</b>     | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA Y BACH. NEISER VIERA CABALLERO                                     |
| <b>UBICACIÓN</b> | : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  |
| <b>FECHA</b>     | : 14/10/2013   |
| <b>CANTERA</b>   | : LA CUMBRE  |
| <b>MUESTRA</b>   | : AGREGADO FINO  |

## Peso Específico de Sólidos ASTM C 128

|   | MASIVO | MASIVO SSS | APARENTE |
|---|--------|------------|----------|
| PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECADA EN HORNO (gr)             | 495.0  | 495.0      | 495.0    |
| PESO DEL FIOLA LLENA DE AGUA A LA MARCA DE CALIBRACIÓN (gr) | 682.0  | 682.0      | 682.0    |
| PESO DEL PICNÓMETRO, CON LA MUESTRA Y EL AGUA (gr)          | 995.8  | 995.8      | 995.8    |
| PESO ESPECÍFICO   | 2.66   | 2.69       | 2.73     |

## Absorción de Sólidos (ASTM C 126)

|               |      |
|---------------|------|
| ABSORCIÓN (%) | 1.01 |
|---------------|------|

# GEOMG

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP. 68738  
REG. CONSUCODE C2554

|                  |  |              |              |
|------------------|--|--------------|--------------|
| <b>TESIS</b>     | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |              |              |
| <b>SOLICITA</b>  | : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA - BACH. NEISER VIERA CABALLERO                                     |              |              |
| <b>Ubicacion</b> | : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash                             | <b>Fecha</b> | : 23/10/2013 |

### DATOS DE LA MUESTRA

|                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| <b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b> | : CANTERA HUAMBACHO          |
| <b>USO DEL MATERIAL</b>          | : AGREGADO GRUESO - CONCRETO |

## ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES

(ASTM C-535)

| ABRASION DE LOS ANGELES    |        |
|----------------------------|--------|
| Gradación empleada         | A      |
| Número de revoluciones     | 500    |
| Peso inicial (gr)          | 5002   |
| Peso final N°12 (gr)       | 4056   |
| Coefficiente de desgaste % | 18.91% |

**PORCENTAJE DE DESGASTE :**

**18.91%**

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554  
VB: .....

|                  |  |              |              |
|------------------|--|--------------|--------------|
| <b>TESIS</b>     | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |              |              |
| <b>SOLICITA</b>  | : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA - BACH. NEISER VIERA CABALLERO                                     |              |              |
| <b>Ubicacion</b> | : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash                             | <b>Fecha</b> | : 23/10/2013 |

### DATOS DE LA MUESTRA

**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA** : CONCRETO RECICLADO

**USO DEL MATERIAL** : CONCRETO

### ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES

(ASTM C-535)

| <b>ABRASION DE LOS ANGELES</b> |        |
|--------------------------------|--------|
| Gradación empleada             | A      |
| Número de revoluciones         | 500    |
| Peso inicial (gr)              | 5000   |
| Peso final N°12 (gr)           | 3082   |
| Coefficiente de desgaste %     | 38.36% |

**PORCENTAJE DE DESGASTE : 38.36%**

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL / REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

VºBº: .....

|                  |  |              |              |
|------------------|--|--------------|--------------|
| <b>TESIS</b>     | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |              |              |
| <b>SOLICITA</b>  | : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA - BACH. NEISER VIERA CABALLERO                                     |              |              |
| <b>UBICACIÓN</b> | : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash                             | <b>Fecha</b> | : 23/10/2013 |

### DATOS DE LA MUESTRA

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| <b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b> | : CANTERA LA CUMBRE        |
| <b>USO DEL MATERIAL</b>          | : AGREGADO FINO - CONCRETO |

### EQUIVALENTE DE ARENA

#### ASTM D - 2419

| DETERMINACION N°                   | 1       | 2       | 3       |
|------------------------------------|---------|---------|---------|
| Saturación (hora inicial)          | 4:50 PM | 4:52 PM | 4:54 PM |
| Saturación (hora final)            | 5:00 PM | 5:02 PM | 5:04 PM |
| Prueba de ensayo (hora inicial)    | 5:02 PM | 5:04 PM | 5:06 PM |
| Prueba de ensayo (hora final)      | 5:22 PM | 5:24 PM | 5:26 PM |
| Lectura - Arcilla retenida (pulg)  | 5.6     | 5.1     | 5.4     |
| Lectura - Arena retenida (pulg)    | 3.7     | 3.5     | 3.8     |
| Equivalencia de arena (%)          | 66.9    | 70.0    | 71.1    |
| Equivalencia de arena promedio (%) | 69.33   |         |         |

|             |            |
|-------------|------------|
| <b>EA =</b> | <b>69%</b> |
|-------------|------------|

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

VºBº: .....



## ANEXO III

---

# DISEÑO DE MEZCLA $F'C=210$ KG/CM<sup>2</sup>



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

**I. ESPECIFICACIONES:**

**1.0. APORTACIÓN DEL AGREGADO REICLADO DE OBRA**

Porcentaje de aportación del agregado reciclado de obra 0 %

**1.1. REQUERIMIENTOS**

|  |   |                        |  |                    |
|--|---|------------------------|--|--------------------|
| La Resistencia de Diseño a los 28 días (Pc)  | = | 210                    |  | Kg/cm <sup>2</sup> |
| Valor de la Desviación estándar ( $\sigma$ ) | = | Se Desconoce           |  |                    |
| Uso  | = | Columnas               |  |                    |
| Condición de Exposición                      | = | Sin Aire Incorporado   |  |                    |
| Condiciones Especiales de Exposición         | = | Sin Condición Especial |  |                    |

**1.2. Materiales:**

**1.2.1. Cemento**

|                 |   |                     |  |                    |
|-----------------|---|---------------------|--|--------------------|
| Tipo de Cemento | = | Facasitrayo Tipo MS |  |                    |
| Peso Especifico | = | 3.15                |  | Gr/cm <sup>2</sup> |

**1.2.2. Agregado Fino**

|                                  |   |         |  |                    |
|----------------------------------|---|---------|--|--------------------|
| Arena Gruesa (Cantera La Cumbre) |   |         |  |                    |
| Peso Especifico                  | = | 2.66    |  | Gr/cm <sup>3</sup> |
| Absorción                        | = | 1.01    |  | %                  |
| Contenido De Humedad             | = | 0.47    |  | %                  |
| Módulo De Fineza                 | = | 2.98    |  |                    |
| Peso Unitario Suelto             | = | 1632.00 |  | Kg/m <sup>3</sup>  |

**1.2.3. Agregado Grueso**

|                                       |   |         |  |                   |
|---------------------------------------|---|---------|--|-------------------|
| Piedra Zarandeada (Cantera Haumbacho) |   |         |  |                   |
| Tamaño Máximo Nominal                 | = | 3/4     |  | Pulg              |
| Peso Seco Varillado                   | = | 1687.12 |  | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Especifico                       | = | 2.80    |  | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                             | = | 0.27    |  | %                 |
| Contenido De Humedad                  | = | 0.26    |  | %                 |
| Peso Unitario Suelto                  | = | 1482.04 |  | Kg/m <sup>3</sup> |

**1.2.4. Agregado Grueso (Agregado Reciclado de Obra)**

|   |   |         |  |                   |
|---|---|---------|--|-------------------|
| Agregado Reciclado Zarandeado (Cantera "Reciclado de Obra") |   |         |  |                   |
| Tamaño Máximo Nominal                                       | = | 3/4     |  | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1419.50 |  | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Especifico   | = | 2.32    |  | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción   | = | 3.78    |  | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.54    |  | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1197.92 |  | Kg/m <sup>3</sup> |

**1.2.5. Agua**

Agua potable de la zona.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL / CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |   |   |                              |
|---------------------|---|---|------------------------------|
| <b>TESIS</b>        | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |   |                              |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>   |   |                              |
| <b>TESISTAS</b>     | : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS  | - | Bach. VIERA CABALLERO NEISER |
| <b>FECHA</b>        | : Octubre de 2013   |   |                              |

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.0. Agregado grueso Resultante

|                       |   |         |                   |
|-----------------------|---|---------|-------------------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1687.12 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Especifico       | = | 2.80    | Pulg              |
| Absorción             | = | 0.27    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.26    | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1482.04 | Kg/m <sup>3</sup> |

#### 2.1. Selección De La Resistencia (F<sub>cr</sub>):

|   |              |                    |
|---|--------------|--------------------|
| Dado que el valor de la desviacion estandar, (σ)        | Se Desconoce |                    |
| Por Tanto LA Resistencia Promedio es (F <sub>cr</sub> ) | 294          | Kg/cm <sup>2</sup> |

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

|                                |     |      |
|--------------------------------|-----|------|
| El tamaño máximo nominal es de | 3/4 | Pulg |
|--------------------------------|-----|------|

#### 2.3. Selección del Asentamiento:

|  |       |      |
|--|-------|------|
| Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de: | 1 a 4 | Pulg |
|--|-------|------|

#### 2.4. Volumen Unitario de Agua:

|                                |   |                       |
|--------------------------------|---|-----------------------|
| Para una mezcla de concreto de | 1 a 4   | De asentamiento,      |
| Sin Aire Incorporado           | y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de |                       |
| 3/4 Pulg                       | el volumen de agua es de                          | 205 It/m <sup>3</sup> |

#### 2.5. Contenido de Aire:

|              |   |           |               |  |
|--------------|---|-----------|---------------|--|
| Se considera | 2 | % de aire | Aire Atrapado | por las características de los componentes de éste concreto. |
|--------------|---|-----------|---------------|--|

#### 2.6. Relación Agua - Cemento:

|   |                        |                      |
|---|------------------------|----------------------|
| Para una resistencia de diseño (F <sub>cr</sub> ) | 294 Kg/cm <sup>2</sup> | Sin Aire Incorporado |
| Por tanto la relacion Agua - Cemento es de        | 0.55                   | Por Resistencia      |

#### 2.7. Factor Cemento:

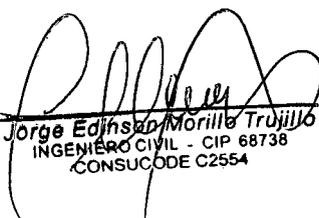
$$205 / 0.55 = 372.73 \text{ Kg/m}^3 = 8.77 \text{ Bls/m}^3$$

#### 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

|  |                    |                                     |
|--|--------------------|-------------------------------------|
| Para un Módulo de Fineza de                                  | 2.98               |                                     |
| Tamaño Máximo Nominal de                                     | 3/4                | Pulg                                |
| Por Tanto le Corresponde un Volumen Unitario de:             | 0.6 m <sup>3</sup> |                                     |
| Agregado Grueso Varillado por Unidad de Volumen de Concreto. |                    |                                     |
| Peso del Agregado Grueso =                                   | 0.6 x              | 1687.12 = 1012.27 Kg/m <sup>3</sup> |

#### 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

|                 |                        |   |                      |
|-----------------|------------------------|---|----------------------|
| Cemento         | 372.73 / {3.15 x 1000} | = | 0.118 m <sup>3</sup> |
| Agua            | 205.00 / {1.00 x 1000} | = | 0.205 m <sup>3</sup> |
| Aire Atrapado   | 2.00 %                 | = | 0.020 m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso | 1012.27 / {2.8 x 1000} | = | 0.362 m <sup>3</sup> |
|                 |                        | = | =====                |
| Total           |                        | = | 0.705 m <sup>3</sup> |

  
**Jorge Edinson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| <b>TESIS :</b>      | <b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</b> |  |  |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |  |  |
| <b>TESISTAS :</b>   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                      |  |  |
| <b>FECHA :</b>      | Octubre de 2013  |  |  |

### 2.10 Contenido de Agregado Fino:

|                                     |                     |   |                        |
|-------------------------------------|---------------------|---|------------------------|
| Volumen Absoluto de Agregado Fino : | 1.00 - 0.705        | = | 0.295 m <sup>3</sup>   |
| Peso de Agregado Fino Seco :        | 0.295 x 2.66 x 1000 | = | 785.094 m <sup>3</sup> |

### 2.11 Valores de Diseño:

|                      |   |                           |
|----------------------|---|---------------------------|
| Cemento              | = | 372.73 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua de Diseño       | = | 205.00 Lt/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Fino Seco   | = | 785.094 Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Seco | = | 1012.27 Kg/m <sup>3</sup> |

### 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

|                 |             |        |   |                           |
|-----------------|-------------|--------|---|---------------------------|
| Agregado Fino   | 785.094 x   | 1.0047 | = | 788.78 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Grueso | 1,012.272 x | 1.0026 | = | 1014.90 Kg/m <sup>3</sup> |

#### Humedad Superficial de:

|                 |        |      |   |         |
|-----------------|--------|------|---|---------|
| Agregado Fino   | 0.47 - | 1.01 | = | -0.54 % |
| Agregado Grueso | 0.26 - | 0.27 | = | -0.01 % |

#### Aporte de Humedad de los Agregados:

|                 |               |           |   |                          |
|-----------------|---------------|-----------|---|--------------------------|
| Agregado Fino   | 785.094 x {   | -0.0054 } | = | -4.240 Lt/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso | 1,012.272 x { | -0.0001 } | = | -0.101 Lt/m <sup>3</sup> |
| Total           |               |           | = | -4.341 Lt/m <sup>3</sup> |

|               |             |          |   |                           |
|---------------|-------------|----------|---|---------------------------|
| Agua Efectiva | 205.000 - { | -4.341 } | = | 209.341 Lt/m <sup>3</sup> |
|---------------|-------------|----------|---|---------------------------|

#### Los pesos de los materiales corregidos serán:

|                        |   |                           |
|------------------------|---|---------------------------|
| Cemento                | = | 372.73 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua Efectiva          | = | 209.341 Lt/m <sup>3</sup> |
| Agregado Fino Húmedo   | = | 788.78 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Grueso Húmedo | = | 1014.90 Kg/m <sup>3</sup> |

### 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

$$372.73 / 372.73 : 788.78 / 372.73 : 1,014.90 / 372.73 / \{ 209.34 / 372.73 \}$$

Por Tanto:

|                               |
|-------------------------------|
| <b>1 : 2.12 : 2.72 / 0.56</b> |
|-------------------------------|

### 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

|                        |             |   |        |        |
|------------------------|-------------|---|--------|--------|
| Cemento                | 1.00 x 42.5 | = | 42.50  | Kg/bls |
| Agua Efectiva          | 0.56 x 42.5 | = | 23.87  | Lt/bls |
| Agregado Fino Húmedo   | 2.12 x 42.5 | = | 89.94  | Kg/bls |
| Agregado Grueso Húmedo | 2.72 x 42.5 | = | 115.72 | Kg/bls |

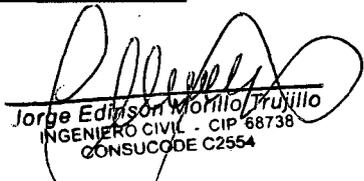
### 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

|                        |             |        |               |       |                     |
|------------------------|-------------|--------|---------------|-------|---------------------|
| Agregado Fino Húmedo   | 788.784 x   | 35.315 | / 1,632.000 = | 17.07 | Kg/Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 1,014.904 x | 35.315 | / 1,482.040 = | 24.18 | Kg/Pie <sup>3</sup> |

### 2.16 Dosificación en Volumen:

|                        |                |   |       |                  |
|------------------------|----------------|---|-------|------------------|
| Cemento                | 8.77 / 8.77    | = | 1.00  | Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Fino Húmedo   | 17.07 / 8.77   | = | 1.95  | Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 24.18 / 8.77   | = | 2.76  | Pie <sup>3</sup> |
| Agua de Mezcla         | 209.341 / 8.77 | = | 23.87 | Lt/Bls           |

|   |
|---|
| <b>DISEÑO A USAR : 1 : 1.95 : 2.76 : / 23.87 Lt/Bls</b> |
|---|

  
**Jorge Edinson Mollilo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## CALCULO DE CANTIDAD DE AGREGADOS

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|               |   |
|---------------|---|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |

### DATOS

Resistencia De Diseño F'c =  Kg/Cm2

Dosificación = 

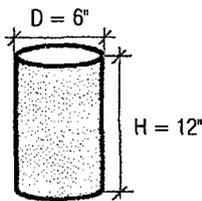
|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Cem.                                      | A. F.                                     | A. G.                                     | Agua                                      |
| <input style="width: 100%;" type="text"/> |

Cantidad De Probetas =  Unid.

Porcentaje De Contracción Del Concreto =  %

### PROCESO

Volumen De Una Probeta



$$V_p = A \times H$$

$$V_p = 5560.00 \text{ Cm}^3$$

$$V_p = 0.005560 \text{ m}^3$$

Convirtiendo Metros A Pies

$$1 \text{ Pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$x \text{ Pies} = 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ Pies}$$

Llevando A Metros Cúbicos

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

Convirtiendo El Volumen De Las Probetas A Pies

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

$$0.005560 \text{ m}^3 = x \text{ Pies}^3$$

$$x = 0.1963 \text{ Pies}^3$$

Volumen Total Para El Diseño

$$V_T = 0.589 \text{ Pies}^3$$

Volumen Por Tanda

$$V_{Tanda} = 5.703730048 - 30 \text{ \% Reduccion}$$

$$V_{Tanda} = 3.422238029 \text{ Pies}^3$$

**Aportación De Los Agregados Por Tanda**

3.422 Pies3 = Tanda  
 0.589 Pies3 = X Tanda

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| X | = | 0.172123802 |
|---|---|-------------|

**Cantidad De Materiales En Pies Cúbicos**

**Cemento** = **0.1721** Pies3  
**Agregado Fino** = **0.3350** Pies3  
**Agregado Grueso** = **0.4746** Pies3

**Convirtiendo A Centímetros Cúbicos**

1 m3 = 35.31467 Pies3  
 1000000 Cm3 = 35.31467 Pies3  
 x Cm3 = 1 Pies3

Entonces:

**1 Pie3 = 28316.85 Cm3**

**Cantidad De Materiales En Centímetros Cúbicos**

**Cemento** = **4874.0033** Cm3  
**Agregado Fino** = **9485.8590** Cm3  
**Agregado Grueso** = **13440.1368** Cm3

**Cantidad De Cemento**

1 pie3 = 28316.847 Cm3 = 42.5 Kg  
 4874.00 Cm3 = x Kg

|   |   |       |    |
|---|---|-------|----|
| X | = | 7.315 | Kg |
|---|---|-------|----|

**Cantidad De Agua**

Por 1 Bolsa = 23.86994972 Lt = 42.5 Kg  
 x Lt = 7.315 Kg

|   |   |       |    |
|---|---|-------|----|
| X | = | 4.109 | Lt |
|---|---|-------|----|

**Por Tanto Cantidad De Materiales A Usar:**

|                        |   |                 |            |
|------------------------|---|-----------------|------------|
| <b>Cemento</b>         | = | <b>7.32</b>     | <b>Kg</b>  |
| <b>Agregado Fino</b>   | = | <b>9485.86</b>  | <b>Cm3</b> |
| <b>Agregado Grueso</b> | = | <b>13440.14</b> | <b>Cm3</b> |
| <b>Agua</b>            | = | <b>4.11</b>     | <b>Lt</b>  |



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|              |   |   |                              |
|--------------|---|---|------------------------------|
| TESIS :      | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |   |                              |
| INSTITUCION: | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>   |   |                              |
| TESISTAS :   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS  | - | Bach. VIERA CABALLERO NEISER |
| FECHA :      | Octubre de 2013   |   |                              |

### I. ESPECIFICACIONES:

#### 1.0. APORTACIÓN DEL AGREGADO REICLADO DE OBRA

Porcentaje de aportación del agregado reciclado de obra 25 %

#### 1.1. REQUERIMIENTOS

|  |   |                        |                    |
|--|---|------------------------|--------------------|
| La Resistencia de Diseño a los 28 días ( $F_c$ ) | = | 210                    | Kg/cm <sup>2</sup> |
| Valor de la Desviación estándar ( $\sigma$ )     | = | Se Desconoce           |                    |
| Uso  | = | Columnas               |                    |
| Condición de Exposición                          | = | Sin Aire Incorporado   |                    |
| Condiciones Especiales de Exposición             | = | Sin Condición Especial |                    |

#### 1.2. Materiales:

##### 1.2.1. Cemento

Tipo de Cemento = Pacasmayo Tipo MS

Peso Especifico = 3.15 Gr/cm<sup>2</sup>

##### 1.2.2. Agregado Fino

( Cantera La Cumbre )

|                      |   |         |                    |
|----------------------|---|---------|--------------------|
| Arena Gruesa         | = | 2.56    | Gr/cm <sup>3</sup> |
| Peso Especifico      | = | 1.01    | %                  |
| Absorción            | = | 0.47    | %                  |
| Contenido De Humedad | = | 2.98    |                    |
| Módulo De Fineza     | = | 1632.00 | Kg/m <sup>3</sup>  |

##### 1.2.3. Agregado Grueso

( Cantera Haumbacho )

|                       |   |         |                   |
|-----------------------|---|---------|-------------------|
| Piedra Zarandeada     | = | 3/4     | Pulg              |
| Tamaño Máximo Nominal | = | 1687.12 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Seco Varillado   | = | 2.80    | Gg/m <sup>3</sup> |
| Peso Especifico       | = | 0.27    | %                 |
| Absorción             | = | 0.26    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 1482.04 | Kg/m <sup>3</sup> |

##### 1.2.4. Agregado Grueso (Agregado Reciclado de Obra)

Agregado Reciclado Zarandeado ( Cantera "Reciclado de Obra" )

|                       |   |         |                   |
|-----------------------|---|---------|-------------------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1419.50 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Especifico       | = | 2.32    | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción             | = | 3.78    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.54    | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1197.92 | Kg/m <sup>3</sup> |

##### 1.2.5. Agua

Agua potable de la zona.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

Método de Diseño del Comité 211 del ACI

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>TESIS</b>        | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>   |
| <b>TESISTAS</b>     | : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |
| <b>FECHA</b>        | : Octubre de 2013   |

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.0. Agregado grueso Resultante

|                       |   |         |                   |
|-----------------------|---|---------|-------------------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1620.22 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Específico       | = | 2.68    | Pulg              |
| Absorción             | = | 1.15    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.33    | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1411.01 | Kg/m <sup>3</sup> |

#### 2.1. Selección De La Resistencia (Fcr):

Dado que el valor de la desviacion estandar, ( $\sigma$ ) **Se Desconoce**

Por Tanto LA Resistencia Promedio es (Fcr) **294 Kg/cm<sup>2</sup>**

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

El tamaño máximo nominal es de **3/4 Pulg**

#### 2.3. Selección del Asentamiento:

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de: **1 a 4 Pulg**

#### 2.4. Volumen Unitario de Agua:

Para una mezcla de concreto de 1 a 4 De asentamiento,  
Sin Aire Incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de  
3/4 Pulg el volumen de agua es de **205 lt/m<sup>3</sup>**

#### 2.5. Contenido de Aire:

Se considera 2 % de aire Aire Atrapado por las características de los  
componentes de éste concreto.

#### 2.6. Relación Agua - Cemento:

Para una resistencia de diseño (Fcr) 294 Kg/cm<sup>2</sup> Sin Aire Incorporado  
Por tanto la relacion Agua - Cemento es de 0.55 Por Resistencia

#### 2.7. Factor Cemento:

$205 / 0.55 = 372.73 \text{ Kg/m}^3 = 8.77 \text{ Bis/m}^3$

#### 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

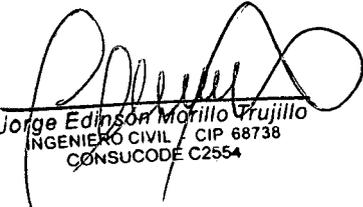
Para un Módulo de Fineza de 2.98  
Tamaño Máximo Nominal de 3/4 Pulg

Por Tanto le Corresponde un Volumen Unitario de: **0.6 m<sup>3</sup>**  
Agregado Grueso Varillado por Unidad de Volumen de Concreto.

Peso del Agregado Grueso =  $0.6 \times 1620.22 = 972.13 \text{ Kg/m}^3$

#### 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

|                 |        |                 |   |                      |
|-----------------|--------|-----------------|---|----------------------|
| Cemento         | 372.73 | / {3.15 x 1000} | = | 0.118 m <sup>3</sup> |
| Agua            | 205.00 | / {1.00 x 1000} | = | 0.205 m <sup>3</sup> |
| Aire Atrapado   | 2.00   | %               | = | 0.020 m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso | 972.13 | / {2.68 x 1000} | = | 0.363 m <sup>3</sup> |
|                 |        |                 | = | =====                |
| Total           |        |                 | = | 0.706 m <sup>3</sup> |

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL / CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| <b>TESIS :</b>      | <b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</b> |  |  |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |  |  |
| <b>TESISTAS :</b>   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                      |  |  |
| <b>FECHA :</b>      | Octubre de 2013  |  |  |

### 2.10 Contenido de Agregado Fino:

|                                     |                     |   |                        |
|-------------------------------------|---------------------|---|------------------------|
| Volumen Absoluto de Agregado Fino : | 1.00 - 0.706        | = | 0.294 m <sup>3</sup>   |
| Peso de Agregado Fino Seco :        | 0.294 x 2.66 x 1000 | = | 781.878 m <sup>3</sup> |

### 2.11 Valores de Diseño:

|                      |   |                           |
|----------------------|---|---------------------------|
| Cemento              | = | 372.73 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua de Diseño       | = | 205.00 Lt/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Fino Seco   | = | 781.878 Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Seco | = | 972.13 Kg/m <sup>3</sup>  |

### 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

|                 |           |        |   |                          |
|-----------------|-----------|--------|---|--------------------------|
| Agregado Fino   | 781.878 x | 1.0047 | = | 785.55 Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso | 972.129 x | 1.0033 | = | 975.34 Kg/m <sup>3</sup> |

#### Humedad Superficial de:

|                 |        |      |   |         |
|-----------------|--------|------|---|---------|
| Agregado Fino   | 0.47 - | 1.01 | = | -0.54 % |
| Agregado Grueso | 0.33 - | 1.15 | = | -0.82 % |

#### Aporte de Humedad de los Agregados:

|                 |             |           |   |                           |
|-----------------|-------------|-----------|---|---------------------------|
| Agregado Fino   | 781.878 x { | -0.0054 } | = | -4.222 Lt/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Grueso | 972.129 x { | -0.0082 } | = | -7.947 Lt/m <sup>3</sup>  |
| Total           |             |           | = | -12.169 Lt/m <sup>3</sup> |

|               |             |           |   |                           |
|---------------|-------------|-----------|---|---------------------------|
| Agua Efectiva | 205.000 - { | -12.169 } | = | 217.169 Lt/m <sup>3</sup> |
|---------------|-------------|-----------|---|---------------------------|

#### Los pesos de los materiales corregidos serán:

|                        |   |                           |
|------------------------|---|---------------------------|
| Cemento                | = | 372.73 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua Efectiva          | = | 217.169 Lt/m <sup>3</sup> |
| Agregado Fino Húmedo   | = | 785.55 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Grueso Húmedo | = | 975.34 Kg/m <sup>3</sup>  |

### 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

$$372.73 / 372.73 : 785.55 / 372.73 : 975.34 / 372.73 / \{ 217.17 / 372.73 \}$$

Por Tanto:

|                               |
|-------------------------------|
| <b>1 : 2.11 : 2.62 / 0.58</b> |
|-------------------------------|

### 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

|                        |               |        |        |
|------------------------|---------------|--------|--------|
| Cemento                | 1.00 x 42.5 = | 42.50  | Kg/bls |
| Agua Efectiva          | 0.58 x 42.5 = | 24.76  | Lt/bls |
| Agregado Fino Húmedo   | 2.11 x 42.5 = | 89.57  | Kg/bls |
| Agregado Grueso Húmedo | 2.62 x 42.5 = | 111.21 | Kg/bls |

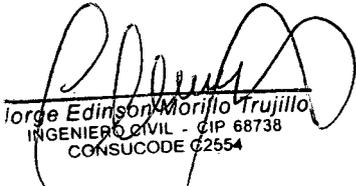
### 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

|                        |           |        |               |       |                     |
|------------------------|-----------|--------|---------------|-------|---------------------|
| Agregado Fino Húmedo   | 785.553 x | 35.315 | / 1,632.000 = | 17.00 | Kg/Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 975.337 x | 35.315 | / 1,411.010 = | 24.41 | Kg/Pie <sup>3</sup> |

### 2.16 Dosificación en Volumen:

|                        |                  |       |                  |
|------------------------|------------------|-------|------------------|
| Cemento                | 8.77 / 8.77 =    | 1.00  | Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Fino Húmedo   | 17.00 / 8.77 =   | 1.94  | Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 24.41 / 8.77 =   | 2.78  | Pie <sup>3</sup> |
| Agua de Mezcla         | 217.169 / 8.77 = | 24.76 | Lt/Bls           |

|   |
|---|
| <b>DISEÑO/A USAR: 1 : 1.94 : 2.78 : // 24.76 Lt/Bls</b> |
|---|

  
**Jorge Edinson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE 62554



## CALCULO DE CANTIDAD DE AGREGADOS

Método de Diseño del Comité 211 del ACI

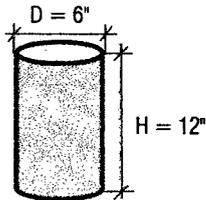
|               |   |   |                              |
|---------------|---|---|------------------------------|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |   |                              |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |   |                              |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS  | - | Bach. VIERA CABALLERO NEISER |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |   |                              |

### DATOS

| Resistencia De Diseño $F_c$            | =     | <input type="text" value="210"/>   | Kg/Cm2 |       |       |      |      |      |      |       |  |
|--|-------|--|--------|-------|-------|------|------|------|------|-------|--|
| Dosificación                           | =     | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cem.</th> <th>A. F.</th> <th>A. G.</th> <th>Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>1.94</td> <td>2.78</td> <td>24.76</td> </tr> </tbody> </table> | Cem.   | A. F. | A. G. | Agua | 1.00 | 1.94 | 2.78 | 24.76 |  |
| Cem.                                   | A. F. | A. G.  | Agua   |       |       |      |      |      |      |       |  |
| 1.00                                   | 1.94  | 2.78   | 24.76  |       |       |      |      |      |      |       |  |
| Cantidad De Probetas                   | =     | <input type="text" value="3"/>   | Unid.  |       |       |      |      |      |      |       |  |
| Porcentaje De Contracción Del Concreto | =     | <input type="text" value="40"/>  | %      |       |       |      |      |      |      |       |  |

### PROCESO

Volumen De Una Probeta



$$V_p = A \times H$$

$$V_p = 5560.00 \text{ Cm}^3$$

$$V_p = 0.005560 \text{ m}^3$$

Convirtiendo Metros A Pies

$$1 \text{ Pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$x \text{ Pies} = 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ Pies}$$

Llevando A Metros Cúbicos

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

Convirtiendo El Volumen De Las Probetas A Pies

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

$$0.005560 \text{ m}^3 = x \text{ Pies}^3$$

$$x = 0.1963 \text{ Pies}^3$$

Volumen Total Para El Diseño

$$V_r = 0.589 \text{ Pies}^3$$

Volumen Por Tanda

$$V_{Tanda} = 5.721655008 - 30 \text{ \% Reduccion}$$

$$V_{Tanda} = 3.432993005 \text{ Pies}^3$$

**Aportación De Los Agregados Por Tanda**

3.433 Pies3 = Tanda  
0.589 Pies3 = X Tanda

x = 0.171584568

**Cantidad De Materiales En Pies Cúbicos**

**Cemento** = 0.1716 Pies3  
**Agregado Fino** = 0.3326 Pies3  
**Agregado Grueso** = 0.4776 Pies3

**Convirtiendo A Centímetros Cúbicos**

1 m3 = 35.31467 Pies3  
1000000 Cm3 = 35.31467 Pies3  
x Cm3 = 1 Pies3

**Entonces:**

1 Pie3 = 28316.85 Cm3

**Cantidad De Materiales En Centímetros Cúbicos**

**Cemento** = 4858.7339 Cm3  
**Agregado Fino** = 9417.4072 Cm3  
**Agregado Grueso** = 13523.8581 Cm3

**Cantidad De Cemento**

1 pie3 = 28316.847 Cm3 = 42.5 Kg  
4858.73 Cm3 = x Kg  
x = 7.292 Kg

**Cantidad De Agua**

Por 1 Bolsa = 24.76259667 Lt = 42.5 Kg  
x Lt = 7.292 Kg  
x = 4.249 Lt

**Por Tanto Cantidad De Materiales A Usar:**

|                        |   |                 |            |
|------------------------|---|-----------------|------------|
| <b>Cemento</b>         | = | <b>7.29</b>     | <b>Kg</b>  |
| <b>Agregado Fino</b>   | = | <b>9417.41</b>  | <b>Cm3</b> |
| <b>Agregado Grueso</b> | = | <b>13523.86</b> | <b>Cm3</b> |
| <b>Agua</b>            | = | <b>4.25</b>     | <b>Lt</b>  |



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

### I. ESPECIFICACIONES:

#### 1.0. APORTACIÓN DEL AGREGADO REICLADO DE OBRA

Porcentaje de aportación del agregado reciclado de obra 50 %

#### 1.1. REQUERIMIENTOS

|  |   |                        |                    |
|--|---|------------------------|--------------------|
| La Resistencia de Diseño a los 28 días ( $f_c$ ) | = | 210                    | Kg/cm <sup>2</sup> |
| Valor de la Desviación estándar ( $\sigma$ )     | = | Se Desconoce           |                    |
| Uso  | = | Columnas               |                    |
| Condición de Exposición                          | = | Sin Aire Incorporado   |                    |
| Condiciones Especiales de Exposición             | = | Sin Condición Especial |                    |

#### 1.2. Materiales:

##### 1.2.1. Cemento

|                 |   |                   |                    |
|-----------------|---|-------------------|--------------------|
| Tipo de Cemento | = | Pacasmayo Tipo MS |                    |
| Peso Específico | = | 3.15              | Gr/cm <sup>2</sup> |

##### 1.2.2. Agregado Fino

|                                    |   |         |                    |
|------------------------------------|---|---------|--------------------|
| Arena Gruesa ( Cantera La Cumbre ) |   |         |                    |
| Peso Específico                    | = | 2.66    | Gr/cm <sup>3</sup> |
| Absorción                          | = | 1.01    | %                  |
| Contenido De Humedad               | = | 0.47    | %                  |
| Módulo De Fineza                   | = | 2.98    |                    |
| Peso Unitario Suelto               | = | 1632.00 | Kg/m <sup>3</sup>  |

##### 1.2.3. Agregado Grueso

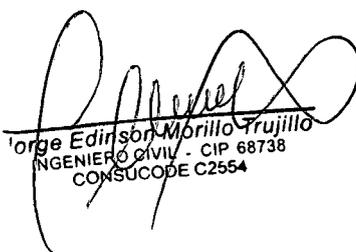
|   |   |         |                   |
|---|---|---------|-------------------|
| Piedra Zarandeada ( Cantera Haumbacho ) |   |         |                   |
| Tamaño Máximo Nominal                   | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado                     | = | 1687.12 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Específico                         | = | 2.80    | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                               | = | 0.27    | %                 |
| Contenido De Humedad                    | = | 0.26    | %                 |
| Peso Unitario Suelto                    | = | 1482.04 | Kg/m <sup>3</sup> |

##### 1.2.4. Agregado Grueso (Agregado Reciclado de Obra)

|   |   |         |                   |
|---|---|---------|-------------------|
| Agregado Reciclado Zarandeado ( Cantera "Reciclado de Obra" ) |   |         |                   |
| Tamaño Máximo Nominal   | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1419.50 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Específico   | = | 2.32    | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción   | = | 3.78    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.54    | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1197.92 | Kg/m <sup>3</sup> |

##### 1.2.5. Agua

Agua potable de la zona.

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| <b>TESIS</b>        | : | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |
| <b>INSTITUCION:</b> |   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>   |
| <b>TESISTAS</b>     | : | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |
| <b>FECHA</b>        | : | Octubre de 2013   |

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.0. Agregado grueso Resultante

|                       |   |         |       |
|-----------------------|---|---------|-------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg  |
| Peso Seco Varillado   | = | 1553.31 | Kg/m3 |
| Peso Especifico       | = | 2.56    | Pulg  |
| Absorción             | = | 2.03    | %     |
| Contenido De Humedad  | = | 0.40    | %     |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1339.98 | Kg/m3 |

#### 2.1. Selección De La Resistencia (F<sub>cr</sub>):

|   |  |                     |
|---|--|---------------------|
| Dado que el valor de la desviacion estandar, ( $\sigma$ ) |  | <b>Se Desconoce</b> |
| Por Tanto LA Resistencia Promedio es (F <sub>cr</sub> )   |  | <b>294 Kg/cm2</b>   |

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

|                                |            |             |
|--------------------------------|------------|-------------|
| El tamaño máximo nominal es de | <b>3/4</b> | <b>Pulg</b> |
|--------------------------------|------------|-------------|

#### 2.3. Selección del Asentamiento:

|  |              |             |
|--|--------------|-------------|
| Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de: | <b>1 a 4</b> | <b>Pulg</b> |
|--|--------------|-------------|

#### 2.4. Volumen Unitario de Agua:

|                                |                 |  |
|--------------------------------|-----------------|--|
| Para una mezcla de concreto de | <b>1 a 4</b>    | <b>De asentamiento,</b>                                  |
| Sin Aire Incorporado           | <b>3/4 Pulg</b> | <b>y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de</b> |
|                                |                 | <b>el volumen de agua es de</b>                          |
|                                |                 | <b>205 lt/m3</b>   |

#### 2.5. Contenido de Aire:

|                               |          |                  |                      |                                       |
|-------------------------------|----------|------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Se considera                  | <b>2</b> | <b>% de aire</b> | <b>Aire Atrapado</b> | <b>por las características de los</b> |
| componentes de éste concreto. |          |                  |                      |                                       |

#### 2.6. Relación Agua - Cemento:

|   |                   |                             |
|---|-------------------|-----------------------------|
| Para una resistencia de diseño (F <sub>cr</sub> ) | <b>294 Kg/cm2</b> | <b>Sin Aire Incorporado</b> |
| Por tanto la relacion Agua - Cemento es de        | <b>0.55</b>       | <b>Por Resistencia</b>      |

#### 2.7. Factor Cemento:

$$205 / 0.55 = 372.73 \text{ Kg/m}^3 = 8.77 \text{ Bls/m}^3$$

#### 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

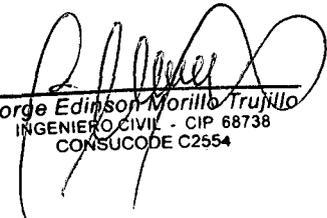
|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| Para un Módulo de Fineza de | <b>2.98</b>     |
| Tamaño Máximo Nominal de    | <b>3/4 Pulg</b> |

Por Tanto le Corresponde un Volumen Unitario de: **0.6 m3**  
Agregado Grueso Varillado por Unidad de Volumen de Concreto.

$$\text{Peso del Agregado Grueso} = 0.6 \times 1553.31 = 931.99 \text{ Kg/m}^3$$

#### 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

|                 |                                 |       |          |
|-----------------|---------------------------------|-------|----------|
| Cemento         | $372.73 / \{3.15 \times 1000\}$ | =     | 0.118 m3 |
| Agua            | $205.00 / \{1.00 \times 1000\}$ | =     | 0.205 m3 |
| Aire Atrapado   | $2.00 \%$                       | =     | 0.020 m3 |
| Agregado Grueso | $931.99 / \{2.56 \times 1000\}$ | =     | 0.364 m3 |
|                 |                                 | ===== |          |
| Total           |                                 | =     | 0.707 m3 |

  
**Jorge Edinson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>TESIS</b>        | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>   |
| <b>TESISTAS</b>     | : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |
| <b>FECHA</b>        | : Octubre de 2013   |

### 2.10 Contenido de Agregado Fino:

|                                   |   |                     |   |                        |
|-----------------------------------|---|---------------------|---|------------------------|
| Volumen Absoluto de Agregado Fino | : | 1.00 - 0.707        | = | 0.293 m <sup>3</sup>   |
| Peso de Agregado Fino Seco        | : | 0.293 x 2.66 x 1000 | = | 778.361 m <sup>3</sup> |

### 2.11 Valores de Diseño:

|                      |   |                           |
|----------------------|---|---------------------------|
| Cemento              | = | 372.73 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua de Diseño       | = | 205.00 Lt/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Fino Seco   | = | 778.361 Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Seco | = | 931.99 Kg/m <sup>3</sup>  |

### 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

|                 |           |        |   |                          |
|-----------------|-----------|--------|---|--------------------------|
| Agregado Fino   | 778.361 x | 1.0047 | = | 782.02 Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso | 931.986 x | 1.004  | = | 935.71 Kg/m <sup>3</sup> |

#### Humedad Superficial de:

|                 |        |      |   |         |
|-----------------|--------|------|---|---------|
| Agregado Fino   | 0.47 - | 1.01 | = | -0.54 % |
| Agregado Grueso | 0.4 -  | 2.03 | = | -1.63 % |

#### Aporte de Humedad de los Agregados:

|                 |             |           |   |                           |                           |
|-----------------|-------------|-----------|---|---------------------------|---------------------------|
| Agregado Fino   | 778.361 x { | -0.0054 } | = | -4.203 Lt/m <sup>3</sup>  |                           |
| Agregado Grueso | 931.986 x { | -0.0163 } | = | -15.145 Lt/m <sup>3</sup> |                           |
| Total           |             |           |   | =                         | -19.348 Lt/m <sup>3</sup> |

|               |             |           |   |                           |
|---------------|-------------|-----------|---|---------------------------|
| Agua Efectiva | 205.000 - { | -19.348 } | = | 224.348 Lt/m <sup>3</sup> |
|---------------|-------------|-----------|---|---------------------------|

#### Los pesos de los materiales corregidos serán:

|                        |   |                           |
|------------------------|---|---------------------------|
| Cemento                | = | 372.73 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua Efectiva          | = | 224.348 Lt/m <sup>3</sup> |
| Agregado Fino Húmedo   | = | 782.02 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Grueso Húmedo | = | 935.71 Kg/m <sup>3</sup>  |

### 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

372.73 / 372.73 : 782.02 / 372.73 : 935.71 / 372.73 / { 224.35 / 372.73 }

Por Tanto:

|                               |
|-------------------------------|
| <b>1 : 2.10 : 2.51 / 0.60</b> |
|-------------------------------|

### 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

|                        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Cemento                | 1.00 x | 42.5 = | 42.50  | Kg/bis |
| Agua Efectiva          | 0.60 x | 42.5 = | 25.58  | Lt/bis |
| Agregado Fino Húmedo   | 2.10 x | 42.5 = | 89.17  | Kg/bis |
| Agregado Grueso Húmedo | 2.51 x | 42.5 = | 106.69 | Kg/bis |

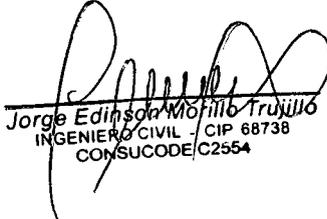
### 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

|                        |           |        |               |       |                     |
|------------------------|-----------|--------|---------------|-------|---------------------|
| Agregado Fino Húmedo   | 782.019 x | 35.315 | / 1,632.000 = | 16.92 | Kg/Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 935.714 x | 35.315 | / 1,339.980 = | 24.66 | Kg/Pie <sup>3</sup> |

### 2.16 Dosificación en Volumen:

|                        |           |        |       |                  |
|------------------------|-----------|--------|-------|------------------|
| Cemento                | 8.77 /    | 8.77 = | 1.00  | Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Fino Húmedo   | 16.92 /   | 8.77 = | 1.93  | Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 24.66 /   | 8.77 = | 2.81  | Pie <sup>3</sup> |
| Agua de Mezcla         | 224.348 / | 8.77 = | 25.58 | Lt/Bis           |

|   |
|---|
| <b>DISEÑO A USAR : 1 : 1.93 : 2.81 : / 25.58 Lt/Bis</b> |
|---|

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## CALCULO DE CANTIDAD DE AGREGADOS

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

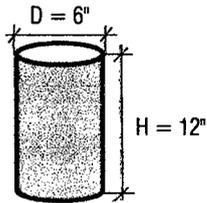
|               |   |  |  |
|---------------|---|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |  |

### DATOS

|  |        |   |         |       |       |      |      |        |        |         |
|--|--------|---|---------|-------|-------|------|------|--------|--------|---------|
| Resistencia De Diseño Fc               | =      | <input style="width: 100%;" type="text" value="210"/>   | Kg/Cm2  |       |       |      |      |        |        |         |
| Dosificación                           | =      | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">Cem.</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">A. F.</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">A. G.</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Agua</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">: 1.93</td> <td style="text-align: center;">: 2.81</td> <td style="text-align: center;">/ 25.58</td> </tr> </table> | Cem.    | A. F. | A. G. | Agua | 1.00 | : 1.93 | : 2.81 | / 25.58 |
| Cem.                                   | A. F.  | A. G.   | Agua    |       |       |      |      |        |        |         |
| 1.00                                   | : 1.93 | : 2.81  | / 25.58 |       |       |      |      |        |        |         |
| Cantidad De Probetas                   | =      | <input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>   | Unid.   |       |       |      |      |        |        |         |
| Porcentaje De Contracción Del Concreto | =      | <input style="width: 100%;" type="text" value="40"/>  | %       |       |       |      |      |        |        |         |

### PROCESO

Volumen De Una Probeta



$$V_p = A \times H$$

$$V_p = 5560.00 \text{ Cm}^3$$

$$V_p = 0.005560 \text{ m}^3$$

Convirtiendo Metros A Pies

$$1 \text{ Pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$x \text{ Pies} = 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ Pies}$$

Llevando A Metros Cúbicos

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

Convirtiendo El Volumen De Las Probetas A Pies

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

$$0.005560 \text{ m}^3 = x \text{ Pies}^3$$

$$x = 0.1963 \text{ Pies}^3$$

Volumen Total Para El Diseño

$$V_f = 0.589 \text{ Pies}^3$$

Volumen Por Tanda

$$V_{Tanda} = 5.741409214 - 30 \text{ \% Reduccion}$$

$$V_{Tanda} = 3.444845528 \text{ Pies}^3$$

Aportación De Los Agregados Por Tanda  
 3.445 Pies3 = Tanda  
 0.589 Pies3 = X Tanda  
 x = 0.170994205

Cantidad De Materiales En Pies Cúbicos  
**Cemento** = 0.1710 Pies3  
**Agregado Fino** = 0.3299 Pies3  
**Agregado Grueso** = 0.4808 Pies3

Convirtiendo A Centímetros Cúbicos  
 1 m3 = 35.31467 Pies3  
 1000000 Cm3 = 35.31467 Pies3  
 x Cm3 = 1 Pies3

Entonces:  
 1 Pie3 = 28316.85 Cm3

Cantidad De Materiales En Centímetros Cúbicos  
**Cemento** = 4842.0167 Cm3  
**Agregado Fino** = 9342.7853 Cm3  
**Agregado Grueso** = 13615.1972 Cm3

Cantidad De Cemento  
 1 pie3 = 28316.847 Cm3 = 42.5 Kg  
 4842.02 Cm3 = x Kg  
 X = 7.267 Kg

Cantidad De Agua  
 Por 1 Bolsa = 25.58113489 Lt = 42.5 Kg  
 x Lt = 7.267 Kg  
 X = 4.374 Lt

Por Tanto Cantidad De Materiales A Usar:

|                        |   |                 |            |
|------------------------|---|-----------------|------------|
| <b>Cemento</b>         | = | <b>7.27</b>     | <b>Kg</b>  |
| <b>Agregado Fino</b>   | = | <b>9342.79</b>  | <b>Cm3</b> |
| <b>Agregado Grueso</b> | = | <b>13615.20</b> | <b>Cm3</b> |
| <b>Agua</b>            | = | <b>4.37</b>     | <b>Lt</b>  |



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

**I. ESPECIFICACIONES:**

**1.0. APORTACIÓN DEL AGREGADO REICLADO DE OBRA**

Porcentaje de aportación del agregado reciclado de obra

100

 %

**1.1. REQUERIMIENTOS**

La Resistencia de Diseño a los 28 días (  $F_c$  )

=

210

Kg/cm<sup>2</sup>

Valor de la Desviación estándar (  $\sigma$  )

=

Se Desconoce

Uso

=

Columnas

Condición de Exposición

=

Sin Aire Incorporado

Condiciones Especiales de Exposición

=

Sin Condición Especial

**1.2. Materiales:**

**1.2.1. Cemento**

Tipo de Cemento

=

Pacasmayo Tipo MS

Peso Específico

=

3.15

Gr/cm<sup>2</sup>

**1.2.2. Agregado Fino**

Arena Gruesa

( Cantera La Cumbre )

Peso Específico

=

2.66

Gr/cm<sup>3</sup>

Absorción

=

1.01

%

Contenido De Humedad

=

0.47

%

Módulo De Fineza

=

2.98

Peso Unitario Suelto

=

1632.00

Kg/m<sup>3</sup>

**1.2.3. Agregado Grueso**

Piedra Zarandeada

( Cantera Haumbacho )

Tamaño Máximo Nominal

=

3/4

Pulg

Peso Seco Varillado

=

1687.12

Kg/m<sup>3</sup>

Peso Específico

=

2.80

Gg/m<sup>3</sup>

Absorción

=

0.27

%

Contenido De Humedad

=

0.26

%

Peso Unitario Suelto

=

1482.04

Kg/m<sup>3</sup>

**1.2.4. Agregado Grueso (Agregado Reciclado de Obra)**

Agregado Reciclado Zarandeado ( Cantera "Reciclado de Obra" )

Tamaño Máximo Nominal

=

3/4

Pulg

Peso Seco Varillado

=

1419.50

Kg/m<sup>3</sup>

Peso Específico

=

2.32

Gg/m<sup>3</sup>

Absorción

=

3.78

%

Contenido De Humedad

=

0.54

%

Peso Unitario Suelto

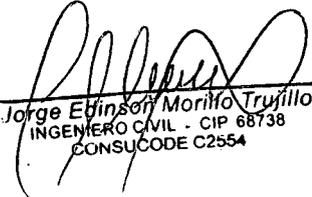
=

1197.92

Kg/m<sup>3</sup>

**1.2.5. Agua**

Agua potable de la zona.

  
 Jorge Elinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |   |                              |
|---------------------|--|---|------------------------------|
| <b>TESIS :</b>      | <b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</b> |   |                              |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |   |                              |
| <b>TESISTAS :</b>   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS   | - | Bach. VIERA CABALLERO NEISER |
| <b>FECHA :</b>      | Octubre de 2013  |   |                              |

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.0. Agregado grueso Resultante

|                       |   |         |       |
|-----------------------|---|---------|-------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg  |
| Peso Seco Varillado   | = | 1419.50 | Kg/m3 |
| Peso Especifico       | = | 2.32    | Pulg  |
| Absorción             | = | 3.78    | %     |
| Contenido De Humedad  | = | 0.54    | %     |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1197.92 | Kg/m3 |

#### 2.1. Selección De La Resistencia (Fcr):

|   |   |              |        |
|---|---|--------------|--------|
| Dado que el valor de la desviación estandar, ( $\sigma$ ) | = | Se Desconoce |        |
| Por Tanto LA Resistencia Promedio es (Fcr)                | = | 294          | Kg/cm2 |

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

|                                |   |     |      |
|--------------------------------|---|-----|------|
| El tamaño máximo nominal es de | = | 3/4 | Pulg |
|--------------------------------|---|-----|------|

#### 2.3. Selección del Asentamiento:

|  |   |       |      |
|--|---|-------|------|
| Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de: | = | 1 a 4 | Pulg |
|--|---|-------|------|

#### 2.4. Volumen Unitario de Agua:

|                                |   |   |                  |
|--------------------------------|---|---|------------------|
| Para una mezcla de concreto de | = | 1 a 4   | De asentamiento, |
| Sin Aire Incorporado           | = | y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de |                  |
| 3/4 Pulg                       | = | el volumen de agua es de                          | 205 lt/m3        |

#### 2.5. Contenido de Aire:

|                               |   |   |           |   |               |   |                                |
|-------------------------------|---|---|-----------|---|---------------|---|--------------------------------|
| Se considera                  | = | 2 | % de aire | = | Aire Atrapado | = | por las características de los |
| componentes de éste concreto. |   |   |           |   |               |   |                                |

#### 2.6. Relación Agua - Cemento:

|  |   |            |   |                      |
|--|---|------------|---|----------------------|
| Para una resistencia de diseño (Fcr)       | = | 294 Kg/cm2 | = | Sin Aire Incorporado |
| Por tanto la relacion Agua - Cemento es de | = | 0.55       | = | Por Resistencia      |

#### 2.7. Factor Cemento:

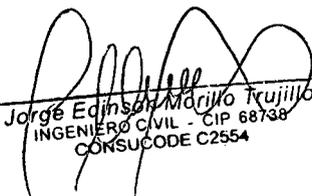
$$205 / 0.55 = 372.73 \text{ Kg/m}^3 = 8.77 \text{ Bls/m}^3$$

#### 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

|  |   |               |                |
|--|---|---------------|----------------|
| Para un Módulo de Fineza de                                  | = | 2.98          |                |
| Tamaño Máximo Nominal de                                     | = | 3/4           | Pulg           |
| Por Tanto le Corresponde un Volumen Unitario de:             | = | 0.6 m3        |                |
| Agregado Grueso Varillado por Unidad de Volumen de Concreto. |   |               |                |
| Peso del Agregado Grueso                                     | = | 0.6 x 1419.50 | = 851.70 Kg/m3 |

#### 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

|                 |   |                        |   |          |
|-----------------|---|------------------------|---|----------|
| Cemento         | = | 372.73 / {3.15 x 1000} | = | 0.118 m3 |
| Agua            | = | 205.00 / {1.00 x 1000} | = | 0.205 m3 |
| Aire Atrapado   | = | 2.00 %                 | = | 0.020 m3 |
| Agregado Grueso | = | 851.70 / {2.32 x 1000} | = | 0.367 m3 |
|                 | = | =====                  | = | 0.710 m3 |
| Total           | = |                        | = |          |

  
**Jorge Edinson Marillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

Método de Diseño del Comité 211 del ACI

|                     |   |  |  |
|---------------------|---|--|--|
| <b>TESIS</b>        | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>   |  |  |
| <b>TESISTAS</b>     | : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |
| <b>FECHA</b>        | : Octubre de 2013   |  |  |

### 2.10 Contenido de Agregado Fino:

|                                   |   |                    |   |                        |
|-----------------------------------|---|--------------------|---|------------------------|
| Volumen Absoluto de Agregado Fino | : | 1.00 - 0.71        | = | 0.290 m <sup>3</sup>   |
| Peso de Agregado Fino Seco        | : | 0.29 x 2.66 x 1000 | = | 770.234 m <sup>3</sup> |

### 2.11 Valores de Diseño:

|                      |   |                           |
|----------------------|---|---------------------------|
| Cemento              | = | 372.73 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua de Diseño       | = | 205.00 Lt/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Fino Seco   | = | 770.234 Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Seco | = | 851.70 Kg/m <sup>3</sup>  |

### 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

|                 |           |        |   |                          |
|-----------------|-----------|--------|---|--------------------------|
| Agregado Fino   | 770.234 x | 1.0047 | = | 773.85 Kg/m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso | 851.700 x | 1.0054 | = | 856.30 Kg/m <sup>3</sup> |

#### Humedad Superficial de:

|                 |        |      |   |         |
|-----------------|--------|------|---|---------|
| Agregado Fino   | 0.47 - | 1.01 | = | -0.54 % |
| Agregado Grueso | 0.54 - | 3.78 | = | -3.24 % |

#### Aporte de Humedad de los Agregados:

|                 |             |           |   |                           |
|-----------------|-------------|-----------|---|---------------------------|
| Agregado Fino   | 770.234 x { | -0.0054 } | = | -4.159 Lt/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Grueso | 851.700 x { | -0.0324 } | = | -27.595 Lt/m <sup>3</sup> |

Total = -31.754 Lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva 205.000 - { -31.754 } = 236.754 Lt/m<sup>3</sup>

#### Los pesos de los materiales corregidos serán:

|                        |   |                           |
|------------------------|---|---------------------------|
| Cemento                | = | 372.73 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua Efectiva          | = | 236.754 Lt/m <sup>3</sup> |
| Agregado Fino Húmedo   | = | 773.85 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado Grueso Húmedo | = | 856.30 Kg/m <sup>3</sup>  |

### 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

372.73 / 372.73 : 773.85 / 372.73 : 856.30 / 372.73 / { 236.75 / 372.73 }

#### Por Tanto:

1 : 2.08 : 2.30 / 0.64

### 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

|                        |               |              |
|------------------------|---------------|--------------|
| Cemento                | 1.00 x 42.5 = | 42.50 Kg/bis |
| Agua Efectiva          | 0.64 x 42.5 = | 27.00 Lt/bis |
| Agregado Fino Húmedo   | 2.08 x 42.5 = | 88.24 Kg/bis |
| Agregado Grueso Húmedo | 2.30 x 42.5 = | 97.64 Kg/bis |

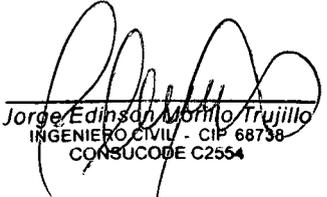
### 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

|                        |           |        |               |                           |
|------------------------|-----------|--------|---------------|---------------------------|
| Agregado Fino Húmedo   | 773.855 x | 35.315 | / 1,632.000 = | 16.75 Kg/Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 856.299 x | 35.315 | / 1,197.920 = | 25.24 Kg/Pie <sup>3</sup> |

### 2.16 Dosificación en Volumen:

|                        |                  |                       |
|------------------------|------------------|-----------------------|
| Cemento                | 8.77 / 8.77 =    | 1.00 Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Fino Húmedo   | 16.75 / 8.77 =   | 1.91 Pie <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso Húmedo | 25.24 / 8.77 =   | 2.88 Pie <sup>3</sup> |
| Agua de Mezcla         | 236.754 / 8.77 = | 27.00 Lt/Bis          |

**DISEÑO A USAR : 1 : 1.91 : 2.88 : / 27.00 Lt/Bis**

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## CALCULO DE CANTIDAD DE AGREGADOS

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

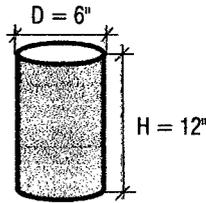
|               |   |  |  |
|---------------|---|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |  |

### DATOS

|  |       |   |         |       |       |      |      |      |      |         |
|--|-------|---|---------|-------|-------|------|------|------|------|---------|
| Resistencia De Diseño Fc               | =     | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">210</span>   | Kg/Cm2  |       |       |      |      |      |      |         |
| Dosificación                           | =     | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black;">Cem.</td> <td style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black;">A. F.</td> <td style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black;">A. G.</td> <td style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black;">Agua</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">1.91</td> <td style="text-align: center;">2.88</td> <td style="text-align: center;">/ 27.00</td> </tr> </table> | Cem.    | A. F. | A. G. | Agua | 1.00 | 1.91 | 2.88 | / 27.00 |
| Cem.                                   | A. F. | A. G.   | Agua    |       |       |      |      |      |      |         |
| 1.00                                   | 1.91  | 2.88  | / 27.00 |       |       |      |      |      |      |         |
| Cantidad De Probetas                   | =     | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>   | Unid.   |       |       |      |      |      |      |         |
| Porcentaje De Contracción Del Concreto | =     | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">40</span>  | %       |       |       |      |      |      |      |         |

### PROCESO

Volumen De Una Probeta



$$V_p = A \times H$$

$$V_p = 5560.00 \text{ Cm}^3$$

$$V_p = 0.005560 \text{ m}^3$$

Convirtiendo Metros A Pies

$$1 \text{ Pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$x \text{ Pies} = 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ Pies}$$

Llevando A Metros Cúbicos

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

Convirtiendo El Volumen De Las Probetas A Pies

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

$$0.005560 \text{ m}^3 = x \text{ Pies}^3$$

$$x = 0.1963 \text{ Pies}^3$$

Volumen Total Para El Diseño

$$V_T = 0.589 \text{ Pies}^3$$

Volumen Por Tanda

$$V_{Tanda} = 5.787774828 - 30 \text{ \% Reduccion}$$

$$V_{Tanda} = 3.472664897 \text{ Pies}^3$$

Aportación De Los Agregados Por Tanda  
 3.473 Pies3 = Tanda  
 0.589 Pies3 = X Tanda  
 x = 0.169624378

Cantidad De Materiales En Pies Cúbicos  
 Cemento = 0.1696 Pies3  
 Agregado Fino = 0.3239 Pies3  
 Agregado Grueso = 0.4882 Pies3

Convirtiendo A Centímetros Cúbicos  
 1 m3 = 35.31467 Pies3  
 1000000 Cm3 = 35.31467 Pies3  
 x Cm3 = 1 Pies3

Entonces:  
 1 Pie3 = 28316.85 Cm3

Cantidad De Materiales En Centímetros Cúbicos  
 Cemento = 4803.2275 Cm3  
 Agregado Fino = 9171.1796 Cm3  
 Agregado Grueso = 13825.5921 Cm3

Cantidad De Cemento  
 1 pie3 = 28316.847 Cm3 = 42.5 Kg  
 4803.23 Cm3 = x Kg  
 x = 7.209 Kg

Cantidad De Agua  
 Por 1 Bolsa = 26.99576993 Lt = 42.5 Kg  
 x Lt = 7.209 Kg  
 x = 4.579 Lt

Por Tanto Cantidad De Materiales A Usar:

|                 |   |          |     |
|-----------------|---|----------|-----|
| Cemento         | = | 7.21     | Kg  |
| Agregado Fino   | = | 9171.18  | Cm3 |
| Agregado Grueso | = | 13825.59 | Cm3 |
| Agua            | = | 4.58     | Lt  |



## ANEXO IV

---

# DISEÑO DE MEZCLA $F'C=175$ KG/CM<sup>2</sup>





## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| <b>TESIS :</b>      | <b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</b> |  |  |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |  |  |
| <b>TESISTAS :</b>   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                      |  |  |
| <b>FECHA :</b>      | Octubre de 2013  |  |  |

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.0. Agregado grueso Resultante

|                       |   |         |                   |
|-----------------------|---|---------|-------------------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1687.12 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Especifico       | = | 2.80    | Pulg              |
| Absorción             | = | 0.27    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.26    | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1482.04 | Kg/m <sup>3</sup> |

#### 2.1. Selección De La Resistencia (Fcr):

Dado que el valor de la desviación estandar, ( $\sigma$ ) **Se Desconoce**

Por Tanto LA Resistencia Promedio es (Fcr) **245 Kg/cm<sup>2</sup>**

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

El tamaño máximo nominal es de **3/4 Pulg**

#### 2.3. Selección del Asentamiento:

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de: **1 a 4 Pulg**

#### 2.4. Volumen Unitario de Agua:

Para una mezcla de concreto de **1 a 4** De asentamiento,  
**Sin Aire Incorporado** y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de  
**3/4 Pulg** el volumen de agua es de **205 lt/m<sup>3</sup>**

#### 2.5. Contenido de Aire:

Se considera **2** % de aire **Aire Atrapado** por las características de los componentes de éste concreto.

#### 2.6. Relación Agua - Cemento:

Para una resistencia de diseño (Fcr) **245 Kg/cm<sup>2</sup>** Sin Aire Incorporado  
Por tanto la relación Agua - Cemento es de **0.62** Por Resistencia

#### 2.7. Factor Cemento:

**205 / 0.62 = 330.65 Kg/m<sup>3</sup> = 7.78 Bls/m<sup>3</sup>**

#### 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

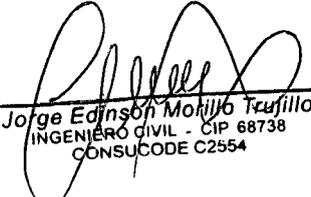
Para un Módulo de Fineza de **2.98**  
Tamaño Máximo Nominal de **3/4 Pulg**

Por Tanto le Corresponde un Volumen Unitario de: **0.6 m<sup>3</sup>**  
Agregado Grueso Varillado por Unidad de Volumen de Concreto.

Peso del Agregado Grueso =  $0.6 \times 1687.12 = 1012.27$  **Kg/m<sup>3</sup>**

#### 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

|                 |         |                 |   |                            |
|-----------------|---------|-----------------|---|----------------------------|
| Cemento         | 330.65  | / {3.15 x 1000} | = | <b>0.105 m<sup>3</sup></b> |
| Agua            | 205.00  | / {1.00 x 1000} | = | <b>0.205 m<sup>3</sup></b> |
| Aire Atrapado   | 2.00    | %               | = | <b>0.020 m<sup>3</sup></b> |
| Agregado Grueso | 1012.27 | / {2.8 x 1000}  | = | <b>0.362 m<sup>3</sup></b> |
| =====           |         |                 |   |                            |
| <b>Total</b>    | =       |                 |   | <b>0.691 m<sup>3</sup></b> |

  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|              |   |  |  |
|--------------|---|--|--|
| TESIS :      | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |
| INSTITUCION: | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |
| TESISTAS :   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |
| FECHA :      | Octubre de 2013   |  |  |

### 2.10 Contenido de Agregado Fino:

|                                     |                     |   |            |
|-------------------------------------|---------------------|---|------------|
| Volumen Absoluto de Agregado Fino : | 1.00 - 0.691        | = | 0.309 m3   |
| Peso de Agregado Fino Seco :        | 0.309 x 2.66 x 1000 | = | 820.630 m3 |

### 2.11 Valores de Diseño:

|                      |   |               |
|----------------------|---|---------------|
| Cemento              | = | 330.65 Kg/m3  |
| Agua de Diseño       | = | 205.00 Lt/m3  |
| Agregado Fino Seco   | = | 820.630 Kg/m3 |
| Agregado Grueso Seco | = | 1012.27 Kg/m3 |

### 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

|                 |             |        |   |               |
|-----------------|-------------|--------|---|---------------|
| Agregado Fino   | 820.630 x   | 1.0047 | = | 824.49 Kg/m3  |
| Agregado Grueso | 1,012.272 x | 1.0026 | = | 1014.90 Kg/m3 |

#### Humedad Superficial de:

|                 |        |      |   |         |
|-----------------|--------|------|---|---------|
| Agregado Fino   | 0.47 - | 1.01 | = | -0.54 % |
| Agregado Grueso | 0.26 - | 0.27 | = | -0.01 % |

#### Aporte de Humedad de los Agregados:

|                 |               |           |   |              |
|-----------------|---------------|-----------|---|--------------|
| Agregado Fino   | 820.630 x {   | -0.0054 } | = | -4.431 Lt/m3 |
| Agregado Grueso | 1,012.272 x { | -0.0001 } | = | -0.101 Lt/m3 |

Total = -4.533 Lt/m3

Agua Efectiva 205.000 - { -4.533 } = 209.533 Lt/m3

#### Los pesos de los materiales corregidos serán:

|                        |   |               |
|------------------------|---|---------------|
| Cemento                | = | 330.65 Kg/m3  |
| Agua Efectiva          | = | 209.533 Lt/m3 |
| Agregado Fino Húmedo   | = | 824.49 Kg/m3  |
| Agregado Grueso Húmedo | = | 1014.90 Kg/m3 |

### 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

330.65 / 330.65 : 824.49 / 330.65 : 1,014.90 / 330.65 / { 209.53 / 330.65 }

Por Tanto:

1 : 2.49 : 3.07 / 0.63

### 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

|                        |               |        |        |
|------------------------|---------------|--------|--------|
| Cemento                | 1.00 x 42.5 = | 42.50  | Kg/bis |
| Agua Efectiva          | 0.63 x 42.5 = | 26.93  | Lt/bis |
| Agregado Fino Húmedo   | 2.49 x 42.5 = | 105.98 | Kg/bis |
| Agregado Grueso Húmedo | 3.07 x 42.5 = | 130.45 | Kg/bis |

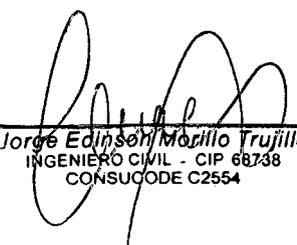
### 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

|                        |             |        |               |       |         |
|------------------------|-------------|--------|---------------|-------|---------|
| Agregado Fino Húmedo   | 824.487 x   | 35.315 | / 1,632.000 = | 17.84 | Kg/Pie3 |
| Agregado Grueso Húmedo | 1,014.904 x | 35.315 | / 1,482.040 = | 24.18 | Kg/Pie3 |

### 2.16 Dosificación en Volumen:

|                        |                  |       |        |
|------------------------|------------------|-------|--------|
| Cemento                | 7.78 / 7.78 =    | 1.00  | Pie3   |
| Agregado Fino Húmedo   | 17.84 / 7.78 =   | 2.29  | Pie3   |
| Agregado Grueso Húmedo | 24.18 / 7.78 =   | 3.11  | Pie3   |
| Agua de Mezcla         | 209.533 / 7.78 = | 26.93 | Lt/Bis |

DISEÑO A USAR : 1 : 2.29 : 3.11 : / 26.93 Lt/Bis

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



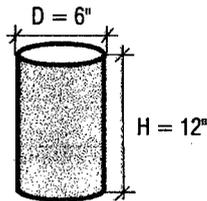
| <b>CALCULO DE CANTIDAD DE AGREGADOS</b>        |  |
|--|--|
| <i>Método de Diseño del Comité 211 del ACI</i> |  |
| TESIS :  | <i>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</i> |
| INSTITUCION :                                  | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA   |
| TESISTAS :                                     | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                      |
| FECHA :  | Octubre de 2013  |

DATOS

| Resistencia De Diseño F <sub>c</sub>   | =     | <input style="width: 100%;" type="text" value="175"/>  |         | Kg/Cm <sup>2</sup> |       |      |      |      |      |         |  |  |
|--|-------|--|---------|--------------------|-------|------|------|------|------|---------|--|--|
| Dosificación                           | =     | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Cem.</th> <th style="width: 15%;">A. F.</th> <th style="width: 15%;">A. G.</th> <th style="width: 15%;">Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">2.29</td> <td style="text-align: center;">3.11</td> <td style="text-align: center;">/ 26.93</td> </tr> </tbody> </table> | Cem.    | A. F.              | A. G. | Agua | 1.00 | 2.29 | 3.11 | / 26.93 |  |  |
| Cem.                                   | A. F. | A. G.  | Agua    |                    |       |      |      |      |      |         |  |  |
| 1.00                                   | 2.29  | 3.11   | / 26.93 |                    |       |      |      |      |      |         |  |  |
| Cantidad De Probetas                   | =     | <input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>  |         | Unid.              |       |      |      |      |      |         |  |  |
| Porcentaje De Contracción Del Concreto | =     | <input style="width: 100%;" type="text" value="40"/>   |         | %                  |       |      |      |      |      |         |  |  |

PROCESO

Volumen De Una Probeta



$$V_p = A \times H$$

$$V_p = 5560.00 \text{ Cm}^3$$

$$V_p = 0.005560 \text{ m}^3$$

Convirtiendo Metros A Pies

$$1 \text{ Pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$x \text{ Pies} = 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ Pies}$$

Llevando A Metros Cúbicos

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

Convirtiendo El Volumen De Las Probetas A Pies

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

$$0.005560 \text{ m}^3 = x \text{ Pies}^3$$

$$x = 0.1963 \text{ Pies}^3$$

Volumen Total Para El Diseño

$$V_T = 0.589 \text{ Pies}^3$$

Volumen Por Tanda

$$V_{Tanda} = 6.401690595 - 30 \text{ \% Reduccion}$$

$$V_{Tanda} = 3.841014357 \text{ Pies}^3$$

Aportación De Los Agregados Por Tanda  
 3.841 Pies3 = Tanda  
 0.589 Pies3 = X Tanda  
 x = 0.153357569

Cantidad De Materiales En Pies Cúbicos  
**Cemento** = 0.1534 Pies3  
**Agregado Fino** = 0.3517 Pies3  
**Agregado Grueso** = 0.4767 Pies3

Convirtiendo A Centímetros Cúbicos  
 1 m3 = 35.31467 Pies3  
 1000000 Cm3 = 35.31467 Pies3  
 x Cm3 = 1 Pies3

Entonces:  
 1 Pie3 = 28316.85 Cm3

Cantidad De Materiales En Centímetros Cúbicos  
**Cemento** = 4342.6027 Cm3  
**Agregado Fino** = 9958.5402 Cm3  
**Agregado Grueso** = 13498.8562 Cm3

Cantidad De Cemento  
 1 pie3 = 28316.847 Cm3 = 42.5 Kg  
 4342.60 Cm3 = x Kg  
 x = 6.518 Kg

Cantidad De Agua  
 Por 1 Bolsa = 26.93260877 Lt = 42.5 Kg  
 x Lt = 6.518 Kg  
 x = 4.130 Lt

Por Tanto Cantidad De Materiales A Usar:

|                        |   |                 |            |
|------------------------|---|-----------------|------------|
| <b>Cemento</b>         | = | <b>6.52</b>     | <b>Kg</b>  |
| <b>Agregado Fino</b>   | = | <b>9958.54</b>  | <b>Cm3</b> |
| <b>Agregado Grueso</b> | = | <b>13498.86</b> | <b>Cm3</b> |
| <b>Agua</b>            | = | <b>4.13</b>     | <b>Lt</b>  |



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA

**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER

**FECHA :** Octubre de 2013

**I. ESPECIFICACIONES:**

**1.0. APORTACIÓN DEL AGREGADO REICLADO DE OBRA**

Porcentaje de aportación del agregado reciclado de obra 25 %

**1.1. REQUERIMIENTOS**

|   |   |                        |                    |
|---|---|------------------------|--------------------|
| La Resistencia de Diseño a los 28 días ( Fc ) | = | 175                    | Kg/cm <sup>2</sup> |
| Valor de la Desviación estándar ( σ )         | = | Se Desconoce           |                    |
| Uso   | = | Columnas               |                    |
| Condición de Exposición                       | = | Sin Aire Incorporado   |                    |
| Condiciones Especiales de Exposición          | = | Sin Condición Especial |                    |

**1.2. Materiales:**

**1.2.1. Cemento**

|                 |   |                   |                    |
|-----------------|---|-------------------|--------------------|
| Tipo de Cemento | = | Pacasmayo Tipo MS |                    |
| Peso Especifico | = | 3.15              | Gr/cm <sup>2</sup> |

**1.2.2. Agregado Fino**

|                                    |   |         |                    |
|------------------------------------|---|---------|--------------------|
| Arena Gruesa ( Cantera La Cumbre ) | = |         |                    |
| Peso Especifico                    | = | 2.66    | Gr/cm <sup>3</sup> |
| Absorción                          | = | 1.01    | %                  |
| Contenido De Humedad               | = | 0.47    | %                  |
| Módulo De Fineza                   | = | 2.98    |                    |
| Peso Unitario Suelto               | = | 1632.00 | Kg/m <sup>3</sup>  |

**1.2.3. Agregado Grueso**

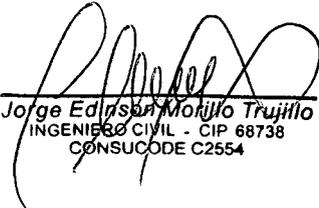
|   |   |         |                   |
|---|---|---------|-------------------|
| Piedra Zarandeada ( Cantera Haumbacho ) | = |         |                   |
| Tamaño Máximo Nominal                   | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado                     | = | 1687.12 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Especifico                         | = | 2.80    | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                               | = | 0.27    | %                 |
| Contenido De Humedad                    | = | 0.26    | %                 |
| Peso Unitario Suelto                    | = | 1482.04 | Kg/m <sup>3</sup> |

**1.2.4. Agregado Grueso (Agregado Reciclado de Obra)**

|   |   |         |                   |
|---|---|---------|-------------------|
| Agregado Reciclado Zarandeado ( Cantera "Reciclado de Obra" ) | = |         |                   |
| Tamaño Máximo Nominal   | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1419.50 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Especifico   | = | 2.32    | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción   | = | 3.78    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.54    | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1197.92 | Kg/m <sup>3</sup> |

**1.2.5. Agua**

Agua potable de la zona.

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |   |                              |
|---------------------|--|---|------------------------------|
| <b>TESIS :</b>      | <b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</b> |   |                              |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |   |                              |
| <b>TESISTAS :</b>   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS   | - | Bach. VIERA CABALLERO NEISER |
| <b>FECHA :</b>      | Octubre de 2013  |   |                              |

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.0. Agregado grueso Resultante

|                       |   |         |                   |
|-----------------------|---|---------|-------------------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1620.22 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Específico       | = | 2.68    | Pulg              |
| Absorción             | = | 1.15    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.33    | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1411.01 | Kg/m <sup>3</sup> |

#### 2.1. Selección De La Resistencia (F<sub>cr</sub>):

|   |   |              |                    |
|---|---|--------------|--------------------|
| Dado que el valor de la desviación estandar, (σ)        | = | Se Desconoce |                    |
| Por Tanto LA Resistencia Promedio es (F <sub>cr</sub> ) | = | 245          | Kg/cm <sup>2</sup> |

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

|                                |   |     |      |
|--------------------------------|---|-----|------|
| El tamaño máximo nominal es de | = | 3/4 | Pulg |
|--------------------------------|---|-----|------|

#### 2.3. Selección del Asentamiento:

|  |   |       |      |
|--|---|-------|------|
| Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de: | = | 1 a 4 | Pulg |
|--|---|-------|------|

#### 2.4. Volumen Unitario de Agua:

|                                |   |   |                       |
|--------------------------------|---|---|-----------------------|
| Para una mezcla de concreto de | = | 1 a 4   | De asentamiento,      |
| <b>Sin Aire Incorporado</b>    | = | y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de |                       |
| 3/4 Pulg                       | = | el volumen de agua es de                          | 205 lt/m <sup>3</sup> |

#### 2.5. Contenido de Aire:

|              |   |             |  |
|--------------|---|-------------|--|
| Se considera | = | 2 % de aire | Aire Atrapado por las características de los componentes de éste concreto. |
|--------------|---|-------------|--|

#### 2.6. Relación Agua - Cemento:

|   |   |                        |                      |
|---|---|------------------------|----------------------|
| Para una resistencia de diseño (F <sub>cr</sub> ) | = | 245 Kg/cm <sup>2</sup> | Sin Aire Incorporado |
| Por tanto la relacion Agua - Cemento es de        | = | 0.62                   | Por Resistencia      |

#### 2.7. Factor Cemento:

$$205 / 0.62 = 330.65 \text{ Kg/m}^3 = 7.78 \text{ Bls/m}^3$$

#### 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

|                             |   |          |  |
|-----------------------------|---|----------|--|
| Para un Módulo de Fineza de | = | 2.98     |  |
| Tamaño Máximo Nominal de    | = | 3/4 Pulg |  |

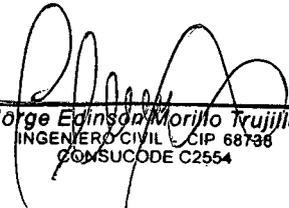
|  |   |                    |  |
|--|---|--------------------|--|
| Por Tanto le Corresponde un Volumen Unitario de:             | = | 0.6 m <sup>3</sup> |  |
| Agregado Grueso Varillado por Unidad de Volumen de Concreto. |   |                    |  |

$$\text{Peso del Agregado Grueso} = 0.6 \times 1620.22 = 972.13 \text{ Kg/m}^3$$

#### 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

|                 |        |                 |   |                      |
|-----------------|--------|-----------------|---|----------------------|
| Cemento         | 330.65 | / (3.15 x 1000) | = | 0.105 m <sup>3</sup> |
| Agua            | 205.00 | / (1.00 x 1000) | = | 0.205 m <sup>3</sup> |
| Aire Atrapado   | 2.00   | %               | = | 0.020 m <sup>3</sup> |
| Agregado Grueso | 972.13 | / (2.68 x 1000) | = | 0.363 m <sup>3</sup> |

$$\text{Total} = 0.693 \text{ m}^3$$

  
**Jorge Edinson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL CIP 68738  
 COMSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>TESIS</b>        | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |
| <b>TESISTAS</b>     | : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                |
| <b>FECHA</b>        | : Octubre de 2013  |

### 2.10 Contenido de Agregado Fino:

|                                   |   |                            |   |                   |
|-----------------------------------|---|----------------------------|---|-------------------|
| Volumen Absoluto de Agregado Fino | : | <b>1.00 - 0.693</b>        | = | <b>0.307 m3</b>   |
| Peso de Agregado Fino Seco        | : | <b>0.307 x 2.66 x 1000</b> | = | <b>817.414 m3</b> |

### 2.11 Valores de Diseño:

|                      |   |                      |
|----------------------|---|----------------------|
| Cemento              | = | <b>330.65 Kg/m3</b>  |
| Agua de Diseño       | = | <b>205.00 Lt/m3</b>  |
| Agregado Fino Seco   | = | <b>817.414 Kg/m3</b> |
| Agregado Grueso Seco | = | <b>972.13 Kg/m3</b>  |

### 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

|                 |           |        |   |                     |
|-----------------|-----------|--------|---|---------------------|
| Agregado Fino   | 817.414 x | 1.0047 | = | <b>821.26 Kg/m3</b> |
| Agregado Grueso | 972.129 x | 1.0033 | = | <b>975.34 Kg/m3</b> |

#### Humedad Superficial de:

|                 |        |      |   |                |
|-----------------|--------|------|---|----------------|
| Agregado Fino   | 0.47 - | 1.01 | = | <b>-0.54 %</b> |
| Agregado Grueso | 0.33 - | 1.15 | = | <b>-0.82 %</b> |

#### Aporte de Humedad de los Agregados:

|                 |             |           |   |                     |
|-----------------|-------------|-----------|---|---------------------|
| Agregado Fino   | 817.414 x { | -0.0054 } | = | <b>-4.414 Lt/m3</b> |
| Agregado Grueso | 972.129 x { | -0.0082 } | = | <b>-7.947 Lt/m3</b> |

**Total** = **-12.361 Lt/m3**

**Agua Efectiva** **205.000 - { -12.361 }** = **217.361 Lt/m3**

#### Los pesos de los materiales corregidos serán:

|                        |   |                      |
|------------------------|---|----------------------|
| Cemento                | = | <b>330.65 Kg/m3</b>  |
| Agua Efectiva          | = | <b>217.361 Lt/m3</b> |
| Agregado Fino Húmedo   | = | <b>821.26 Kg/m3</b>  |
| Agregado Grueso Húmedo | = | <b>975.34 Kg/m3</b>  |

### 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

**330.65 / 330.65 : 821.26 / 330.65 : 975.34 / 330.65 / { 217.36 / 330.65 }**

Por Tanto:

|                               |
|-------------------------------|
| <b>1 : 2.48 : 2.95 / 0.66</b> |
|-------------------------------|

### 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

|                        |                      |               |               |
|------------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Cemento                | <b>1.00 x 42.5 =</b> | <b>42.50</b>  | <b>Kg/bis</b> |
| Agua Efectiva          | <b>0.66 x 42.5 =</b> | <b>27.94</b>  | <b>Lt/bis</b> |
| Agregado Fino Húmedo   | <b>2.48 x 42.5 =</b> | <b>105.56</b> | <b>Kg/bis</b> |
| Agregado Grueso Húmedo | <b>2.95 x 42.5 =</b> | <b>125.37</b> | <b>Kg/bis</b> |

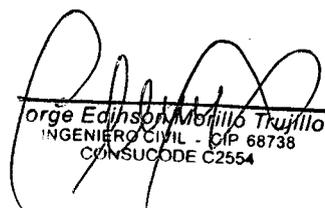
### 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

|                        |           |        |               |              |                |
|------------------------|-----------|--------|---------------|--------------|----------------|
| Agregado Fino Húmedo   | 821.256 x | 35.315 | / 1,632.000 = | <b>17.77</b> | <b>Kg/Pie3</b> |
| Agregado Grueso Húmedo | 975.337 x | 35.315 | / 1,411.010 = | <b>24.41</b> | <b>Kg/Pie3</b> |

### 2.16 Dosificación en Volumen:

|                        |                  |              |               |
|------------------------|------------------|--------------|---------------|
| Cemento                | 7.78 / 7.78 =    | <b>1.00</b>  | <b>Pie3</b>   |
| Agregado Fino Húmedo   | 17.77 / 7.78 =   | <b>2.28</b>  | <b>Pie3</b>   |
| Agregado Grueso Húmedo | 24.41 / 7.78 =   | <b>3.14</b>  | <b>Pie3</b>   |
| Agua de Mezcla         | 217.361 / 7.78 = | <b>27.94</b> | <b>Lt/Bis</b> |

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>DISEÑO A USAR :</b> | <b>1 : 2.28 : 3.14 : / 27.94 Lt/Bis</b> |
|------------------------|---|

  
**Jorge Edjson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## CALCULO DE CANTIDAD DE AGREGADOS

Método de Diseño del Comité 211 del ACI

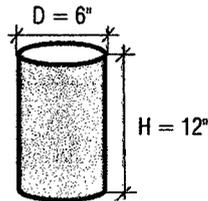
|               |   |  |  |
|---------------|---|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |  |

### DATOS

| Resistencia De Diseño $F_c$            | =     | <input type="text" value="175"/>   | Kg/Cm <sup>2</sup> |       |       |      |      |      |      |       |  |
|--|-------|--|--------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|--|
| Dosificación                           | =     | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cem.</th> <th>A. F.</th> <th>A. G.</th> <th>Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>2.28</td> <td>3.14</td> <td>27.94</td> </tr> </tbody> </table> | Cem.               | A. F. | A. G. | Agua | 1.00 | 2.28 | 3.14 | 27.94 |  |
| Cem.                                   | A. F. | A. G.  | Agua               |       |       |      |      |      |      |       |  |
| 1.00                                   | 2.28  | 3.14   | 27.94              |       |       |      |      |      |      |       |  |
| Cantidad De Probetas                   | =     | <input type="text" value="3"/>   | Unid.              |       |       |      |      |      |      |       |  |
| Porcentaje De Contracción Del Concreto | =     | <input type="text" value="40"/>  | %                  |       |       |      |      |      |      |       |  |

### PROCESO

Volumen De Una Probeta



$$V_p = A \times H$$

$$V_p = 5560.00 \text{ Cm}^3$$

$$V_p = 0.005560 \text{ m}^3$$

Convirtiendo Metros A Pies

$$1 \text{ Pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$x \text{ Pies} = 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ Pies}$$

Llevando A Metros Cúbicos

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

Convirtiendo El Volumen De Las Probetas A Pies

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

$$0.005560 \text{ m}^3 = x \text{ Pies}^3$$

$$x = 0.1963 \text{ Pies}^3$$

Volumen Total Para El Diseño

$$V_T = 0.589 \text{ Pies}^3$$

Volumen Por Tanda

$$V_{Tanda} = 6.421896914 - 30 \text{ \% Reduccion}$$

$$V_{Tanda} = 3.853138148 \text{ Pies}^3$$

Aportación De Los Agregados Por Tanda  
 3.853 Pies3 = Tanda  
 0.589 Pies3 = X Tanda  
 x = 0.152875033

Cantidad De Materiales En Pies Cúbicos  
 Cemento = 0.1529 Pies3  
 Agregado Fino = 0.3492 Pies3  
 Agregado Grueso = 0.4797 Pies3

Convirtiendo A Centímetros Cúbicos  
 1 m3 = 35.31467 Pies3  
 1000000 Cm3 = 35.31467 Pies3  
 x Cm3 = 1 Pies3

Entonces:  
 1 Pie3 = 28316.85 Cm3

Cantidad De Materiales En Centímetros Cúbicos  
 Cemento = 4328.9389 Cm3  
 Agregado Fino = 9888.3029 Cm3  
 Agregado Grueso = 13582.7574 Cm3

Cantidad De Cemento  
 1 pie3 = 28316.847 Cm3 = 42.5 Kg  
 4328.94 Cm3 = x Kg  
 x = 6.497 Kg

Cantidad De Agua  
 Por 1 Bolsa = 27.93886533 Lt = 42.5 Kg  
 x Lt = 6.497 Kg  
 x = 4.271 Lt

Por Tanto Cantidad De Materiales A Usar:

|                 |   |          |     |
|-----------------|---|----------|-----|
| Cemento         | = | 6.50     | Kg  |
| Agregado Fino   | = | 9888.30  | Cm3 |
| Agregado Grueso | = | 13582.76 | Cm3 |
| Agua            | = | 4.27     | Lt  |



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |   |                              |
|---------------------|--|---|------------------------------|
| <b>TESIS :</b>      | <b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</b> |   |                              |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |   |                              |
| <b>TESISTAS :</b>   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS   | - | Bach. VIERA CABALLERO NEISER |
| <b>FECHA :</b>      | Octubre de 2013  |   |                              |

**I. ESPECIFICACIONES:**

**1.0. APORTACIÓN DEL AGREGADO REICLADO DE OBRA**

Porcentaje de aportación del agregado reciclado de obra 50 %

**1.1. REQUERIMIENTOS**

|  |   |                        |        |
|--|---|------------------------|--------|
| La Resistencia de Diseño a los 28 días (Pc)  | = | 175                    | Kg/cm2 |
| Valor de la Desviación estándar ( $\sigma$ ) | = | Se Desconoce           |        |
| Uso  | = | Columnas               |        |
| Condición de Exposición                      | = | Sin Aire Incorporado   |        |
| Condiciones Especiales de Exposición         | = | Sin Condición Especial |        |

**1.2. Materiales:**

**1.2.1. Cemento**

|                 |   |                   |        |
|-----------------|---|-------------------|--------|
| Tipo de Cemento | = | Pacasmayo Tipo MS |        |
| Peso Especifico | = | 3.15              | Gr/cm2 |

**1.2.2. Agregado Fino**

|                                  |   |         |        |
|----------------------------------|---|---------|--------|
| Arena Gruesa (Cantera La Cumbre) |   |         |        |
| Peso Especifico                  | = | 2.66    | Gr/cm3 |
| Absorción                        | = | 1.01    | %      |
| Contenido De Humedad             | = | 0.47    | %      |
| Módulo De Fineza                 | = | 2.98    |        |
| Peso Unitario Suelto             | = | 1632.00 | Kg/m3  |

**1.2.3. Agregado Grueso**

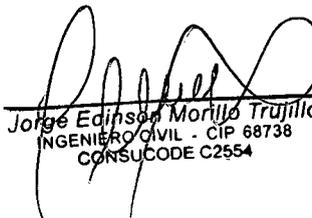
|                                       |   |         |       |
|---------------------------------------|---|---------|-------|
| Piedra Zarandeada (Cantera Haumbacho) |   |         |       |
| Tamaño Máximo Nominal                 | = | 3/4     | Pulg  |
| Peso Seco Varillado                   | = | 1687.12 | Kg/m3 |
| Peso Especifico                       | = | 2.80    | Gg/m3 |
| Absorción                             | = | 0.27    | %     |
| Contenido De Humedad                  | = | 0.26    | %     |
| Peso Unitario Suelto                  | = | 1482.04 | Kg/m3 |

**1.2.4. Agregado Grueso (Agregado Reciclado de Obra)**

|   |   |         |       |
|---|---|---------|-------|
| Agregado Reciclado Zarandeado (Cantera "Reciclado de Obra") |   |         |       |
| Tamaño Máximo Nominal                                       | = | 3/4     | Pulg  |
| Peso Seco Varillado   | = | 1419.50 | Kg/m3 |
| Peso Especifico   | = | 2.32    | Gg/m3 |
| Absorción   | = | 3.78    | %     |
| Contenido De Humedad  | = | 0.54    | %     |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1197.92 | Kg/m3 |

**1.2.5. Agua**

Agua potable de la zona.

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| <b>TESIS :</b>      | <b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</b> |  |  |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |  |  |
| <b>TESISTAS :</b>   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                      |  |  |
| <b>FECHA :</b>      | Octubre de 2013  |  |  |

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.0. Agregado grueso Resultante

|                       |   |         |       |
|-----------------------|---|---------|-------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg  |
| Peso Seco Varillado   | = | 1553.31 | Kg/m3 |
| Peso Específico       | = | 2.56    | Pulg  |
| Absorción             | = | 2.03    | %     |
| Contenido De Humedad  | = | 0.40    | %     |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1339.98 | Kg/m3 |

#### 2.1. Selección De La Resistencia (Pcr):

|  |   |              |        |
|--|---|--------------|--------|
| Dado que el valor de la desviacion estandar, (σ) | = | Se Desconoce |        |
| Por Tanto LA Resistencia Promedio es (Pcr)       | = | 245          | Kg/cm2 |

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

|                                |   |     |      |
|--------------------------------|---|-----|------|
| El tamaño máximo nominal es de | = | 3/4 | Pulg |
|--------------------------------|---|-----|------|

#### 2.3. Selección del Asentamiento:

|  |   |       |      |
|--|---|-------|------|
| Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de: | = | 1 a 4 | Pulg |
|--|---|-------|------|

#### 2.4. Volumen Unitario de Agua:

|                                |   |   |                  |
|--------------------------------|---|---|------------------|
| Para una mezcla de concreto de | = | 1 a 4   | De asentamiento, |
| <b>Sin Aire Incorporado</b>    | = | y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de |                  |
| 3/4 Pulg                       | = | el volumen de agua es de                          | 205 lt/m3        |

#### 2.5. Contenido de Aire:

|              |   |             |  |
|--------------|---|-------------|--|
| Se considera | = | 2 % de aire | Aire Atrapado por las características de los componentes de éste concreto. |
|--------------|---|-------------|--|

#### 2.6. Relación Agua - Cemento:

|  |   |            |                      |
|--|---|------------|----------------------|
| Para una resistencia de diseño (Pcr)       | = | 245 Kg/cm2 | Sin Aire Incorporado |
| Por tanto la relacion Agua - Cemento es de | = | 0.62       | Por Resistencia      |

#### 2.7. Factor Cemento:

$$205 / 0.62 = 330.65 \text{ Kg/m3} = 7.78 \text{ Bls/m3}$$

#### 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

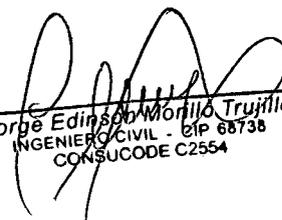
|                             |   |          |  |
|-----------------------------|---|----------|--|
| Para un Módulo de Fineza de | = | 2.98     |  |
| Tamaño Máximo Nominal de    | = | 3/4 Pulg |  |

Por Tanto le Corresponde un Volumen Unitario de:  
 Agregado Grueso Varillado por Unidad de Volumen de Concreto. 0.6 m3

$$\text{Peso del Agregado Grueso} = 0.6 \times 1553.31 = 931.99 \text{ Kg/m3}$$

#### 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

|                 |          |                        |          |
|-----------------|----------|------------------------|----------|
| Cemento         | =        | 330.65 / {3.15 x 1000} | 0.105 m3 |
| Agua            | =        | 205.00 / {1.00 x 1000} | 0.205 m3 |
| Aire Atrapado   | =        | 2.00 %                 | 0.020 m3 |
| Agregado Grueso | =        | 931.99 / {2.56 x 1000} | 0.364 m3 |
| <b>Total</b>    | <b>=</b> | <b>0.694 m3</b>        |          |

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CEP 68738  
 CONSUCODE C2554





## CALCULO DE CANTIDAD DE AGREGADOS

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|               |   |  |  |
|---------------|---|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |  |

### DATOS

Resistencia De Diseño  $f_c$  = 175 Kg/Cm<sup>2</sup>

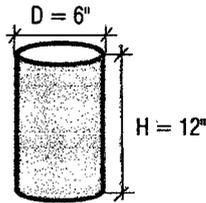
|              |   |      |       |       |         |
|--------------|---|------|-------|-------|---------|
| Dosificación | = | Cem. | A. F. | A. G. | Agua    |
|              |   | 1.00 | 2.27  | 3.17  | / 28.86 |

Cantidad De Probetas = 3 Unid.

Porcentaje De Contracción Del Concreto = 40 %

### PROCESO

Volumen De Una Probeta



$$V_p = A \times H$$

$$V_p = 5560.00 \text{ Cm}^3$$

$$V_p = 0.005560 \text{ m}^3$$

Convirtiendo Metros A Pies

$$1 \text{ Pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$x \text{ Pies} = 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ Pies}$$

Llevando A Metros Cúbicos

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

Convirtiendo El Volumen De Las Probetas A Pies

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

$$0.005560 \text{ m}^3 = x \text{ Pies}^3$$

$$x = 0.1963 \text{ Pies}^3$$

Volumen Total Para El Diseño

$$V_T = 0.589 \text{ Pies}^3$$

Volumen Por Tanda

$$V_{Tanda} = 6.444165291 - 30 \text{ \% Reduccion}$$

$$V_{Tanda} = 3.866499175 \text{ Pies}^3$$

Aportación De Los Agregados Por Tanda  
 3.866 Pies3 = Tanda  
 0.589 Pies3 = X Tanda  
 x = 0.15234676

Cantidad De Materiales En Pies Cúbicos  
 Cemento = 0.1523 Pies3  
 Agregado Fino = 0.3465 Pies3  
 Agregado Grueso = 0.4829 Pies3

Convirtiendo A Centímetros Cúbicos  
 1 m3 = 35.31467 Pies3  
 1000000 Cm3 = 35.31467 Pies3  
 x Cm3 = 1 Pies3

Entonces:  
 1 Pie3 = 28316.85 Cm3

Cantidad De Materiales En Centímetros Cúbicos  
 Cemento = 4313.9798 Cm3  
 Agregado Fino = 9811.7299 Cm3  
 Agregado Grueso = 13674.2894 Cm3

Cantidad De Cemento  
 1 pie3 = 28316.847 Cm3 = 42.5 Kg  
 4313.98 Cm3 = x Kg  
 x = 6.475 Kg

Cantidad De Agua  
 Por 1 Bolsa = 28.86158115 Lt = 42.5 Kg  
 x Lt = 6.475 Kg  
 x = 4.397 Lt

Por Tanto Cantidad De Materiales A Usar:

|                 |   |          |     |
|-----------------|---|----------|-----|
| Cemento         | = | 6.47     | Kg  |
| Agregado Fino   | = | 9811.73  | Cm3 |
| Agregado Grueso | = | 13674.29 | Cm3 |
| Agua            | = | 4.40     | Lt  |



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

**I. ESPECIFICACIONES:**

**1.0. APORTACION DEL AGREGADO REICLADO DE OBRA**

Porcentaje de aportación del agregado reciclado de obra = 100 %

**1.1. REQUERIMIENTOS**

|  |   |                        |  |                    |
|--|---|------------------------|--|--------------------|
| La Resistencia de Diseño a los 28 días (Fc)  | = | 175                    |  | Kg/cm <sup>2</sup> |
| Valor de la Desviación estándar ( $\sigma$ ) | = | Se Desconoce           |  |                    |
| Uso  | = | Columnas               |  |                    |
| Condición de Exposición                      | = | Sin Aire Incorporado   |  |                    |
| Condiciones Especiales de Exposición         | = | Sin Condición Especial |  |                    |

**1.2. Materiales:**

**1.2.1. Cemento**

|                 |   |                   |  |                    |
|-----------------|---|-------------------|--|--------------------|
| Tipo de Cemento | = | Pacasmayo Tipo MS |  |                    |
| Peso Específico | = | 3.15              |  | Gr/cm <sup>2</sup> |

**1.2.2. Agregado Fino**

|                                  |   |         |  |                    |
|----------------------------------|---|---------|--|--------------------|
| Arena Gruesa (Cantera La Cumbre) |   |         |  |                    |
| Peso Específico                  | = | 2.66    |  | Gr/cm <sup>3</sup> |
| Absorción                        | = | 1.01    |  | %                  |
| Contenido De Humedad             | = | 0.47    |  | %                  |
| Módulo De Fineza                 | = | 2.98    |  |                    |
| Peso Unitario Suelto             | = | 1632.00 |  | Kg/m <sup>3</sup>  |

**1.2.3. Agregado Grueso**

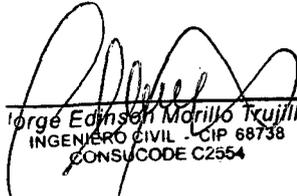
|                                       |   |         |  |                   |
|---------------------------------------|---|---------|--|-------------------|
| Piedra Zarandeada (Cantera Haumbacho) |   |         |  |                   |
| Tamaño Máximo Nominal                 | = | 3/4     |  | Pulg              |
| Peso Seco Varillado                   | = | 1687.12 |  | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Específico                       | = | 2.80    |  | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                             | = | 0.27    |  | %                 |
| Contenido De Humedad                  | = | 0.26    |  | %                 |
| Peso Unitario Suelto                  | = | 1482.04 |  | Kg/m <sup>3</sup> |

**1.2.4. Agregado Grueso (Agregado Reciclado de Obra)**

|   |   |         |  |                   |
|---|---|---------|--|-------------------|
| Agregado Reciclado Zarandeado (Cantera "Reciclado de Obra") |   |         |  |                   |
| Tamaño Máximo Nominal                                       | = | 3/4     |  | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1419.50 |  | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Específico   | = | 2.32    |  | Gg/m <sup>3</sup> |
| Absorción   | = | 3.78    |  | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.54    |  | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1197.92 |  | Kg/m <sup>3</sup> |

**1.2.5. Agua**

Agua potable de la zona.

  
 Jorge Edinson Marillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |   |  |  |
|---------------------|---|--|--|
| <b>TESIS</b>        | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>   |  |  |
| <b>TESISTAS</b>     | : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |
| <b>FECHA</b>        | : Octubre de 2013   |  |  |

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.0. Agregado grueso Resultante

|                       |   |         |                   |
|-----------------------|---|---------|-------------------|
| Tamaño Máximo Nominal | = | 3/4     | Pulg              |
| Peso Seco Varillado   | = | 1419.50 | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Específico       | = | 2.32    | Pulg              |
| Absorción             | = | 3.78    | %                 |
| Contenido De Humedad  | = | 0.54    | %                 |
| Peso Unitario Suelto  | = | 1197.92 | Kg/m <sup>3</sup> |

#### 2.1. Selección De La Resistencia (F<sub>cr</sub>):

|   |              |                    |
|---|--------------|--------------------|
| Dado que el valor de la desviacion estandar, (σ)        | Se Desconoce |                    |
| Por Tanto LA Resistencia Promedio es (F <sub>cr</sub> ) | 245          | Kg/cm <sup>2</sup> |

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

|                                |     |      |
|--------------------------------|-----|------|
| El tamaño máximo nominal es de | 3/4 | Pulg |
|--------------------------------|-----|------|

#### 2.3. Selección del Asentamiento:

|  |       |      |
|--|-------|------|
| Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de: | 1 a 4 | Pulg |
|--|-------|------|

#### 2.4. Volumen Unitario de Agua:

|                                |   |                   |
|--------------------------------|---|-------------------|
| Para una mezcla de concreto de | 1 a 4   | De asentamiento,  |
| <b>Sin Aire Incorporado</b>    | y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de |                   |
| 3/4 Pulg                       | 205   | lt/m <sup>3</sup> |
| el volumen de agua es de       |   |                   |

#### 2.5. Contenido de Aire:

Se considera 2 % de aire Aire Atrapado por las características de los componentes de éste concreto.

#### 2.6. Relación Agua - Cemento:

|   |                        |                      |
|---|------------------------|----------------------|
| Para una resistencia de diseño (F <sub>cr</sub> ) | 245 Kg/cm <sup>2</sup> | Sin Aire Incorporado |
| Por tanto la relacion Agua - Cemento es de        | 0.62                   | Por Resistencia      |

#### 2.7. Factor Cemento:

$$205 / 0.62 = 330.65 \text{ Kg/m}^3 = 7.78 \text{ Bls/m}^3$$

#### 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

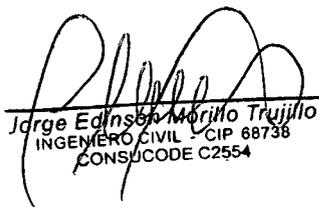
|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Para un Módulo de Fineza de | 2.98     |
| Tamaño Máximo Nominal de    | 3/4 Pulg |

Por Tanto le Corresponde un Volumen Unitario de: 0.6 m<sup>3</sup>  
Agregado Grueso Varillado por Unidad de Volumen de Concreto.

$$\text{Peso del Agregado Grueso} = 0.6 \times 1419.50 = 851.70 \text{ Kg/m}^3$$

#### 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

|                 |        |                         |   |                            |
|-----------------|--------|-------------------------|---|----------------------------|
| Cemento         | 330.65 | $/\{3.15 \times 1000\}$ | = | 0.105 m <sup>3</sup>       |
| Agua            | 205.00 | $/\{1.00 \times 1000\}$ | = | 0.205 m <sup>3</sup>       |
| Aire Atrapado   | 2.00   | %                       | = | 0.020 m <sup>3</sup>       |
| Agregado Grueso | 851.70 | $/\{2.32 \times 1000\}$ | = | 0.367 m <sup>3</sup>       |
| =====           |        |                         |   |                            |
| <b>Total</b>    |        |                         | = | <b>0.697 m<sup>3</sup></b> |

  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - CIP 68738  
 CONSUCODE C2554



## DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO REICLADO COMO AGREGADO

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

|                     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| <b>TESIS :</b>      | <b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA</b> |  |  |
| <b>INSTITUCION:</b> | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>  |  |  |
| <b>TESISTAS :</b>   | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                      |  |  |
| <b>FECHA :</b>      | Octubre de 2013  |  |  |

### 2.10 Contenido de Agregado Fino:

|                                     |                            |   |                              |
|-------------------------------------|----------------------------|---|------------------------------|
| Volumen Absoluto de Agregado Fino : | <b>1.00 - 0.697</b>        | = | <b>0.303 m<sup>3</sup></b>   |
| Peso de Agregado Fino Seco :        | <b>0.303 x 2.66 x 1000</b> | = | <b>805.770 m<sup>3</sup></b> |

### 2.11 Valores de Diseño:

|                      |   |                                 |
|----------------------|---|---------------------------------|
| Cemento              | = | <b>330.65 Kg/m<sup>3</sup></b>  |
| Agua de Diseño       | = | <b>205.00 Lt/m<sup>3</sup></b>  |
| Agregado Fino Seco   | = | <b>805.770 Kg/m<sup>3</sup></b> |
| Agregado Grueso Seco | = | <b>851.70 Kg/m<sup>3</sup></b>  |

### 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

|                 |           |        |   |                                |
|-----------------|-----------|--------|---|--------------------------------|
| Agregado Fino   | 805.770 x | 1.0047 | = | <b>809.56 Kg/m<sup>3</sup></b> |
| Agregado Grueso | 851.700 x | 1.0054 | = | <b>856.30 Kg/m<sup>3</sup></b> |

#### Humedad Superficial de:

|                 |        |      |   |                |
|-----------------|--------|------|---|----------------|
| Agregado Fino   | 0.47 - | 1.01 | = | <b>-0.54 %</b> |
| Agregado Grueso | 0.54 - | 3.78 | = | <b>-3.24 %</b> |

#### Aporte de Humedad de los Agregados:

|                 |             |           |   |                                 |
|-----------------|-------------|-----------|---|---------------------------------|
| Agregado Fino   | 805.770 x { | -0.0054 } | = | <b>-4.351 Lt/m<sup>3</sup></b>  |
| Agregado Grueso | 851.700 x { | -0.0324 } | = | <b>-27.595 Lt/m<sup>3</sup></b> |

**Total = -31.946 Lt/m<sup>3</sup>**

**Agua Efectiva 205.000 - { -31.946 } = 236.946 Lt/m<sup>3</sup>**

#### Los pesos de los materiales corregidos serán:

|                        |   |                                 |
|------------------------|---|---------------------------------|
| Cemento                | = | <b>330.65 Kg/m<sup>3</sup></b>  |
| Agua Efectiva          | = | <b>236.946 Lt/m<sup>3</sup></b> |
| Agregado Fino Húmedo   | = | <b>809.56 Kg/m<sup>3</sup></b>  |
| Agregado Grueso Húmedo | = | <b>856.30 Kg/m<sup>3</sup></b>  |

### 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

330.65 / 330.65 : 809.56 / 330.65 : 856.30 / 330.65 / { 236.95 / 330.65 }

Por Tanto:

|                               |
|-------------------------------|
| <b>1 : 2.45 : 2.59 / 0.72</b> |
|-------------------------------|

### 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

|                        |               |                      |
|------------------------|---------------|----------------------|
| Cemento                | 1.00 x 42.5 = | <b>42.50 Kg/bis</b>  |
| Agua Efectiva          | 0.72 x 42.5 = | <b>30.46 Lt/bis</b>  |
| Agregado Fino Húmedo   | 2.45 x 42.5 = | <b>104.06 Kg/bis</b> |
| Agregado Grueso Húmedo | 2.59 x 42.5 = | <b>110.07 Kg/bis</b> |

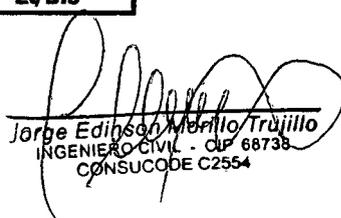
### 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

|                        |           |        |               |                                 |
|------------------------|-----------|--------|---------------|---------------------------------|
| Agregado Fino Húmedo   | 809.558 x | 35.315 | / 1,632.000 = | <b>17.52 Kg/Pie<sup>3</sup></b> |
| Agregado Grueso Húmedo | 856.299 x | 35.315 | / 1,197.920 = | <b>25.24 Kg/Pie<sup>3</sup></b> |

### 2.16 Dosificación en Volumen:

|                        |                  |                             |
|------------------------|------------------|-----------------------------|
| Cemento                | 7.78 / 7.78 =    | <b>1.00 Pie<sup>3</sup></b> |
| Agregado Fino Húmedo   | 17.52 / 7.78 =   | <b>2.25 Pie<sup>3</sup></b> |
| Agregado Grueso Húmedo | 25.24 / 7.78 =   | <b>3.24 Pie<sup>3</sup></b> |
| Agua de Mezcla         | 236.946 / 7.78 = | <b>30.46 Lt/Bis</b>         |

|   |
|---|
| <b>DISEÑO A USAR : 1 : 2.25 : 3.24 : / 30.46 Lt/Bis</b> |
|---|

  
**Jorge Edinson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - O.P. 68738  
 CONSUCODE C2554



## CALCULO DE CANTIDAD DE AGREGADOS

*Método de Diseño del Comité 211 del ACI*

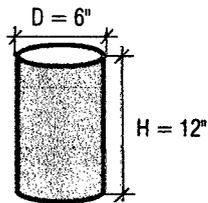
|               |   |  |  |
|---------------|---|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |  |

### DATOS

|  |       |  |         |        |       |      |      |      |      |         |  |  |
|--|-------|--|---------|--------|-------|------|------|------|------|---------|--|--|
| Resistencia De Diseño Fc               | =     | <input style="width: 80%;" type="text" value="175"/>   |         | Kg/Cm2 |       |      |      |      |      |         |  |  |
| Dosificación                           | =     | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Cem.</td> <td style="width: 25%;">A. F.</td> <td style="width: 25%;">A. G.</td> <td style="width: 25%;">Agua</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">2.25</td> <td style="text-align: center;">3.24</td> <td style="text-align: center;">/ 30.46</td> </tr> </table> | Cem.    | A. F.  | A. G. | Agua | 1.00 | 2.25 | 3.24 | / 30.46 |  |  |
| Cem.                                   | A. F. | A. G.  | Agua    |        |       |      |      |      |      |         |  |  |
| 1.00                                   | 2.25  | 3.24   | / 30.46 |        |       |      |      |      |      |         |  |  |
| Cantidad De Probetas                   | =     | <input style="width: 80%;" type="text" value="3"/>   |         | Unid.  |       |      |      |      |      |         |  |  |
| Porcentaje De Contracción Del Concreto | =     | <input style="width: 80%;" type="text" value="40"/>  |         | %      |       |      |      |      |      |         |  |  |

### PROCESO

Volumen De Una Probeta



$$V_p = A \times H$$

$$V_p = 5560.00 \quad \text{Cm}^3$$

$$V_p = 0.005560 \quad \text{m}^3$$

Convirtiendo Metros A Pies

$$1 \text{ Pie} = 0.3048 \text{ m}$$

$$x \text{ Pies} = 1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ Pies}$$

Llevando A Metros Cúbicos

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

Convirtiendo El Volumen De Las Probetas A Pies

$$1 \text{ m}^3 = 35.31467 \text{ Pies}^3$$

$$0.005560 \text{ m}^3 = x \text{ Pies}^3$$

$$x = 0.1963 \text{ Pies}^3$$

Volumen Total Para El Diseño

$$V_r = 0.589 \text{ Pies}^3$$

Volumen Por Tanda

$$V_{Tanda} = 6.496431983 - 30 \text{ \% Reduccion}$$

$$V_{Tanda} = 3.89785919 \text{ Pies}^3$$

Aportación De Los Agregados Por Tanda  
 3.898 Pies3 = Tanda  
 0.589 Pies3 = X Tanda  
 x = 0.151121063

Cantidad De Materiales En Pies Cúbicos  
**Cemento** = **0.1511** Pies3  
**Agregado Fino** = **0.3403** Pies3  
**Agregado Grueso** = **0.4903** Pies3

Convirtiendo A Centímetros Cúbicos  
 1 m3 = 35.31467 Pies3  
 1000000 Cm3 = 35.31467 Pies3  
 x Cm3 = 1 Pies3

Entonces:  
 1 Pie3 = 28316.85 Cm3

Cantidad De Materiales En Centímetros Cúbicos  
**Cemento** = **4279.2719** Cm3  
**Agregado Fino** = **9635.6126** Cm3  
**Agregado Grueso** = **13885.1146** Cm3

Cantidad De Cemento  
 1 pie3 = 28316.847 Cm3 = 42.5 Kg  
 4279.27 Cm3 = x Kg  
 x = 6.423 Kg

Cantidad De Agua  
 Por 1 Bolsa = 30.45626064 Lt = 42.5 Kg  
 x Lt = 6.423 Kg  
 x = 4.603 Lt

Por Tanto Cantidad De Materiales A Usar:

|                        |   |                 |            |
|------------------------|---|-----------------|------------|
| <b>Cemento</b>         | = | <b>6.42</b>     | <b>Kg</b>  |
| <b>Agregado Fino</b>   | = | <b>9635.61</b>  | <b>Cm3</b> |
| <b>Agregado Grueso</b> | = | <b>13885.11</b> | <b>Cm3</b> |
| <b>Agua</b>            | = | <b>4.60</b>     | <b>Lt</b>  |



## ANEXO V

---

# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 07 DÍAS

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. F <sub>za</sub> (Kgf) | F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> /F <sub>c</sub> (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |   |                               |                                      |                                    |            |
| 1       | AR=100%  | 15.17     | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7           | 175   | 10375                         | 57.40                                | 32.80%                             | No Pasa 7D |
| 2       | AR=0%    | 15.00     | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7           | 175   | 26195                         | 148.24                               | 84.71%                             | OK 7D      |
| 3       | AR=0%    | 14.86     | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7           | 210   | 26315                         | 151.73                               | 72.25%                             | OK 7D      |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. F <sub>za</sub> (Kgf) | F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> /F <sub>c</sub> (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |   |                               |                                      |                                    |            |
| 4       | AR=100%  | 15.08     | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7           | 210   | 25452                         | 142.50                               | 67.86%                             | OK 7D      |
| 5       | AR=25%   | 15.17     | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7           | 210   | 31598                         | 174.82                               | 83.25%                             | OK 7D      |
| 6       | AR=25%   | 15.27     | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7           | 175   | 16447                         | 89.81                                | 51.32%                             | No Pasa 7D |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. F <sub>za</sub> (Kgf) | F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> /F <sub>c</sub> (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |   |                               |                                      |                                    |            |
| 7       | AR=50%   | 15.14     | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7           | 175   | 22496                         | 124.96                               | 71.40%                             | OK 7D      |
| 8       | AR=50%   | 15.09     | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7           | 210   | 32605                         | 182.31                               | 86.82%                             | OK 7D      |
| 9       | AR=100%  | 15.13     | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7           | 210   | 30976                         | 172.29                               | 82.04%                             | OK 7D      |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. F <sub>za</sub> (Kgf) | F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> /F <sub>c</sub> (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |   |                               |                                      |                                    |            |
| 10      | AR=100%  | 14.55     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 175   | 22097                         | 132.90                               | 75.94%                             | OK 7D      |
| 11      | AR=50%   | 15.44     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210   | 30058                         | 160.54                               | 76.45%                             | OK 7D      |
| 12      | AR=100%  | 15.30     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210   | 30300                         | 164.80                               | 78.48%                             | OK 7D      |
| 13      | AR=50%   | 15.06     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 175   | 23164                         | 130.04                               | 74.31%                             | OK 7D      |
| 14      | AR=25%   | 15.19     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210   | 30852                         | 170.25                               | 81.07%                             | OK 7D      |



| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 07 DÍAS |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TESIS :                                   | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| INSTITUCION :                             | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TESISTAS :                                | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FECHA :                                   | Octubre de 2013   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza (Kgf) | F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> /F <sub>c</sub> (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|---|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |   |                   |                                      |                                    |            |
| 15      | AR=50%   | 15.33     | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7           | 210   | 32573             | 176.48                               | 84.04%                             | OK 7D      |
| 16      | AR=25%   | 15.27     | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7           | 210   | 30418             | 166.10                               | 79.09%                             | OK 7D      |
| 17      | AR=25%   | 15.22     | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7           | 175   | 38486             | 211.54                               | 120.88%                            | OK 7D      |
| 18      | AR=100%  | 15.06     | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7           | 175   | 35756             | 200.73                               | 114.70%                            | OK 7D      |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza (Kgf) | F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> /F <sub>c</sub> (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|---|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |   |                   |                                      |                                    |            |
| 19      | AR=25%   | 15.29     | 25/11/2013 | 02/12/2013 | 7           | 175   | 29193             | 158.99                               | 90.85%                             | OK 7D      |
| 20      | AR=50%   | 15.33     | 25/11/2013 | 02/12/2013 | 7           | 175   | 14035             | 76.04                                | 43.45%                             | No Pasa 7D |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza (Kgf) | F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> /F <sub>c</sub> (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|---|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |   |                   |                                      |                                    |            |
| 21      | AR=0%    | 15.22     | 21/11/2013 | 28/11/2013 | 7           | 175   | 26087             | 143.39                               | 81.93%                             | OK 7D      |
| 22      | AR=0%    | 15.27     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210   | 26953             | 147.18                               | 70.08%                             | OK 7D      |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza (Kgf) | F <sub>c</sub> (Kg/Cm <sup>2</sup> ) | F <sub>c</sub> /F <sub>c</sub> (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|---|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |   |                   |                                      |                                    |            |
| 23      | AR=0%    | 15.29     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 175   | 27512             | 149.84                               | 85.62%                             | OK 7D      |
| 24      | AR=0%    | 15.27     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210   | 26953             | 147.18                               | 70.08%                             | OK 7D      |



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS

|               |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 25      | AR=100%  | 15.32     | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14          | 175                              | 34720                | 188.35      | 107.63%   | OK 14D     |
| 26      | AR=0%    | 15.30     | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14          | 175                              | 35164                | 191.26      | 109.29%   | OK 14D     |
| 27      | AR=0%    | 14.30     | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14          | 210                              | 44246                | 275.49      | 131.19%   | OK 14D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |             |
| 28      | AR=25%   | 15.25     | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14          | 210                              | 40017                | 219.09      | 104.33%   | OK 14D      |
| 29      | AR=100%  | 14.63     | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14          | 210                              | 33861                | 201.43      | 95.92%    | OK 14D      |
| 30      | AR=25%   | 15.27     | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14          | 175                              | 25802                | 140.89      | 80.51%    | No Pasa 14D |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 31      | AR=100%  | 15.18     | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14          | 210                              | 49552                | 273.80      | 130.38%   | OK 14D     |
| 32      | AR=50%   | 15.42     | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14          | 210                              | 45793                | 245.21      | 116.77%   | OK 14D     |
| 33      | AR=50%   | 14.66     | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14          | 175                              | 26990                | 159.90      | 91.37%    | OK 14D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |             |
| 34      | AR=100%  | 15.22     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 175                              | 30903                | 169.86      | 97.06%    | OK 14D      |
| 35      | AR=50%   | 14.93     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 175                              | 22314                | 127.46      | 72.83%    | No Pasa 14D |
| 36      | AR=50%   | 15.35     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 210                              | 34600                | 186.97      | 89.03%    | OK 14D      |
| 37      | AR=100%  | 15.20     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 210                              | 34819                | 191.88      | 91.37%    | OK 14D      |
| 38      | AR=25%   | 15.24     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 210                              | 39114                | 214.42      | 102.11%   | OK 14D      |



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS**

|               |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN    |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|---------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |               |
| 39      | AR=100%  | 14.63     | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14          | 175                              | 33058                | 196.65      | 112.37%   | <b>OK 14D</b> |
| 40      | AR=25%   | 15.27     | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14          | 210                              | 42821                | 233.82      | 111.34%   | <b>OK 14D</b> |
| 41      | AR=50%   | 15.32     | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14          | 210                              | 43828                | 237.76      | 113.22%   | <b>OK 14D</b> |
| 42      | AR=25%   | 15.21     | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14          | 175                              | 39902                | 219.61      | 125.49%   | <b>OK 14D</b> |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN    |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|---------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |               |
| 43      | AR=50%   | 15.07     | 25/11/2013 | 09/12/2013 | 14          | 175                              | 38252                | 214.46      | 122.55%   | <b>OK 14D</b> |
| 44      | AR=25%   | 15.21     | 25/11/2013 | 09/12/2013 | 14          | 175                              | 36795                | 202.51      | 115.72%   | <b>OK 14D</b> |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN    |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|---------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |               |
| 45      | AR=0%    | 15.21     | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14          | 175                              | 34225                | 188.36      | 107.64%   | <b>OK 14D</b> |
| 46      | AR=0%    | 15.25     | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14          | 210                              | 44854                | 245.57      | 116.94%   | <b>OK 14D</b> |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN    |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|---------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |               |
| 47      | AR=0%    | 15.21     | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14          | 175                              | 34225                | 188.36      | 107.64%   | <b>OK 14D</b> |
| 48      | AR=0%    | 15.25     | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14          | 210                              | 44854                | 245.57      | 116.94%   | <b>OK 14D</b> |



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS**

|               |   |
|---------------|---|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. Fc (Kg/Cm2) | Kilogr. Fza (Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------|-------------------|-------------|-----------|-------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                            |                   |             |           |             |
| 49      | AR=100%  | 15.21     | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28          | 175                        | 19635             | 108.06      | 61.75%    | No Pasa 28D |
| 50      | AR=0%    | 15.13     | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28          | 175                        | 36175             | 201.21      | 114.97%   | OK 28D      |
| 51      | AR=0%    | 15.15     | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28          | 210                        | 51912             | 287.97      | 137.13%   | OK 28D      |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. Fc (Kg/Cm2) | Kilogr. Fza (Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------|-------------------|-------------|-----------|-------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                            |                   |             |           |             |
| 52      | AR=100%  | 15.11     | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28          | 210                        | 42501             | 237.02      | 112.87%   | OK 28D      |
| 53      | AR=25%   | 15.23     | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28          | 175                        | 24477             | 134.36      | 76.78%    | No Pasa 28D |
| 54      | AR=25%   | 15.76     | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28          | 210                        | 41952             | 215.06      | 102.41%   | OK 28D      |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. Fc (Kg/Cm2) | Kilogr. Fza (Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------|-------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                            |                   |             |           |            |
| 55      | AR=50%   | 15.83     | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28          | 175                        | 39264             | 199.50      | 114.00%   | OK 28D     |
| 56      | AR=50%   | 15.17     | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28          | 210                        | 49184             | 272.12      | 129.58%   | OK 28D     |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. Fc (Kg/Cm2) | Kilogr. Fza (Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------|-------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                            |                   |             |           |            |
| 57      | AR=100%  | 15.18     | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28          | 210                        | 41214             | 227.73      | 108.44%   | OK 28D     |



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS**

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F'c (Kg/Cm2) | Kilogr. Fza (Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                             |                   |             |            |            |
| 58      | AR=0%    | 14.66     | 21/11/2013 | 19/12/2013 | 28          | 175                         | 35127             | 208.11      | 118.92%    | OK 28D     |
| 59      | AR=0%    | 15.25     | 21/11/2013 | 19/12/2013 | 28          | 210                         | 50920             | 278.78      | 132.75%    | OK 28D     |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F'c (Kg/Cm2) | Kilogr. Fza (Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                             |                   |             |            |            |
| 60      | AR=0%    | 14.93     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 175                         | 34575             | 197.49      | 112.85%    | OK 28D     |
| 61      | AR=50%   | 15.27     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 175                         | 35264             | 192.56      | 110.03%    | OK 28D     |
| 62      | AR=100%  | 14.93     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 175                         | 34859             | 199.12      | 113.78%    | OK 28D     |
| 63      | AR=0%    | 15.24     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 210                         | 51323             | 281.35      | 133.98%    | OK 28D     |
| 64      | AR=25%   | 15.24     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 210                         | 43592             | 238.97      | 113.80%    | OK 28D     |
| 65      | AR=50%   | 15.42     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 210                         | 48172             | 257.95      | 122.83%    | OK 28D     |
| 66      | AR=100%  | 15.20     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 210                         | 40950             | 225.67      | 107.46%    | OK 28D     |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F'c (Kg/Cm2) | Kilogr. Fza (Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                             |                   |             |            |            |
| 67      | AR=25%   | 15.22     | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28          | 175                         | 36802             | 202.28      | 115.59%    | OK 28D     |
| 68      | AR=100%  | 15.07     | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28          | 175                         | 34335             | 192.50      | 110.00%    | OK 28D     |
| 69      | AR=25%   | 15.27     | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28          | 210                         | 43893             | 239.68      | 114.13%    | OK 28D     |
| 70      | AR=50%   | 15.35     | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28          | 210                         | 47121             | 254.63      | 121.25%    | OK 28D     |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST. DISEÑ. F'c (Kg/Cm2) | Kilogr. Fza (Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|------------|------------|-------------|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                             |                   |             |            |            |
| 71      | AR=25%   | 14.63     | 25/11/2013 | 23/12/2013 | 28          | 175                         | 34812             | 207.09      | 118.33%    | OK 28D     |
| 72      | AR=50%   | 15.21     | 25/11/2013 | 23/12/2013 | 28          | 175                         | 33864             | 186.38      | 106.50%    | OK 28D     |

**OBRA** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 12/11/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR = 100% | 15.17         | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7            | 175   | 10375                | 57.40                    | 32.80        |
| 02      | AR = 0%   | 15.00         | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7            | 175   | 26195                | 148.23                   | 84.71        |
| 03      | AR = 0%   | 14.86         | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7            | 210   | 26315                | 151.73                   | 72.25        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

Jorge Edison Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**OBRA** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 13/11/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO                | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/fc<br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              | f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ) |                      |              |              |
| 01      | AR = 100% | 15.08         | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7            | 210                                  | 25452                | 142.50       | 67.86        |
| 02      | AR = 25%  | 15.17         | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7            | 210                                  | 31598                | 174.82       | 83.25        |
| 03      | AR = 25%  | 15.27         | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7            | 175                                  | 16447                | 89.81        | 51.32        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG

S.A.C.

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**OBRA** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 14/11/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| Nº | TESTIGO<br>ELEMENTO | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/fc<br>(%) |
|----|---------------------|---------------|------------|------------|--------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|
|    |                     |               | VACIADO    | ROTURA     |              |                                      |                      |              |              |
| 01 | AR = 50%            | 15.14         | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7            | 175                                  | 22496                | 124.96       | 71.40        |
| 02 | AR = 50%            | 15.09         | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7            | 210                                  | 32605                | 182.31       | 86.81        |
| 03 | AR = 100%           | 15.13         | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7            | 210                                  | 30976                | 172.29       | 82.04        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL, REG. CIP 68738  
REG. CONSUCONE C2554

**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA & BACH. NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 28/11/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/fc<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              |                                      |                      |              |              |
| 01      | AR=0%    | 15.22         | 21/11/2013 | 28/11/2013 | 7            | 175                                  | 26087                | 143.39       | 81.93        |
| 02      |          | 15.19         | 21/11/2013 | 28/11/2013 | 7            | 210                                  | 25923                | 143.05       | 68.12        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Moya Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**OBRA** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 29/11/2013  
**Fc** : Indicada

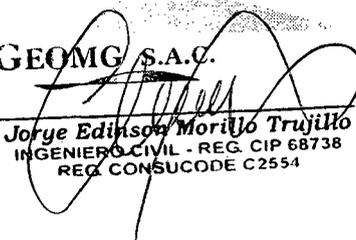
## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR = 100% | 14.55         | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7            | 175   | 22097                | 132.90                   | 75.94        |
| 02      | AR = 50%  | 15.44         | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7            | 210   | 30058                | 160.54                   | 76.45        |
| 03      | AR = 100% | 15.30         | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7            | 210   | 30300                | 164.80                   | 78.48        |
| 04      | AR = 50%  | 15.06         | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7            | 175   | 23164                | 130.04                   | 74.31        |
| 05      | AR = 25%  | 15.19         | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7            | 210   | 30852                | 170.24                   | 81.07        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

  
Jorge Edison Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA & BACH. NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 29/11/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR=0%    | 15.29         | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7            | 175   | 27512                | 149.84                   | 85.62        |
| 02      |          | 15.27         | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7            | 210   | 26952                | 147.17                   | 70.08        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL / REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>TESIS</b>         | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO<br>EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>      | : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  |
| <b>UBICACIÓN</b>     | : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash                                  |
| <b>FECHA</b>         | : 30/11/2013  |
| <b>F<sub>c</sub></b> | : Indicada  |

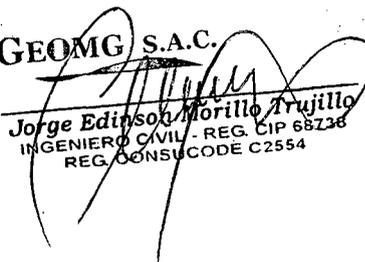
## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | f <sub>c</sub><br>Kg/cm <sup>2</sup> | f <sub>c</sub> /f <sub>c</sub><br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                                      |                                       |
| 01      | AR = 25%  | 15.22         | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7            | 175   | 38486                | 211.53                               | 120.88                                |
| 02      | AR = 100% | 15.06         | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7            | 175   | 23674                | 132.90                               | 75.94                                 |
| 03      | AR = 25%  | 15.27         | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7            | 210   | 30418                | 166.10                               | 79.09                                 |
| 04      | AR = 50%  | 15.33         | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7            | 210   | 32574                | 176.48                               | 84.04                                 |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68236  
REG. CONSUCODE C2554

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>TESIS</b>     | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO<br>EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  |
| <b>UBICACIÓN</b> | : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash                                  |
| <b>FECHA</b>     | : 02/12/2013  |
| <b>Fc</b>        | : Indicada  |

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/fc<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|-----------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              | fc (Kg/cm2)           |                      |              |              |
| 01      | AR = 25% | 15.29         | 25/11/2013 | 02/12/2013 | 7            | 175                   | 29193                | 158.99       | 90.85        |
| 02      | AR = 50% | 15.33         | 25/11/2013 | 02/12/2013 | 7            | 175                   | 14035                | 76.04        | 43.45        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edithson Morillo Trujillo*  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**OBRA** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 19/11/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>Fc (Kg/cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/fc<br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              |                                      |                      |              |              |
| 01      | AR = 100% | 15.32         | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14           | 175                                  | 34720                | 188.35       | 107.63       |
| 02      | AR = 0%   | 15.30         | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14           | 175                                  | 35164                | 191.26       | 109.29       |
| 03      | AR = 0%   | 14.30         | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14           | 210                                  | 44246                | 275.49       | 131.19       |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL / REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**OBRA** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 20/11/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | f <sub>c</sub><br>Kg/cm <sup>2</sup> | f <sub>c</sub> /f <sub>c</sub><br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                                      |                                       |
| 01      | AR = 25%  | 15.25         | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14           | 210   | 40017                | 219.09                               | 104.33                                |
| 02      | AR = 100% | 14.63         | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14           | 210   | 33861                | 201.43                               | 95.92                                 |
| 03      | AR = 25%  | 15.27         | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14           | 175   | 25802                | 140.89                               | 80.51                                 |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL / REG. CIP 68738  
REG. CONSU. CODE C2554

**OBRA** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 21/11/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR = 100% | 15.18         | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14           | 210   | 49552                | 273.80                   | 130.38       |
| 02      | AR = 50%  | 15.42         | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14           | 210   | 45793                | 245.21                   | 116.77       |
| 03      | AR = 50%  | 14.66         | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14           | 175   | 26990                | 159.90                   | 91.37        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA & BACH. NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 05/12/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR=0%    | 15.21         | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14           | 175   | 34225                | 188.36                   | 107.64       |
| 02      |          | 15.25         | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14           | 210   | 44854                | 245.57                   | 116.94       |
| 03      |          | 15.25         | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14           | 210   | 44854                | 245.57                   | 116.94       |
| 04      | AR=100%  | 15.18         | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28           | 210   | 41214                | 227.72                   | 108.44       |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>OBRA</b>      | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO<br>EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  |
| <b>UBICACIÓN</b> | : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  |
| <b>FECHA</b>     | : 06/12/2013  |
| <b>Fc</b>        | : Indicada  |

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| Nº | TESTIGO<br>ELEMENTO | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>f'c (Kg/cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/f'c<br>(%) |
|----|---------------------|---------------|------------|------------|--------------|---------------------------------------|----------------------|--------------|---------------|
|    |                     |               | VACIADO    | ROTURA     |              |                                       |                      |              |               |
| 01 | AR = 100%           | 15.22         | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14           | 175                                   | 30903                | 169.86       | 97.06         |
| 02 | AR = 50%            | 14.93         | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14           | 175                                   | 22314                | 127.46       | 72.83         |
| 03 | AR = 50%            | 15.35         | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14           | 210                                   | 34600                | 186.97       | 89.03         |
| 04 | AR = 100%           | 15.20         | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14           | 210                                   | 34819                | 191.88       | 91.37         |
| 05 | AR = 25%            | 15.24         | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14           | 210                                   | 39114                | 214.42       | 102.11        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA & BACH. NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 06/12/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR=0%    | 15.24         | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14           | 210   | 44785                | 245.51                   | 116.91       |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG

GEOMG S.A.C.  
*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**OBRA** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 07/12/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | f <sub>c</sub><br>Kg/cm <sup>2</sup> | f <sub>c</sub> /f <sub>c</sub><br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                                      |                                       |
| 01      | AR = 100% | 14.63         | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14           | 175   | 33058                | 196.65                               | 112.37                                |
| 02      | AR = 25%  | 15.27         | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14           | 210   | 42821                | 233.82                               | 111.34                                |
| 03      | AR = 50%  | 15.32         | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14           | 210   | 43828                | 237.76                               | 113.22                                |
| 04      | AR = 25%  | 15.21         | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14           | 175   | 39902                | 219.61                               | 125.49                                |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Mabillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. COMSUCODE C2554

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>OBRA</b>      | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO<br>EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  |
| <b>UBICACIÓN</b> | : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  |
| <b>FECHA</b>     | : 09/12/2013  |
| <b>Fc</b>        | : Indicada  |

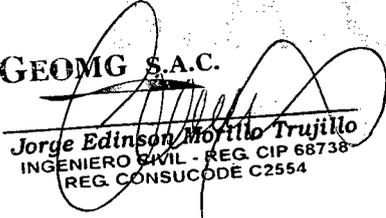
## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>f'c (Kg/cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/f'c<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|---------------------------------------|----------------------|--------------|---------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              |                                       |                      |              |               |
| 01      | AR = 50% | 15.07         | 25/11/2013 | 09/12/2013 | 14           | 175                                   | 38252                | 214.46       | 122.55        |
| 02      | AR = 25% | 15.21         | 25/11/2013 | 09/12/2013 | 14           | 175                                   | 36795                | 202.50       | 115.72        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>OBRA</b>      | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO   |
| <b>UBICACIÓN</b> | : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash                                     |
| <b>FECHA</b>     | : 03/12/2013   |
| <b>Fc</b>        | : Indicada   |

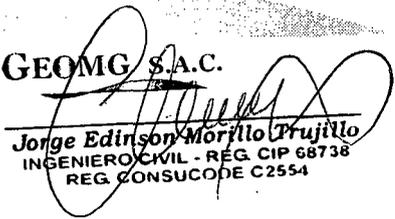
## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| Nº | TESTIGO<br>ELEMENTO | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/f'c<br>(%) |
|----|---------------------|---------------|------------|------------|--------------|--|----------------------|--------------------------|---------------|
|    |                     |               | VACIADO    | ROTURA     |              |  |                      |                          |               |
| 01 | AR = 100%           | 15.21         | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28           | 175  | 19635                | 108.06                   | 61.75         |
| 02 | AR = 0%             | 15.13         | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28           | 175  | 36175                | 201.21                   | 114.97        |
| 03 | AR = 0%             | 15.15         | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28           | 210  | 51912                | 287.97                   | 137.13        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante

GEOMG S.A.C.

  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>OBRA</b>      | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO<br>EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO  |
| <b>UBICACIÓN</b> | : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  |
| <b>FECHA</b>     | : 04/12/2013  |
| <b>Fc</b>        | : Indicada  |

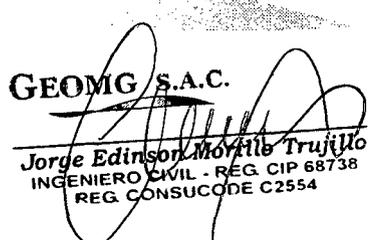
## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |           | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|-----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO  |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR = 100% | 15.11         | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28           | 210   | 42501                | 237.02                   | 112.86       |
| 02      | AR = 25%  | 15.23         | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28           | 175   | 24477                | 134.36                   | 76.78        |
| 03      | AR = 25%  | 15.76         | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28           | 210   | 41952                | 215.05                   | 102.41       |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>OBRA</b>      | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |
| <b>SOLICITA</b>  | : CARLOS JORDAN SALDAÑA & NEISER VIERA CABALLERO   |
| <b>UBICACIÓN</b> | : Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash                                     |
| <b>FECHA</b>     | : 05/12/2013   |
| <b>Fc</b>        | : Indicada   |

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR = 50% | 15.83         | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28           | 175   | 39264                | 199.50                   | 114.00       |
| 02      | AR = 50% | 15.17         | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28           | 210   | 49184                | 272.12                   | 129.58       |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Mabrillo Trujillo*  
Jorge Edinson Mabrillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL, REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA & BACH. NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 19/12/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (ASTM C-39)

| N° | TESTIGO  | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/fc<br>(%) |
|----|----------|---------------|------------|------------|--------------|-----------------------|----------------------|--------------|--------------|
|    | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              | fc (Kg/cm2)           |                      |              |              |
| 01 | AR=0%    | 14.66         | 21/11/2013 | 19/12/2013 | 28           | 175                   | 35117                | 208.04       | 118.88       |
| 02 |          | 15.25         | 21/11/2013 | 19/12/2013 | 28           | 210                   | 50920                | 278.78       | 132.75       |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA & BACH. NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 20/12/2013  
**Fc** : Indicada

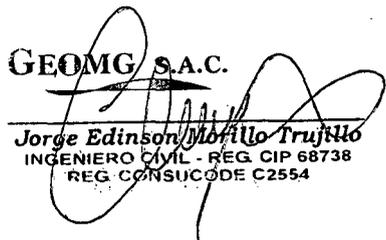
## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| Nº | TESTIGO<br>ELEMENTO | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm2 | fc/fc<br>(%) |
|----|---------------------|---------------|------------|------------|--------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|
|    |                     |               | VACIADO    | ROTURA     |              |                                      |                      |              |              |
| 01 | AR=0%               | 14.93         | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28           | 175                                  | 34575                | 197.49       | 112.85       |
| 02 | AR=50%              | 15.27         | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28           | 175                                  | 35264                | 192.56       | 110.03       |
| 03 | AR=100%             | 14.93         | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28           | 175                                  | 34859                | 199.12       | 113.78       |
| 04 | AR=0%               | 15.24         | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28           | 210                                  | 51323                | 281.35       | 133.98       |
| 05 | AR=25%              | 15.24         | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28           | 210                                  | 43592                | 238.97       | 113.79       |
| 06 | AR=50%              | 15.42         | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28           | 210                                  | 48172                | 257.95       | 122.83       |
| 07 | AR=100%             | 15.20         | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28           | 210                                  | 40950                | 225.67       | 107.46       |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

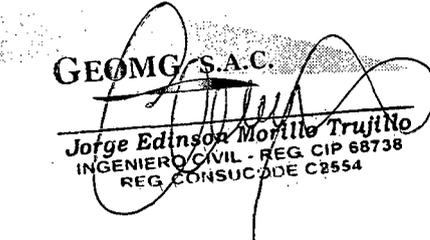
**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA & BACH. NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 21/12/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/f'c<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|--|----------------------|--------------------------|---------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              |  |                      |                          |               |
| 01      | AR=25%   | 15.22         | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28           | 175  | 36802                | 202.28                   | 115.59        |
| 02      | AR=100%  | 15.07         | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28           | 175  | 34335                | 192.49                   | 110.00        |
| 03      | AR=25%   | 15.27         | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28           | 210  | 43893                | 239.68                   | 114.13        |
| 04      | AR=50%   | 15.35         | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28           | 210  | 47121                | 254.63                   | 121.25        |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUC. DE C2554

**TESIS** : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO  
EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**SOLICITA** : BACH. CARLOS JORDAN SALDAÑA & BACH. NEISER VIERA CABALLERO  
**UBICACIÓN** : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash  
**FECHA** : 23/12/2013  
**Fc** : Indicada

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

(ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM.<br>(cm) | FECHA      |            | EDAD<br>DIAS | RESISTENCIA<br>DISEÑO<br>fc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | fc<br>Kg/cm <sup>2</sup> | fc/fc<br>(%) |
|---------|----------|---------------|------------|------------|--------------|---|----------------------|--------------------------|--------------|
| Nº      | ELEMENTO |               | VACIADO    | ROTURA     |              |   |                      |                          |              |
| 01      | AR=25%   | 14.63         | 25/11/2013 | 23/12/2013 | 28           | 175   | 34811                | 207.08                   | 118.33       |
| 02      | AR=50%   | 15.21         | 25/11/2013 | 23/12/2013 | 28           | 175   | 33864                | 186.37                   | 106.50       |

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

# GEOMG

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. O.P. 68738  
REG. CONSUCODE 02554



## ANEXO VI

---

# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - RESUMEN



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

|             |   |
|-------------|---|
| TESIS       | : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |
| INSTITUCION | : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |
| TESISTAS    | : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |
| FECHA       | : Octubre de 2013   |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (ASTM C-39)

| TESTIGO<br>Nº | ELEMENTO | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. F'c<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------------|----------|-----------|---------|--------|-------------|-----------------------------------|----------------------|-------------|------------|------------|
|               |          |           | VACIADO | ROTURA |             |                                   |                      |             |            |            |
| 1             | AR=0%    |           |         |        | 7           | 210                               | 26315.00             | 151.73      | 72.25%     | OK 7D      |
| 2             | AR=0%    |           |         |        | 14          | 210                               | 44628.33             | 255.52      | 121.68%    | OK 14D     |
| 3             | AR=0%    |           |         |        | 28          | 210                               | 51385.00             | 282.70      | 134.62%    | OK 28D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (ASTM C-39)

| TESTIGO<br>Nº | ELEMENTO | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. F'c<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------------|----------|-----------|---------|--------|-------------|-----------------------------------|----------------------|-------------|------------|------------|
|               |          |           | VACIADO | ROTURA |             |                                   |                      |             |            |            |
| 1             | AR=25%   |           |         |        | 7           | 210                               | 30956.00             | 170.39      | 81.14%     | OK 7D      |
| 2             | AR=25%   |           |         |        | 14          | 210                               | 40650.67             | 222.44      | 105.93%    | OK 14D     |
| 3             | AR=25%   |           |         |        | 28          | 210                               | 43145.67             | 231.23      | 110.11%    | OK 28D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (ASTM C-39)

| TESTIGO<br>Nº | ELEMENTO | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. F'c<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------------|----------|-----------|---------|--------|-------------|-----------------------------------|----------------------|-------------|------------|------------|
|               |          |           | VACIADO | ROTURA |             |                                   |                      |             |            |            |
| 1             | AR=50%   |           |         |        | 7           | 210                               | 31745.33             | 173.11      | 82.43%     | OK 7D      |
| 2             | AR=50%   |           |         |        | 14          | 210                               | 41407.00             | 223.31      | 106.34%    | OK 14D     |
| 3             | AR=50%   |           |         |        | 28          | 210                               | 48159.00             | 261.57      | 124.56%    | OK 28D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (ASTM C-39)

| TESTIGO<br>Nº | ELEMENTO | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. F'c<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------------|----------|-----------|---------|--------|-------------|-----------------------------------|----------------------|-------------|------------|------------|
|               |          |           | VACIADO | ROTURA |             |                                   |                      |             |            |            |
| 1             | AR=100%  |           |         |        | 7           | 210                               | 28909.33             | 159.87      | 76.13%     | OK 7D      |
| 2             | AR=100%  |           |         |        | 14          | 210                               | 39410.67             | 222.37      | 105.89%    | OK 14D     |
| 3             | AR=100%  |           |         |        | 28          | 210                               | 41555.00             | 230.14      | 109.59%    | OK 28D     |

#### PORCENTAJE DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN IDEAL (ASTM C-39)

| TESTIGO<br>Nº | ELEMENTO | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. F'c<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/F'c (%) | EVALUACIÓN |
|---------------|----------|-----------|---------|--------|-------------|-----------------------------------|----------------------|-------------|------------|------------|
|               |          |           | VACIADO | ROTURA |             |                                   |                      |             |            |            |
| 1             |          |           |         |        | 7           | 175                               |                      |             | 67.00%     | OK 7D      |
| 2             |          |           |         |        | 14          | 175                               |                      |             | 86.00%     | OK 7D      |
| 3             |          |           |         |        | 28          | 175                               |                      |             | 100.00%    | OK 7D      |



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 07 DÍAS

|               |   |                                |
|---------------|---|--------------------------------|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |                                |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |                                |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS  | - Bach. VIERA CABALLERO NEISER |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |                                |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=0%    | 14.86     | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7           | 210                              | 26315                | 151.73      | 72.25%    | OK 7D      |
| 2                    | AR=0%    | 15.19     | 21/11/2013 | 28/11/2013 | 7           | 210                              | 25923                | 143.05      | 68.12%    | OK 7D      |
| 3                    | AR=0%    | 15.27     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210                              | 26953                | 147.18      | 70.08%    | OK 7D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=0%                |          |           |            |            | 7           | 210                              | 26315                | 151.73      | 72.25%    | OK 7D      |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=25%   | 15.17     | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7           | 210                              | 31598                | 174.82      | 83.25%    | OK 7D      |
| 2                    | AR=25%   | 15.19     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210                              | 30852                | 170.25      | 81.07%    | OK 7D      |
| 3                    | AR=25%   | 15.27     | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7           | 210                              | 30418                | 166.10      | 79.09%    | OK 7D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=25%               |          |           |            |            | 7           | 210                              | 30956                | 170.39      | 81.14%    | OK 7D      |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=50%   | 15.09     | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7           | 210                              | 32605                | 182.31      | 86.82%    | OK 7D      |
| 2                    | AR=50%   | 15.44     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210                              | 30058                | 160.54      | 76.45%    | OK 7D      |
| 3                    | AR=50%   | 15.33     | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7           | 210                              | 32573                | 176.48      | 84.04%    | OK 7D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=50%               |          |           |            |            | 7           | 210                              | 31745                | 173.11      | 82.43%    | OK 7D      |



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 07 DIAS

TESIS : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA  
 INSTITUCION : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
 TESISTAS : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
 FECHA : Octubre de 2013

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=100%  | 15.08     | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7           | 210                              | 25452                | 142.50      | 67.86%    | OK 7D      |
| 2                    | AR=100%  | 15.13     | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7           | 210                              | 30976                | 172.29      | 82.04%    | OK 7D      |
| 3                    | AR=100%  | 15.30     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 210                              | 30300                | 164.80      | 78.48%    | OK 7D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=100%              |          |           |            |            | 7           | 210                              | 28909                | 159.87      | 76.13%    | OK 7D      |



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=0%    | 14.30     | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14          | 210                              | 44246                | 275.49      | 131.19%   | OK 14D     |
| 2                    | AR=0%    | 15.25     | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14          | 210                              | 44854                | 245.57      | 116.94%   | OK 14D     |
| 3                    | AR=0%    | 15.24     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 210                              | 44785                | 245.51      | 116.91%   | OK 14D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=0%                |          |           |            |            | 14          | 210                              | 44628                | 255.52      | 121.68%   | OK 14D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=25%   | 15.25     | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14          | 210                              | 40017                | 219.09      | 104.33%   | OK 14D     |
| 2                    | AR=25%   | 15.24     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 210                              | 39114                | 214.42      | 102.11%   | OK 14D     |
| 3                    | AR=25%   | 15.27     | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14          | 210                              | 42821                | 233.82      | 111.34%   | OK 14D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=25%               |          |           |            |            | 14          | 210                              | 40651                | 222.44      | 105.93%   | OK 14D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=50%   | 15.42     | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14          | 210                              | 45793                | 245.21      | 116.77%   | OK 14D     |
| 2                    | AR=50%   | 15.35     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 210                              | 34600                | 186.97      | 89.03%    | OK 14D     |
| 3                    | AR=50%   | 15.32     | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14          | 210                              | 43828                | 237.76      | 113.22%   | OK 14D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=50%               |          |           |            |            | 14          | 210                              | 41407                | 223.31      | 106.34%   | OK 14D     |



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS

|               |   |
|---------------|---|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO                     |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN    |
|-----------------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|---------------|
| Nº                          | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |               |
| 1                           | AR=100%  | 14.63     | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14          | 210                              | 33861                | 201.43      | 95.92%    | <b>OK 14D</b> |
| 2                           | AR=100%  | 15.18     | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14          | 210                              | 49552                | 273.80      | 130.38%   | <b>OK 14D</b> |
| 3                           | AR=100%  | 15.20     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 210                              | 34819                | 191.88      | 91.37%    | <b>OK 14D</b> |
| <b>RESISTENCIA PROMEDIO</b> |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |               |
| AR=100%                     |          |           |            |            | 14          | 210                              | 39411                | 222.37      | 105.89%   | <b>OK 14D</b> |



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

|               |  |  |  |
|---------------|--|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA   |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013  |  |  |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=0%    | 15.15     | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28          | 210                              | 51912                | 287.97      | 137.13%   | OK 28D     |
| 2                    | AR=0%    | 15.25     | 21/11/2013 | 19/12/2013 | 28          | 210                              | 50920                | 278.78      | 132.75%   | OK 28D     |
| 3                    | AR=0%    | 15.24     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 210                              | 51323                | 281.35      | 133.98%   | OK 28D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=0%                |          |           |            |            | 28          | 210                              | 51385                | 282.70      | 134.62%   | OK 28D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=25%   | 15.76     | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28          | 210                              | 41952                | 215.06      | 102.41%   | OK 28D     |
| 2                    | AR=25%   | 15.24     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 210                              | 43592                | 238.97      | 113.80%   | OK 28D     |
| 3                    | AR=25%   | 15.27     | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28          | 210                              | 43893                | 239.68      | 114.13%   | OK 28D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=25%               |          |           |            |            | 28          | 210                              | 43146                | 231.23      | 110.11%   | OK 28D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=50%   | 15.17     | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28          | 210                              | 49184                | 272.12      | 129.58%   | OK 28D     |
| 2                    | AR=50%   | 15.42     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 210                              | 48172                | 257.95      | 122.83%   | OK 28D     |
| 3                    | AR=50%   | 15.35     | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28          | 210                              | 47121                | 254.63      | 121.25%   | OK 28D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=50%               |          |           |            |            | 28          | 210                              | 48159                | 261.57      | 124.56%   | OK 28D     |



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS**

TESIS : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA  
 INSTITUCION : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
 TESISISTAS : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
 FECHA : Octubre de 2013

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=100%  | 15.11     | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28          | 210                              | 42501                | 237.02      | 112.87%   | OK 28D     |
| 2                    | AR=100%  | 15.18     | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28          | 210                              | 41214                | 227.73      | 108.44%   | OK 28D     |
| 3                    | AR=100%  | 15.20     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 210                              | 40950                | 225.67      | 107.46%   | OK 28D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=100%              |          |           |            |            | 28          | 210                              | 41555                | 230.14      | 109.59%   | OK 28D     |

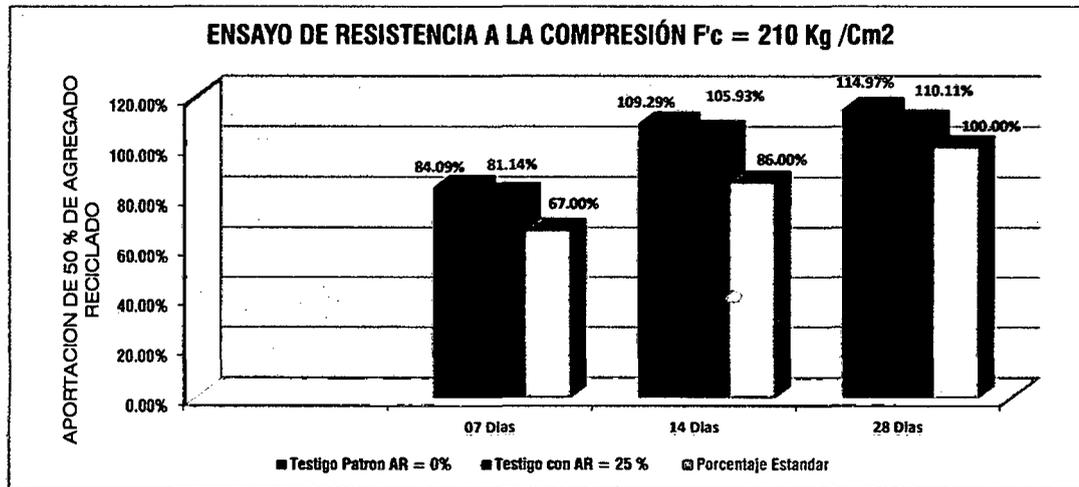
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS CON AR=25%**

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION :** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

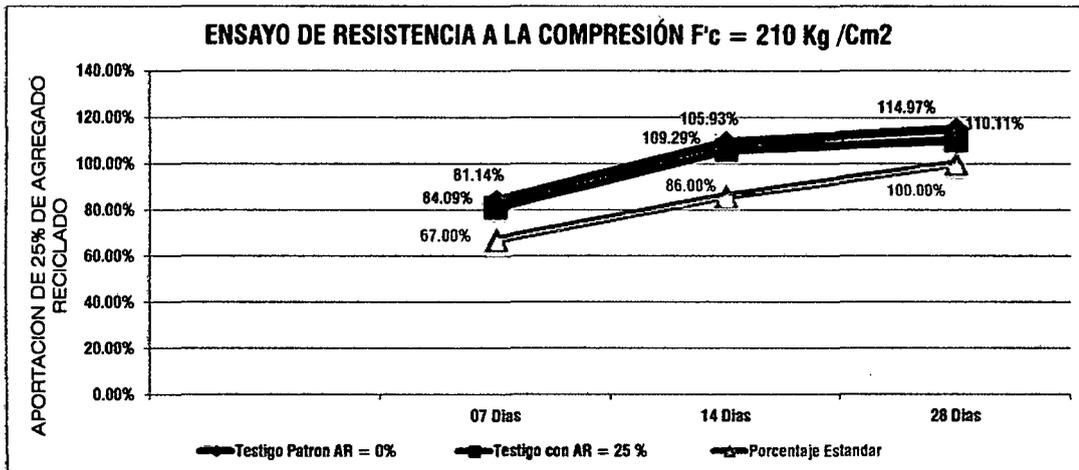
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 210 Kg /Cm2  
AR = 25 %**

| EDAD    | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 25 % | Porcentaje Estandar |
|---------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 07 Dias | 84.09%                 | 81.14%                | 67.00%              |
| 14 Dias | 109.29%                | 105.93%               | 86.00%              |
| 28 Dias | 114.97%                | 110.11%               | 100.00%             |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 210 Kg /Cm2**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 210 Kg /Cm2**

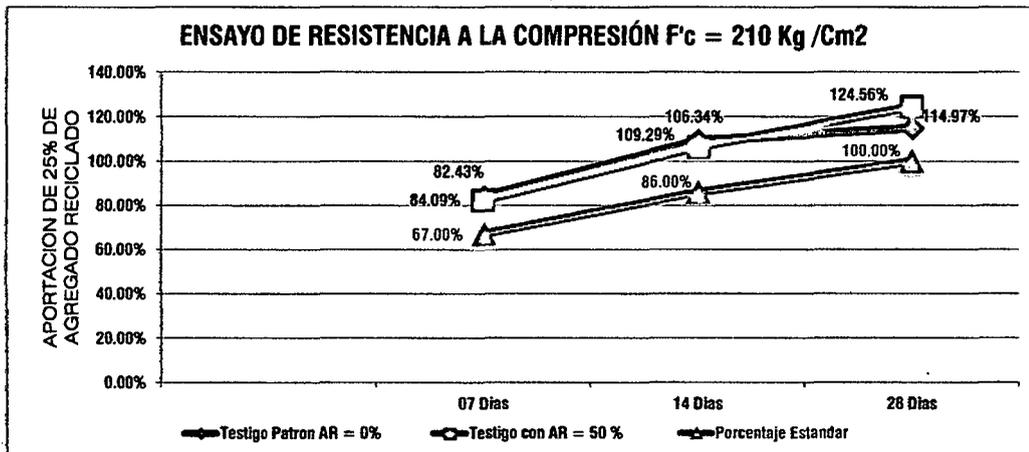
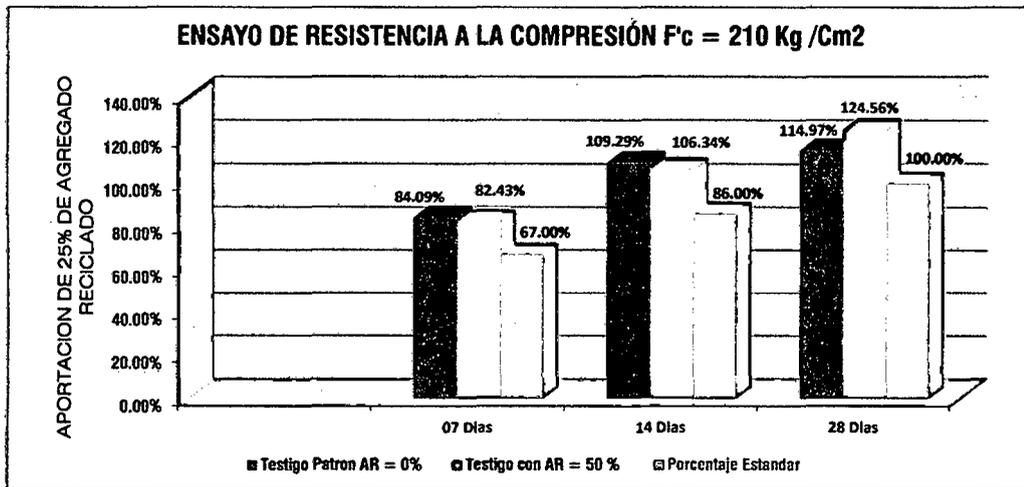


**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS CON AR=50%**

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION :** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F<sub>c</sub> = 210 Kg /Cm<sup>2</sup>  
AR = 50 %**

| EDAD    | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 50 % | Porcentaje Estandar |
|---------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 07 Dias | 84.09%                 | 82.43%                | 67.00%              |
| 14 Dias | 109.29%                | 106.34%               | 86.00%              |
| 28 Dias | 114.97%                | 124.56%               | 100.00%             |



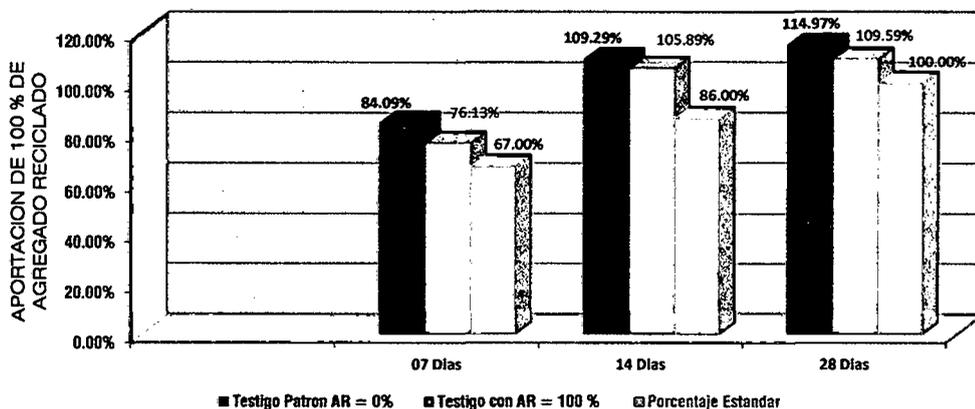
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS CON AR=100%**

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION :** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

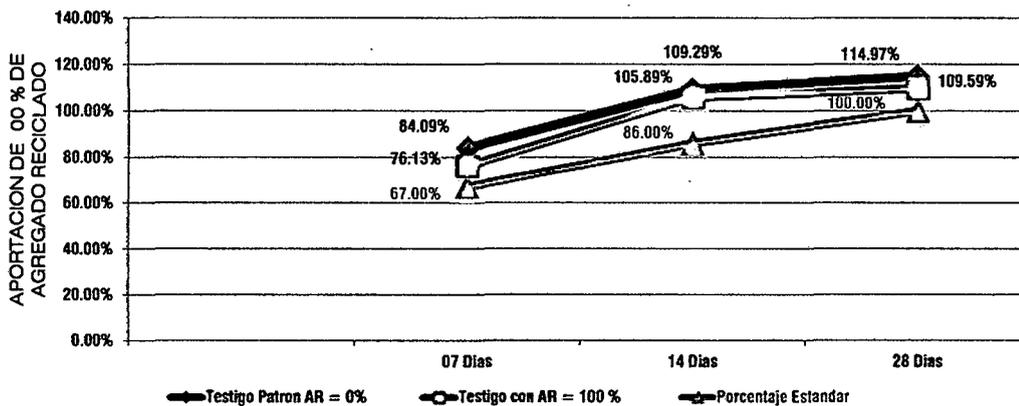
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 210 Kg /Cm2  
AR = 100 %**

| EDAD    | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 100 % | Porcentaje Estandar |
|---------|------------------------|------------------------|---------------------|
| 07 Dias | 84.09%                 | 76.13%                 | 67.00%              |
| 14 Dias | 109.29%                | 105.89%                | 86.00%              |
| 28 Dias | 114.97%                | 109.59%                | 100.00%             |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 210 Kg /Cm2**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 210 Kg /Cm2**





### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

|               |  |  |  |
|---------------|--|--|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA |  |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA   |  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                                |  |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013  |  |  |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|---------|--------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO | ROTURA |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1       | AR=0%    |           |         |        | 7           | 175                              | 26598.10             | 147.15      | 84.09%    | OK 7D      |
| 2       | AR=0%    |           |         |        | 14          | 175                              | 35164.00             | 191.26      | 109.29%   | OK 14D     |
| 3       | AR=0%    |           |         |        | 28          | 175                              | 36175.00             | 201.21      | 114.97%   | OK 28D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|---------|--------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO | ROTURA |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1       | AR=25%   |           |         |        | 7           | 175                              | 28042.00             | 153.45      | 87.68%    | OK 7D      |
| 2       | AR=25%   |           |         |        | 14          | 175                              | 34166.33             | 187.67      | 107.24%   | OK 14D     |
| 3       | AR=25%   |           |         |        | 28          | 175                              | 32030.33             | 181.24      | 103.57%   | OK 28D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|---------|--------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO | ROTURA |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1       | AR=50%   |           |         |        | 7           | 175                              | 19898.33             | 110.35      | 63.05%    | No Pasa 7D |
| 2       | AR=50%   |           |         |        | 14          | 175                              | 29185.33             | 167.27      | 95.58%    | OK 14D     |
| 3       | AR=50%   |           |         |        | 28          | 175                              | 36130.67             | 192.81      | 110.18%   | OK 28D     |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|---------|----------|-----------|---------|--------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO | ROTURA |             |                                  |                      |             |           |             |
| 1       | AR=100%  |           |         |        | 7           | 175                              | 22742.67             | 130.34      | 74.48%    | OK 7D       |
| 2       | AR=100%  |           |         |        | 14          | 175                              | 32893.67             | 184.95      | 105.69%   | OK 14D      |
| 3       | AR=100%  |           |         |        | 28          | 175                              | 29609.67             | 166.56      | 95.18%    | No Pasa 28D |

#### PORCENTAJE DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN IDEAL (ASTM C-39)

| TESTIGO |          | DIAM (Cm) | FECHA   |        | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|---------|----------|-----------|---------|--------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº      | ELEMENTO |           | VACIADO | ROTURA |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1       |          |           |         |        | 7           | 175                              |                      |             | 67.00%    | OK 7D      |
| 2       |          |           |         |        | 14          | 175                              |                      |             | 86.00%    | OK 7D      |
| 3       |          |           |         |        | 28          | 175                              |                      |             | 100.00%   | OK 7D      |



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 07 DÍAS

|             |   |  |
|-------------|---|--|
| TESIS       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |
| INSTITUCION | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |
| TESISTAS    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |
| FECHA       | Octubre de 2013   |  |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=0%    | 15.00     | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7           | 175                              | 26195                | 148.24      | 84.71%    | OK 7D      |
| 2                    | AR=0%    | 15.22     | 21/11/2013 | 28/11/2013 | 7           | 175                              | 26087                | 143.39      | 81.93%    | OK 7D      |
| 3                    | AR=0%    | 15.29     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 175                              | 27512                | 149.84      | 85.62%    | OK 7D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=0%                |          |           |            |            | 7           | 175                              | 26598                | 147.15      | 84.09%    | OK 7D      |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=25%   | 15.27     | 06/11/2013 | 13/11/2013 | 7           | 175                              | 16447                | 89.81       | 51.32%    | No Pasa 7D |
| 2                    | AR=25%   | 15.22     | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7           | 175                              | 38486                | 211.54      | 120.88%   | OK 7D      |
| 3                    | AR=25%   | 15.29     | 25/11/2013 | 02/12/2013 | 7           | 175                              | 29193                | 158.99      | 90.85%    | OK 7D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=25%               |          |           |            |            | 7           | 175                              | 28042                | 153.45      | 87.68%    | OK 7D      |

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=50%   | 15.14     | 07/11/2013 | 14/11/2013 | 7           | 175                              | 22496                | 124.96      | 71.40%    | OK 7D      |
| 2                    | AR=50%   | 15.06     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 175                              | 23164                | 130.04      | 74.31%    | OK 7D      |
| 3                    | AR=50%   | 15.33     | 25/11/2013 | 02/12/2013 | 7           | 175                              | 14035                | 76.04       | 43.45%    | No Pasa 7D |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=50%               |          |           |            |            | 7           | 175                              | 19898                | 110.35      | 63.05%    | No Pasa 7D |



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 07 DÍAS**

TESIS : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA  
INSTITUCION : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
TESISTAS : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
FECHA : Octubre de 2013

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO                     |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|-----------------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                          | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                           | AR=100%  | 15.17     | 05/11/2013 | 12/11/2013 | 7           | 175                              | 10375                | 57.40       | 32.80%    | No Pasa 7D |
| 2                           | AR=100%  | 14.55     | 22/11/2013 | 29/11/2013 | 7           | 175                              | 22097                | 132.90      | 75.94%    | OK 7D      |
| 3                           | AR=100%  | 15.06     | 23/11/2013 | 30/11/2013 | 7           | 175                              | 35756                | 200.73      | 114.70%   | OK 7D      |
| <b>RESISTENCIA PROMEDIO</b> |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=100%                     |          |           |            |            | 7           | 175                              | 22743                | 130.34      | 74.48%    | OK 7D      |



| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TESIS :                                   | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |  |  |  |  |  |  |  |
| INSTITUCION :                             | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TESISTAS :                                | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FECHA :                                   | Octubre de 2013   |  |  |  |  |  |  |  |  |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)

| Nº                   | TESTIGO<br>ELEMENTO | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|---------------------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
|                      |                     |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=0%               | 15.30     | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14          | 175                              | 35164                | 191.26      | 109.29%   | OK 14D     |
| 2                    | AR=0%               | 15.21     | 21/11/2013 | 05/12/2013 | 14          | 175                              | 34225                | 188.36      | 107.64%   | OK 14D     |
| 3                    | AR=0%               | 14.93     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 175                              | 34124                | 194.92      | 111.38%   | OK 14D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |                     |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=0%                |                     |           |            |            | 14          | 175                              | 34504                | 191.51      | 109.44%   | OK 14D     |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)

| Nº                   | TESTIGO<br>ELEMENTO | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|----------------------|---------------------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|
|                      |                     |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |             |
| 1                    | AR=25%              | 15.27     | 06/11/2013 | 20/11/2013 | 14          | 175                              | 25802                | 140.89      | 80.51%    | No Pasa 14D |
| 2                    | AR=25%              | 15.21     | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14          | 175                              | 39902                | 219.61      | 125.49%   | OK 14D      |
| 3                    | AR=25%              | 15.21     | 25/11/2013 | 09/12/2013 | 14          | 175                              | 36795                | 202.51      | 115.72%   | OK 14D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |                     |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |             |
| AR=25%               |                     |           |            |            | 14          | 175                              | 34166                | 187.67      | 107.24%   | OK 14D      |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)

| Nº                   | TESTIGO<br>ELEMENTO | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|----------------------|---------------------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|
|                      |                     |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |             |
| 1                    | AR=50%              | 14.66     | 07/11/2013 | 21/11/2013 | 14          | 175                              | 26990                | 159.90      | 91.37%    | OK 14D      |
| 2                    | AR=50%              | 14.93     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 175                              | 22314                | 127.46      | 72.83%    | No Pasa 14D |
| 3                    | AR=50%              | 15.07     | 25/11/2013 | 09/12/2013 | 14          | 175                              | 38252                | 214.46      | 122.55%   | OK 14D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |                     |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |             |
| AR=50%               |                     |           |            |            | 14          | 175                              | 29185                | 167.27      | 95.58%    | OK 14D      |



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS**

|               |   |
|---------------|---|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO                     |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑO Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgr) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|-----------------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                          | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                           | AR=100%  | 15.32     | 05/11/2013 | 19/11/2013 | 14          | 175                              | 34720                | 188.35      | 107.63%   | OK 14D     |
| 2                           | AR=100%  | 15.22     | 22/11/2013 | 06/12/2013 | 14          | 175                              | 30903                | 169.86      | 97.06%    | OK 14D     |
| 3                           | AR=100%  | 14.63     | 23/11/2013 | 07/12/2013 | 14          | 175                              | 33058                | 196.65      | 112.37%   | OK 14D     |
| <b>RESISTENCIA PROMEDIO</b> |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=100%                     |          |           |            |            | 14          | 175                              | 32894                | 184.95      | 105.69%   | OK 14D     |



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS**

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| TESIS :       | ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA |  |
| INSTITUCION : | UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  |  |
| TESISTAS :    | Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER                               |  |
| FECHA :       | Octubre de 2013   |  |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=0%    | 15.13     | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28          | 175                              | 36175                | 201.21      | 114.97%   | OK 28D     |
| 2                    | AR=0%    | 14.66     | 21/11/2013 | 19/12/2013 | 28          | 175                              | 35127                | 208.11      | 118.92%   | OK 28D     |
| 3                    | AR=0%    | 14.93     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 175                              | 34575                | 197.49      | 112.85%   | OK 28D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=0%                |          |           |            |            | 28          | 175                              | 35292                | 202.27      | 115.58%   | OK 28D     |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |             |
| 1                    | AR=25%   | 15.23     | 06/11/2013 | 04/12/2013 | 28          | 175                              | 24477                | 134.36      | 76.78%    | No Pasa 28D |
| 2                    | AR=25%   | 15.22     | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28          | 175                              | 36802                | 202.28      | 115.59%   | OK 28D      |
| 3                    | AR=25%   | 14.63     | 25/11/2013 | 23/12/2013 | 28          | 175                              | 34812                | 207.09      | 118.33%   | OK 28D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |             |
| AR=25%               |          |           |            |            | 28          | 175                              | 32030                | 181.24      | 103.57%   | OK 28D      |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |            |
| 1                    | AR=50%   | 15.83     | 07/11/2013 | 05/12/2013 | 28          | 175                              | 39264                | 199.50      | 114.00%   | OK 28D     |
| 2                    | AR=50%   | 15.27     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 175                              | 35264                | 192.56      | 110.03%   | OK 28D     |
| 3                    | AR=50%   | 15.21     | 25/11/2013 | 23/12/2013 | 28          | 175                              | 33864                | 186.38      | 106.50%   | OK 28D     |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |            |
| AR=50%               |          |           |            |            | 28          | 175                              | 36131                | 192.81      | 110.18%   | OK 28D     |



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS**

TESIS : ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO REICLADO DE OBRA  
 INSTITUCION : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
 TESISISTAS : Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
 FECHA : Octubre de 2013

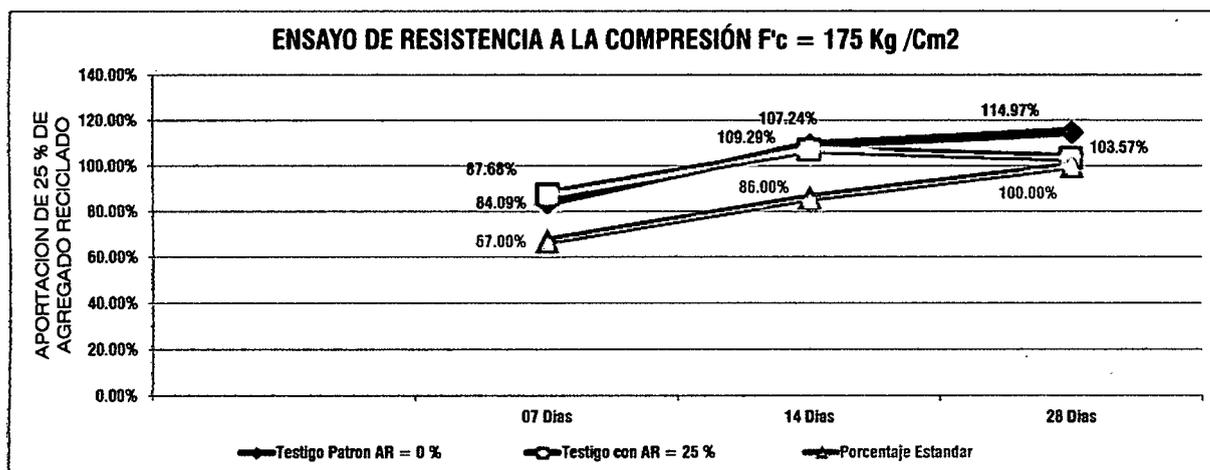
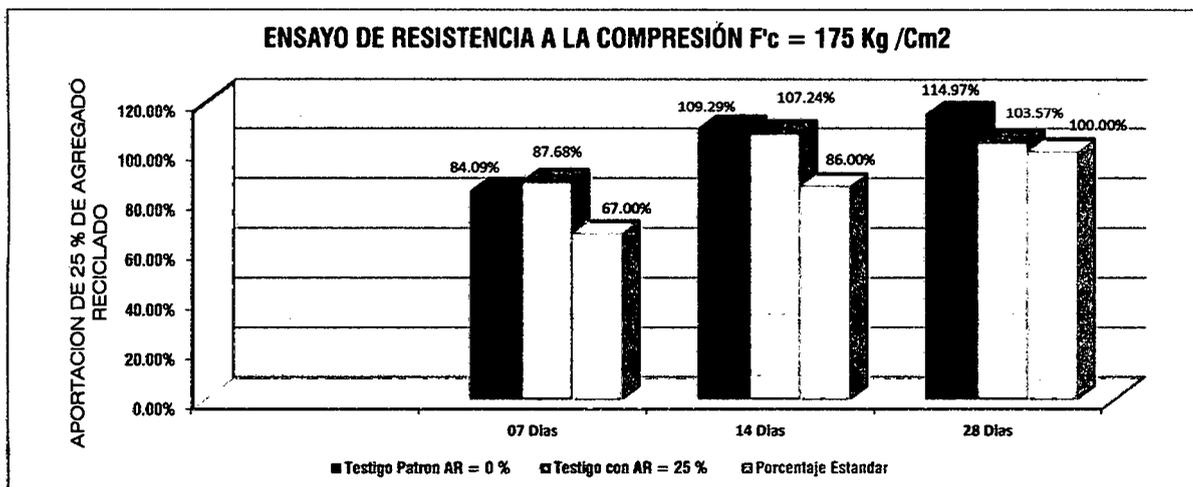
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

| TESTIGO              |          | DIAM (Cm) | FECHA      |            | EDAD (Días) | RESIST.<br>DISEÑ. Fc<br>(Kg/Cm2) | Kilogr. Fza<br>(Kgf) | Fc (Kg/Cm2) | Fc/Fc (%) | EVALUACIÓN  |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|
| Nº                   | ELEMENTO |           | VACIADO    | ROTURA     |             |                                  |                      |             |           |             |
| 1                    | AR=100%  | 15.21     | 05/11/2013 | 03/12/2013 | 28          | 175                              | 19635                | 108.06      | 61.75%    | No Pasa 28D |
| 2                    | AR=100%  | 14.93     | 22/11/2013 | 20/12/2013 | 28          | 175                              | 34859                | 199.12      | 113.78%   | OK 28D      |
| 3                    | AR=100%  | 15.07     | 23/11/2013 | 21/12/2013 | 28          | 175                              | 34335                | 192.50      | 110.00%   | OK 28D      |
| RESISTENCIA PROMEDIO |          |           |            |            |             |                                  |                      |             |           |             |
| AR=100%              |          |           |            |            | 28          | 175                              | 29610                | 166.56      | 95.18%    | No Pasa 28D |

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DIAS CON AR=25%**

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION :** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F <sub>c</sub> = 175 Kg /Cm <sup>2</sup><br>AR = 25 % |                         |                       |                     |
|---|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| EDAD  | Testigo Patron AR = 0 % | Testigo con AR = 25 % | Porcentaje Estandar |
| 07 Dias   | 84.09%                  | 87.68%                | 67.00%              |
| 14 Dias   | 109.29%                 | 107.24%               | 86.00%              |
| 28 Dias   | 114.97%                 | 103.57%               | 100.00%             |



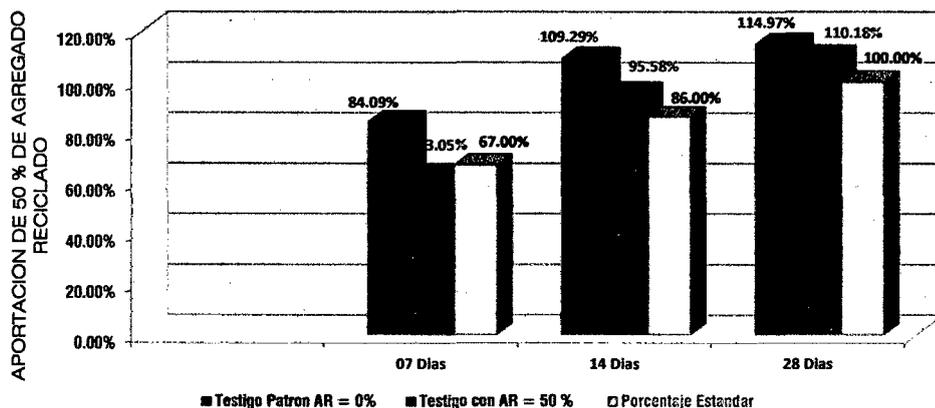
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS CON AR=50%**

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION :** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

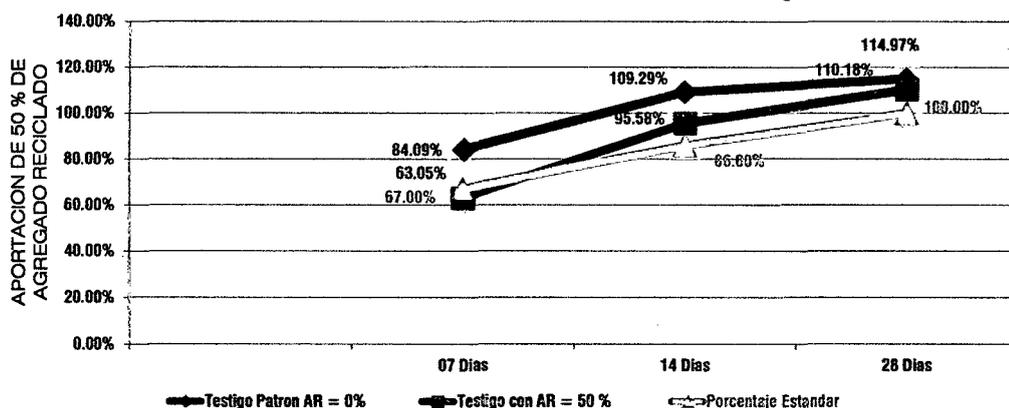
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 175 Kg /Cm2  
AR = 50 %**

| EDAD    | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 50 % | Porcentaje Estandar |
|---------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 07 Dias | 84.09%                 | 63.05%                | 67.00%              |
| 14 Dias | 109.29%                | 95.58%                | 86.00%              |
| 28 Dias | 114.97%                | 110.18%               | 100.00%             |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 175 Kg /Cm2**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c = 175 Kg /Cm2**



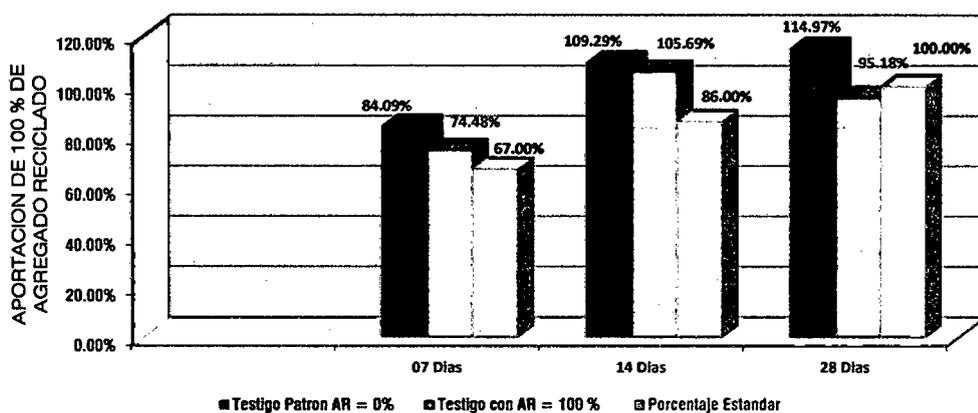
**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS CON AR=100%**

**TESIS :** ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA  
**INSTITUCION :** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
**TESISTAS :** Bach. JORDAN SALDAÑA JOSE CARLOS - Bach. VIERA CABALLERO NEISER  
**FECHA :** Octubre de 2013

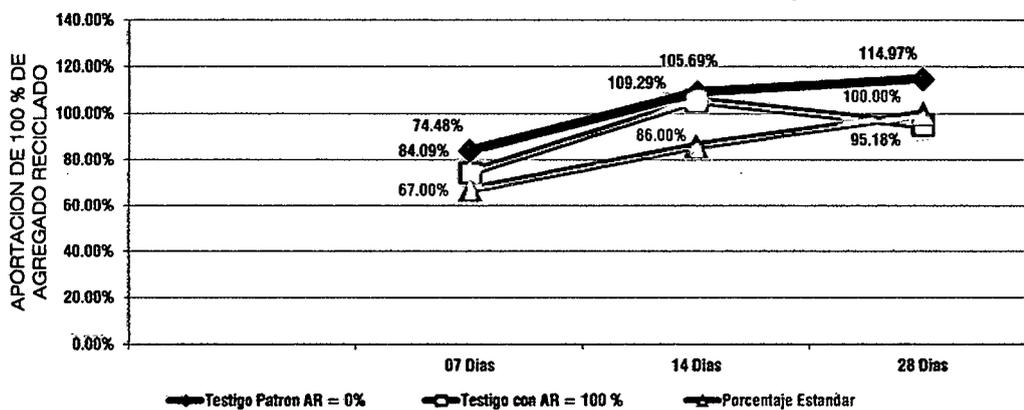
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Fc = 175 Kg /Cm2  
AR = 100 %**

| EDAD    | Testigo Patron AR = 0% | Testigo con AR = 100 % | Porcentaje Estandar |
|---------|------------------------|------------------------|---------------------|
| 07 Dias | 84.09%                 | 74.48%                 | 67.00%              |
| 14 Dias | 109.29%                | 105.69%                | 86.00%              |
| 28 Dias | 114.97%                | 95.18%                 | 100.00%             |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Fc = 175 Kg /Cm2**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Fc = 175 Kg /Cm2**



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

## **OFICINA CENTRAL DE INVESTIGACIÓN**

**“CATÁLOGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN – TIPRO”**

**Resolución N° 1562 – 2006 - ANR**

### **REGISTRO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

#### **I. DATOS GENERALES:**

**UNIVERSIDAD:** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

**ESCUELA O CARRERA PROFESIONAL:** INGENIERÍA CIVIL

**TITULO DEL TRABAJO:** “ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL  
CONCRETO UTILIZANDO COMO  
AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE  
OBRA”

**ÁREA DE INVESTIGACIÓN:** CONCRETO

#### **AUTOR(ES):**

- DNI: 44840743 JORDAN SALDAÑA, JOSÉ CARLOS
- DNI: 44362699 VIERA CABALLERO, AMELIO NEISER

**TITULO PROFESIONAL A QUE CONDUCE:** TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL

**AÑO DE APROBACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN:** 2014

## **II. CONTENIDO DEL RESUMEN**

### **• PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

La enorme densidad de población, junto con el importante desarrollo económico producido en los últimos años en el sector de la construcción conlleva, como efecto negativo para el medio ambiente, el notable aumento de la generación de residuos y, por ello, la necesidad de habilitar mecanismos de gestión adecuados y capaces de dar una respuesta ante tal situación. Estos residuos generados representan un gran volumen y constituyen un gran problema debido a que su generación va en aumento. Los residuos generados no se gestionan de manera individual y cualquier residuo, de cualquier origen, tiene como destino final a botaderos informales.

**¿Que Se Logrará Con El Estudio De La Resistencia Del Concreto, Utilizando Como Agregado El Concreto Reciclado De Obra?**

### **• OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL:**

- Conocer los procesos de variación del comportamiento estructural del concreto, elaborados con diferentes porcentajes de agregados gruesos reciclados, para su respectiva utilización, determinando las resistencias a la compresión.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Obtener las propiedades del agregado grueso producto de la demolición del concreto de obras.

- Analizar y establecer criterios técnicos en la resistencia del concreto elaborados con agregados reciclados.
  - Determinar el porcentaje de agregado grueso reciclado a ser utilizado en el diseño de mezcla.
- **HIPÓTESIS:**

Si se logra determinar el porcentaje ideal de agregado grueso reciclado a ser utilizado en la elaboración de un diseño óptimo de mezcla, Entonces se logrará dar el uso adecuado a los desechos de construcción.
  - **MARCO TEORICO:**

#### **CONCRETO CONVENCIONAL:**

#### **PROPIEDADES DEL CONCRETO**

En el análisis de las propiedades del concreto es importante recordar que ellas están íntimamente asociadas con las características y proporciones relativas de los materiales integrantes: que la calidad, cantidad y densidad de la pasta es determinante en las propiedades del concreto; y que la relación agua-cemento lo es sobre las características de la pasta.

#### **CONCRETO RECICLADO**

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053 define el concreto reciclado como aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje

## **AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO**

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053 lo llama Granulado de concreto y lo define como el material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados.

## **PASTA ADHERIDA Y MORTERO**

En los agregados reciclados utilizados y analizados en Europa, el mortero adherido y pasta siempre están presentes. En Japón, algunos investigadores desarrollaron un método basado en la "cyclite", que muele concreto triturado y agrupa utilizando un método de procesamiento recién desarrollado, que consiste en la eliminación de mortero de la superficie de los agregados sin triturarlos agregados (Takenaka Corporation,1999).

Los principales factores que influyen en la cantidad de mortero adherido en el agregado reciclado triturado (con la misma máquina y el poder) son los siguientes: a) el agua/ cemento b) la resistencia del hormigón original y c) el tamaño agregado. El proceso de molienda tiene una influencia sobre la cantidad de mortero adherido y la calidad de los agregados reciclados.

- **CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES:**

**CONCLUSIONES**

- De la hipótesis planteada se concluye que; la variación de la resistencia a la compresión del concreto estará en función a los distintos porcentajes utilizados de agregado de concreto reciclado, como se demuestra en los resultados del desarrollo de esta investigación.
- La mezcla con un aporte de 25% de agregado de concreto reciclado según los resultados, demuestran que se tiene un incremento de la resistencia a la compresión de manera ascendente y homogéneo, sin embargo los gastos operativos en la producción del mismo son más elevados en comparación con la utilización del 50% de agregado de concreto reciclado, debido a que en esta proporción genera el uso de mayor cantidad de agregado grueso natural.
- Se concluye que el porcentaje más idóneo del agregado de concreto reciclado a utilizar, según los resultados obtenidos, demuestran que es de una proporción de 50% de agregado de concreto reciclado y 50% de agregado natural, en esta proporción se tienen un incremento de la resistencia a la compresión ascendente y homogéneo.
- La mezcla con un aporte del 100% de agregado de concreto reciclado según los resultados obtenidos demuestran que se tiene una irregularidad en la resistencia a la compresión, no siendo homogénea ni uniforme, estos presentan un alto grado de

inestabilidad. Solo se recomienda su uso para construcciones ordinarias. (veredas, sobrecimientos, pisos, etc.)

- De los ensayos realizados se demuestra que el uso de agregado de concreto reciclado en la preparación de concreto, genera la utilización de mayor cantidad de agua, este agregado presenta una mayor capacidad de absorción, debido a la porosidad de sus partículas producto del mortero adherido.

| <b>AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)</b> |                           |
|--|---------------------------|
| Tamaño Máximo Nominal                    | 3/4"                      |
| Peso Unitario Suelto                     | 1482.04 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Unitario Compactado                 | 1687.12 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                                | 0.27%                     |
| Contenido de Humedad                     | 0.26%                     |
| Peso Especifico                          | 2.80 gr/cm <sup>3</sup>   |

| <b>AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO</b> |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Tamaño Máximo Nominal                 | 3/4"                      |
| Peso Unitario Suelto                  | 1197.92 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Unitario Compactado              | 1419.50 Kg/m <sup>3</sup> |
| Absorción                             | 3.78%                     |
| Contenido de Humedad                  | 0.54%                     |
| Peso Especifico                       | 2.32 gr/cm <sup>3</sup>   |

- Las propiedades físicas del agregado de concreto reciclado como el peso específico, absorción y los pesos unitarios; dependerán mucho del origen proveniente del concreto reciclado.

## RECOMENDACIONES

- El uso de concreto con una proporción del 25% de agregado de concreto reciclado y una resistencia a la compresión de  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, podría ser recomendable para usos de concreto estructural en casos especiales.
- El uso de concreto con una proporción del 50% de agregado de concreto reciclado y una resistencia a la compresión de  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, puede ser utilizados en concreto estructurales.
- La utilización de concreto con una proporción del 100% de agregado de concreto reciclado con una resistencia a la compresión de  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, puede ser recomendable para usos de concreto simple como pisos, sobrecimientos, veredas, etc.
- Para garantizar el uso de un agregado de concreto reciclado se debe tener en cuenta el origen del mismo.
- A futuro (50 años aprox.) se recomienda la utilización de plantas procesadoras para la comercialización masiva del agregado de concreto reciclado. Debido a que muchas infraestructuras de cierta importancia como el Hospital Regional, Hospital La caleta y edificaciones de las universidades serán demolidas, y los botaderos se incrementaran generando un impacto ambiental negativo, sumándose a esto la escasez de las canteras de agregado; esta problemática generará el uso masivo de concreto reciclado.

- **BIBLIOGRAFÍA:**

- Rivva López Enrique (2000). *“Tecnología del concreto ACP”* (Primera Edición).
- Rivva López Enrique (2010). *“Materiales para el concreto”* (Segunda Edición).
- Rivva López Enrique (2010). *“Diseño de Mezclas”* (Primera Edición).
- Pasquel Carbajal Enrique (1998). *“Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú”* (Segunda Edición).
- Gonzales Sandoval Federico (1995). *“Manual de Supervisión de Obras de Concreto”* (Segunda Edición).
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones. *“Manual de Ensayo de Materiales” (EM 2000) – MTC.*
- Tesis Doctoral “Experimental Study On Microstructure And Structural Behaviour Of Recycled Aggregate Concrete”, March 2004, Barcelona, España.