



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO  
CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO**

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

**Autores:**

**Bach. Vela Requejo, Luis Gustavo**

**Bach. Yovera León, Rogger Ernesto**

**Pimentel, 21 de Diciembre del 2016**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO  
CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO**

Aprobación del proyecto

---

Msc. Ing. José Fortunato Zuloaga Cachay  
**Asesor metodólogo**

---

Ing. Noé Humberto Marín Bardales  
**Asesor especialista**

---

Msc. Ing. Omar Coronado Zuloeta  
**Presidente del jurado de tesis**

---

Ing. Jorge Jeremy Junior Reinoso Torres  
**Secretario del jurado de tesis**

---

Ing. Noé Humberto Marín Bardales  
**Vocal del jurado de tesis**

## DEDICATORIA

A **Dios**, por guiarme siempre por el buen camino, por las fuerzas que me da día a día para salir adelante y por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.

A **mis padres, Nelly Requejo y José Vela “castora”**, los cuales siempre me dieron los mejores consejos, y a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

A toda mi familia en general, por siempre darme ánimos de seguir adelante.

**Luis Gustavo Vela Requejo**

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

**Rogger Ernesto Yovera León**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros docentes por compartir sus conocimientos, a nuestras familias por el apoyo incondicional a lo largo de nuestra carrera universitaria.

A nuestra casa de estudios “Universidad Señor de Sipán”, por el apoyo brindado para poder realizar esta investigación.

**Los Autores**

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE ECUACIONES.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii

### **CAPÍTULO I : PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN . iError! Marcador no definido.**

1.1.Situación Problemática .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.1.1.    A Nivel Internacional .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.1.2.    A Nivel Nacional .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.1.3.    A Nivel Local .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.2.Formulación del problema .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.3.Delimitación de la Investigación.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.3.1.    Limitación Espacial .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.3.2.    Limitación Temporal .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.4.Justificación e importancia de la Investigación ....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.4.1.    Económico .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

1.4.2.	Medio Ambiental .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.4.3.	Social .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.4.4.	Industrial .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.5.	Limitaciones .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.6.	Objetivos de la Investigación .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.6.1.	Objetivo General .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
1.6.2.	Objetivos Específicos .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

**CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO .....** iError! Marcador no definido.

2.1.	Antecedentes de la investigación .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
2.1.1.	A Nivel Internacional: .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
2.1.2.	A Nivel Nacional: .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
2.2.	Bases teórico científicas .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
2.2.1.	Concreto convencional .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
2.2.2.	Composición del Concreto convencional .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
2.2.3.	Clasificación de las Fibras.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
2.3.	Definición de términos básicos.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

**CAPÍTULO III : MARCO METODOLÓGICO .....** iError! Marcador no definido.

3.1.	Tipo y diseño de la Investigación .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.1.1.	Tipo de investigación:.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.1.2.	Diseño de la investigación:.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.2.	Población y muestra: .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

3.2.1.	Población .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.2.2.	Muestra .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.3.	Hipótesis .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.4.	Variables .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.4.1.	Variables Independientes.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.4.2.	Variables Dependientes.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.5.	Operacionalización .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.5.1.	Variables Independientes.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.5.2.	Variables Dependientes.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.6.1.	Técnicas de recolección de Información .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.6.2.	Descripción de Instrumentos Utilizados	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.7.	Procedimiento para la recolección de datos .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.7.1.	Diagrama de Flujo de procesos .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.7.2.	Descripción de Procesos .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.7.3.	Equipos, materiales e instrumentos .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.8.	Análisis estadístico e interpretación de datos .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.8.1.	Enfoque cualitativo .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.8.2.	Enfoque cuantitativo.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.9.	Principios éticos .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.9.1.	Ética de la recolección de datos.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.9.2.	Ética de la publicación .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

3.9.3.	Ética de la aplicación .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.9.4.	Código ético de la profesión:.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.10.	Criterios de rigor científico .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.11.	Costos.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.11.1.	Costo de los materiales Utilizados.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.11.2.	Costo de los materiales Utilizados.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
3.12.	Financiamiento .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

**CAPÍTULO IV : ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS ..** **iError! Marcador no definido.**

4.1.	Resultados en tablas y gráficos.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
4.1.1.	Descripción de Resultados .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
4.1.2.	Discusión de Resultados .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

**CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....** **iError! Marcador no definido.**

5.1.	CONCLUSIONES.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
5.2.	RECOMENDACIONES.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....** **193**

**ANEXOS .....** **193**



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis químico del cemento.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2	Características del cemento .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3	Propiedades .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4	Dosis - Nomenclatura de la fibra de estopa cm .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5	45 muestras corresponden a muestras cilíndricas de 30 cm de largo y 15 cm ara cada resistencia, para realizar el ensayo de resistencia a la compresión.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6	45 muestras corresponden a muestras cilíndricas de 30 cm de largo y 15 cm de diámetro para cada resistencia, para realizar el ensayo de tensión. ....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7	45 muestras corresponden a muestras prismáticas en formas de vigas de 6" de ancho, 6" de altura y 18" de longitud, para realizar el ensayo de tensión por flexión.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8	Operacionalización de variables independientes .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9	Operacionalización de variables independientes .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10	Operacionalización de variables dependientes .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11	Descripción y aplicación de normas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12	Tolerancia permisible por edad de ensayo .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13	Relación longitud – diámetro del espécimen de concreto .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14	f'c requerida.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15	Selección del asentamiento (Slump).....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16	Determinación del contenido de aire atrapado.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 17	Determinación del contenido de aire total.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 18	Determinación del volumen de agua .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 19	Selección de la relación agua – cemento .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 20	Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto ....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 21	Módulo de fineza de la combinación de agregados .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 22	Costo de materiales Utilizados.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 23	Costo de materiales utilizados .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 24	Resultados de ensayos en concreto FRESCO .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 25	Resultados de concreto convencional f'c=210 kg/cm2.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 26	Resultados de concreto convencional f'c=280 kg/cm2.....	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 27 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 28 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 29 Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 30 Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 31 Concretos modificado con fibra de estopa de coco..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 32 Resultados de ensayos en concreto adicionado con fibra de estopa de coco en estado FRESCO, para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 33 Resultados de ensayos en concreto adicionado con fibra de estopa de coco en estado FRESCO, para una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 34 Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M2" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 35 Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M3" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 36 Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M4" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 37 Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M5" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 38 Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M2" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 39 Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M3" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 40 Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M4" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 41 Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M5" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 42 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + - "M2"..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 43 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> - "M3" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 44 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> - "M4" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 45 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> - "M5" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 46 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M2" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 47 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M3" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 48 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M4" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 49 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M5" ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 50 Resultados de ensayos de Resistencia a la Flexión para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> - "M2" ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 51 Resultados de ensayos de Resistencia a la Flexión para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> - "M3" ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 52 Resultados de ensayos de Resistencia a la Flexión para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> - "M4" .. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 53 Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> - "M5" ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 54 Resultados de ensayos de Resistencia a flexión para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M2" .. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 55 Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M3" .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 56 Resultados de ensayos de Resistencia a flexión para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M4" ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 57 Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M5" .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 58 Asentamiento recomendado para varios tipos de consistencia ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 59 Resultados de ensayos de resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 60 Resultados de ensayos de resistencia  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> ..... **¡Error! Marcador no definido.**



## INDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1: Cemento Portland Pacasmayo Tipo I.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 2: Agregado Fino.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 3: Agregado Grueso.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 4: Agua.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 5: Clasificación de las fibras según su origen.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 6: Fibra de estopa de Coco.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 7: Diseño de la investigación.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 8: Diagrama de flujo de procesos.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 9: Determinación de la resistencia requerida.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 10: Esquema de los patrones de fractura del concreto.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 11 : Ensayo a tensión por compresión diametral.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 12: Configuración típica según ASTM C496 para el ensayo de especímenes cilíndricos a compresión diametral.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 13 : Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas en el centro de la luz.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 14 : Comparación del SLUMP - <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 15 : Comparación del SLUMP - <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Fig. 16 Comparación del Peso Unitario - <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 17 : Comparación del Peso Unitario - <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 18 : Comparación del contenido de aire - <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 19 : Comparación del contenido de aire - <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 20 : Resultados de los ensayos a la resistencia en compresión al concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></u>	<u><b>¡Error!</b></u>
	<u><b>Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 21 : Resultados de los ensayos a la resistencia en compresión al concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>- con respecto a porcentajes.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 22 : Resultados de los ensayos a la resistencia en compresión al concreto <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup></u>	<u><b>¡Error!</b></u>
	<u><b>Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 23 : Resultados de los ensayos a la resistencia en compresión al concreto <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup>- con respecto a porcentajes.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 24 : Resultados de los ensayos a la resistencia a la tracción por compresión diametral al concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Figura 25 : Resultados de los ensayos a la resistencia a la tracción por compresión diametral al concreto</u>	

f'c=210 kg/cm2 con respecto a porcentajes ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 26 : Resultados de los ensayos a la resistencia a la tracción por compresión diametral al concreto

f'c=280 kg/cm2 ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 27 : Resultados de los ensayos a la resistencia a la tracción por compresión diametral al concreto

f'c=280 kg/cm2 con respecto a porcentajes ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 28 : Resultados de los ensayos a la resistencia a la flexión al concreto f'c=210 kg/cm2 .... **¡Error!**

**Marcador no definido.**

Figura 29 : Resultados de los ensayos a la resistencia a la flexión al concreto f'c=210 kg/cm2 con respecto a

porcentajes ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 30 : Resultados de los ensayos a la resistencia a la flexión al concreto f'c=280 kg/cm2 .... **¡Error!**

**Marcador no definido.**

Fig. 31 Resultados de los ensayos a la resistencia a la flexión al concreto f'c=280 kg/cm2 con respecto a

porcentajes ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 32 : Curva de resistencia del concreto f'c=210 kg/cm2, a los 7,14 y 28 días. **¡Error! Marcador no**

**definido.**

Figura 33 : Curva de resistencia del concreto f'c=280 kg/cm2, a los 7,14 y 28 días. **¡Error! Marcador no**

**definido.**

Figura 34 : Curva de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto f'c=210 kg/cm2, a los

7,14 y 28 días. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 35 : Curva de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto f'c=280 kg/cm2, a los

7,14 y 28 días. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 36 : Curva de resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2, a los 7,14 y 28 días.... **¡Error!**

**Marcador no definido.**

Figura 37 : Curva de resistencia a la flexión del concreto f'c=280 kg/cm2, a los 7,14 y 28 días.... **¡Error!**

**Marcador no definido.**

Fig. 38 Resultados del SLUMP para resistencia de f'c 210 + sus adicciones de fibra de estopa de coco y 280 +

sus adicciones de fibra de estopa de coco ..... **¡Error! Marcador no definido.**

## **INDICE DE ECUACIONES**

<u>Ecuación 1 Cálculo de la densidad del espécimen .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 2 Cálculo del volumen del espécimen .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 3 Esfuerzo de Rotura.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 5 Módulo de Rotura .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 6 Módulo de finura .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 7 Peso específico de masa .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 8 Peso específico saturada superficie seca .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 9 Peso específico aparente .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 10 Absorción .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 11 Peso específico de masa .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 12 Peso específico saturada con superficie seca .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 13 Peso específico aparente .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 14 Absorción .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 15 Peso unitario .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 16 Contenido de vacíos.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 17 Peso unitario .....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>
<u>Ecuación 18 Rendimiento.....</u>	<u><b>¡Error! Marcador no definido.</b></u>

Ecuación 19 Corrección por humedad del diseño de mezcla en estado seco . ¡Error! Marcador no definido.

Ecuación 20 Aporte de humedad agregados ..... ¡Error! Marcador no definido.

Ecuación 21 Cálculo del agua efectiva ..... ¡Error! Marcador no definido.



## RESUMEN

El concreto contiene microgrietas y estas se propagan bajo un esfuerzo aplicado, estas microgrietas hacen que el concreto pierda resistencia específicamente resistencia en flexión, es por eso que En la presente investigación evaluamos las propiedades mecánicas del concreto convencional y un concreto convencional adicionado con fibra de estopa de coco.

Para esta investigación se realizaron dos tipos de diseños de concreto convencional de resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Se evaluaron las propiedades mecánicas de dichos concretos convencionales en estado fresco (Temperatura, Slump, Contenido de Aire, Peso Unitario), También se evaluaron las propiedades mecánicas de dichos concretos convencionales en estado endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y resistencia a la flexión).

Para la adición de la fibra de estopa de coco en los concretos convencionales se tuvo en cuenta 4 tipos de diseños de mezclas los cuales están en relación al volumen del concreto (0.5 y 1.5) y longitud de la fibra (2 y 5 cm.).

Se realizó una evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco en su estado fresco y endurecido.

Al finalizar los estudios se observó que al adicionar fibra de estopa de coco el concreto convencional aumenta su resistencia a la compresión, a la tracción por compresión diametral y a la flexión.

**Palabras claves:** concreto convencional, Diseño de Mezcla, Resistencia a la Compresion, Resistencia a la Compresión diametral, Resistencia a la Flexión, Fibra de estopa de coco.

## ABSTRACT

In this research, we will evaluate the mechanical properties of conventional concrete and conventional concrete added with coir fiber.

Two types of conventional designs concrete compressive strength of 210 kg / cm<sup>2</sup> and 280 kg / cm<sup>2</sup> were performed.

Conventional mechanical properties such as fresh concrete (temperature, Slump, Air Content, and Unit Weight) were evaluated.

The mechanical properties of such conventional concretes cured state (compressive strength, tensile strength by diametral compression and flexural strength) were also evaluated.

For the addition of fiber coir in conventional concretes four types of designs mixtures which are related to the volume of concrete (0.5 and 1.5) and fiber length was taken into account (2 and 5 cm.) .

An evaluation of the mechanical properties of concrete made with added fiber is coir in its fresh and hardened state.

At the end of the studies, it found that adding fiber Coir conventional concrete increases its compressive strength, tensile strength by diametrical compression and bending.

**Key words:** conventional Concrete, Mixing Design, Compression Resistance, Resistance to Diametral Compression, Flexural Strength, Coconut Stub Fiber

## INTRODUCCION

Las fibras naturales se han usado como una forma de refuerzo desde mucho tiempo antes de la llegada de la armadura convencional de concreto. Los ladrillos de barro reforzados con paja y morteros reforzados con crin de caballo son unos pocos ejemplos de cómo las fibras naturales se usaron como una forma de refuerzo. Muchos materiales de refuerzo natural se pueden obtener con bajos niveles de costos y energía.

Es por ello que para esta investigación utilizaremos una fibra de origen natural llamada la fibra de estopa de coco para la elaboración de un concreto alternativo, para la preparación de la fibra, se usó una forma manual para poder extraer los filamentos de la cáscara, una vez extraída, se cortaron estos filamentos dejándolos con una longitud de 2 y 5 cm.

En esta investigación se evaluaron las propiedades mecánicas para un concreto convencional y concreto adicionado con fibra de estopa de coco, se obtuvieron resultados muy alentadores, llegando a la conclusión que el concreto al adicionarle la fibra de estopa de coco incrementa su resistencia.

A continuación se describe brevemente las etapas que tendrá esta investigación

La primera parte de esta investigación corresponde al Capítulo I, el primer capítulo comprende la situación problemática de la investigación, los objetivos que se pretenden alcanzar, los alcances de la investigación, la justificación y las limitantes establecidas para el desarrollo del presente trabajo.

El Capítulo II nos muestra los antecedentes con la finalidad de conocer donde han sido desarrolladas e implementadas tanto a nivel internacional, nacional y local; los componentes del concreto las bases teóricas científicas hasta la terminología.

El capítulo III nos muestra como punto importante el diagrama de flujo de procesos donde se va a detallar paso a paso lo que se realizara en esta investigación, como por ejemplo los ensayos realizados a los agregados y al concreto con el fin de seguir una

buena metodología de los procesos.

En el Capítulo IV se describe el Análisis e Interpretación de los Resultados obtenidos para cada tipo de ensayo, siendo estos resultados descritos e interpretados, además se realizó una discusión de estos resultados.

En el Capítulo V finalizando la investigación se dio las conclusiones y recomendaciones a tener en cuenta en esta investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Situación Problemática

### 1.1.1. A Nivel Internacional

#### **México**

Reyes, U. (2008) Ordinariamente, el concreto contiene numerosas microgrietas. La rápida propagación de las microgrietas bajo un esfuerzo aplicado, es la responsable de la baja resistencia del concreto a la tensión del material. Inicialmente, se suponía que la resistencia a la tensión, igual que a la flexión del concreto, podían incrementarse sustancialmente introduciendo fibras cercanamente espaciadas que obstruirían la propagación de las microgrietas, retrasando así el inicio de las grietas post-tensión, e incrementando la resistencia a la tensión del material. La debilidad en tensión puede ser superada por el uso de refuerzo convencional de varilla y, en cierta medida, por la inclusión de un volumen suficiente de ciertas fibras.

Las fibras son generalmente utilizadas en el concreto para controlar el encogimiento, las grietas y resquebrajamiento por efecto del secado. Asimismo, la menor permeabilidad del concreto y, por tanto, reducir el escurrimiento de agua. En general, las fibras no aumentan la flexión del concreto, por lo que no puede sustituir el refuerzo estructural de acero. Algunas fibras pueden reducir la resistencia del concreto.

Juárez, C. et (2004) A partir de que las fibras de asbesto fueron relacionadas con potenciales peligros para la salud se inició la búsqueda de posibles sustitutos que le proporcionaran al concreto las propiedades tan favorables que el asbesto le daba, además de ser competitivos en calidad y precio. Las fibras de acero, de vidrio y más recientemente las de polipropileno, son alternativas viables para reforzar al concreto. Sin embargo, otro grupo de fibras llamadas naturales o vegetales han sido motivo de varios estudios para

su posible aplicación como refuerzo del concreto.

Materiales reforzados con fibras naturales se pueden obtener a un bajo costo usando la mano de obra disponible en la localidad y las técnicas adecuadas para su obtención. Estas fibras son llamadas típicamente fibras naturales no procesadas. Sin embargo, las fibras naturales pueden ser procesadas químicamente para mejorar sus propiedades. Estas fibras son generalmente derivadas de la madera. Estos procesos son altamente industrializados y no se dispone en los países en desarrollo. A tales fibras se les conoce como fibras naturales procesadas.

Aunque históricamente muchas fibras han sido usadas para reforzar varios materiales de construcción, ha sido hasta años recientes que los científicos se han dedicado a estudiar a las fibras naturales como refuerzo, ya que anteriormente su uso se limitaba exclusivamente a la producción de ropa, colchones y cobijas. Las fibras naturales están disponibles razonablemente en grandes cantidades en muchos países en desarrollo y representan una fuente renovable continua

### **Colombia**

Osorio, J. et (2007) En consecuencia con el desarrollo sostenible y la posibilidad de utilizar materiales alternativos de construcción, que permitan reducir la extracción y uso de materiales convencionales, se presenta la necesidad de continuar investigando en el campo de materiales que permitan no solamente reducir costos sino que brinden seguridad en cuanto a sus propiedades y necesidades de resistencia según sus usos.

Para tales efectos, existe la posibilidad de uso de fibras naturales en concretos y morteros las cuales han tenido un amplio estudio desde los años 70's, entre las cuales se tienen las fibras de coco, plátano, bagazo de caña y algunos tipos de bambúes.

### **El Salvador**

Cepeda, R. (1997) La necesidad de obtener materiales alternativos al

concreto reforzado convencional se han incrementado; y, en esa búsqueda de alternativas, el concreto reforzado con fibras presenta las características de una solución con viabilidad técnica y económica. Así, se han utilizado ya, fibras de acero, fibras de vidrio, fibras de carbón, fibras minerales y naturales (madera, yute, bambú, coco, henequén, asbesto, lana, entre otros), fibras de polipropileno y muchas otras fibras sintéticas como el Nylon y Poliéster.

### **Escocia**

Gram & Hans (1988) La alta alcalinidad de la pasta de cemento Portland, aunque protege a las fibras de acero de la corrosión afecta a otros tipos de fibras deteriorándolas con el paso del tiempo como es el caso de las fibras de vidrio y las fibras naturales celulósicas. Este último ocurre por la degradación que sufre la fibra natural debida al ataque químico que con el tiempo le produce el agua alcalinizada por los elementos alcalinos contenidos en el cemento.

Los procesos de mineralización (petrificación) mejora indudablemente la adherencia entre la fibra y la matriz. De este modo, la fibra se rigidiza y fragiliza a medida que transcurre el tiempo, aunque se hace más resistente. Como consecuencia, disminuye la alta tenacidad o capacidad de absorción de energía producida en el compuesto inicialmente por la incorporación de las fibras. Sin embargo, la Resistencia a la Flexión y el Módulo de Elasticidad se incrementan comparativamente.

### **1.1.2. A Nivel Nacional**

Lao, W. (2007) A nivel mundial, las primeras sugerencias en el sentido de que las propiedades del concreto podrían mejorarse con la adición de fibras de acero fueron hechas por Porter (1910) y Ficklen (1914) en el Reino Unido, pero no es sino hasta 1963 en que pone en evidencia la función en el concreto de las fibras metálicas como elementos inhibidores del



agrietamiento. En el Perú su uso es cada vez más frecuente cabe resaltar su aplicación en la pavimentación de la Av. Venezuela con un antigüedad de 50 años que actualmente se conserva en buen estado a excepción de algunas fallas tipo escalonamiento en las juntas de dilatación y en el ensanche por rotura de los bordes en las juntas de contracción, así mismo, se aplicó el uso fibras en la construcción de losas cuya dimensión de los paños fueron 4 m x 4 m y un espesor de 0,25 (8000 m<sup>2</sup> para el centro comercial Mega Plaza del cono Norte (SODIMAC, 2005).

Además, las fibras pueden reducir la fisuración debido a los efectos de retracción o temperatura. El uso de las mismas como refuerzo, es económicamente conveniente con respecto al refuerzo convencional, por disminuir las labores de colocación y tiempo de verificación de la correcta disposición del refuerzo, así como, rendimiento en avances de obra.

Rojas, H. (2009) A lo largo de los años ha sido una práctica común el uso de fibras para mejorar las propiedades del concreto como la resistencia y la durabilidad. Avances en investigación y tecnología han obtenido óptimos diseños para concretos reforzados con fibras pero su aplicación comercial aún está limitada debido a que estas fibras incrementan el costo. Un concreto que use fibras naturales podría ser barato y además tendría un impacto ambiental positivo.

Además, son posibles de obtener a un bajo costo haciendo uso de la mano de obra disponible en la localidad y las técnicas para su obtención. Estas fibras son llamadas típicamente naturales no procesadas. Sin embargo, las fibras naturales pueden ser procesadas químicamente para mejorar sus propiedades. Estas fibras son generalmente derivadas de la madera pero estos procesos son altamente industrializados y no se dispone aún en países en desarrollo. A tales fibras se les conoce como fibras naturales procesadas.

### **1.1.3. A Nivel Local**

Patazca, P. & Tafur, J. (2013). El concreto con fibra es adecuado para sobrellevar acciones dinámicas y prevenir situaciones donde se requiere el control de los procesos de fisuración, ya que cosen las fisuras del concreto formando un “puente” entre los agregados gruesos, llevando al concreto a un comportamiento dúctil luego de la fisuración inicial evitando así la fractura frágil. El aumento de la tenacidad es una de las características más apreciadas del concreto reforzado con fibra.

Actualmente en el Perú, en los últimos años, el uso de fibras en el concreto recién se está dando a conocer y por ende se ha vuelto una nueva tecnología de aplicación, empresas del sector aditivos y concretos premezclados están tomando la iniciativa para la promoción de su uso para su aplicación en el campo de las construcciones industriales y minería, respetando detalladamente las aplicaciones de su uso.

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida el concreto adicionado con fibra de estopa de coco podría mejorar sus propiedades mecánicas?

## **1.3. Delimitación de la Investigación**

### **1.3.1. Limitación Espacial**

En esta investigación solo se experimentará el comportamiento del concreto adicionado con fibra natural y el concreto convencional (sin refuerzo) para ello se utilizará la fibra extraída del coco llamada “estopa de coco”, la prueba para obtener las propiedades mecánicas de dichos concretos se realizarán en el

Laboratorio de mecánica de suelos del área de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán.

Además se tendrá en cuenta que los materiales para la elaboración de concreto convencional y concreto adicionado con fibra de estopa de coco serán de la región Lambayeque:

Cemento Pacasmayo Tipo I

Agregado grueso (piedra chancada  $\frac{3}{4}$ " ) de cantera "Tres Tomas"

Agregado fino de cantera "La Victoria"

### **1.3.2. Limitación Temporal**

La duración de la investigación comprenderá un lapso entre el mes de septiembre del año 2015 hasta el mes de julio del año 2016.

## **1.4. Justificación e importancia de la Investigación**

### **1.4.1. Económico**

El estudio de los concretos como parte principal en la construcción es de gran importancia en cualquier país, ya que contribuye en el plano urbanístico, en la construcción de viviendas, edificaciones, aportando así de manera inminente un desarrollo productivo y económico para el mismo.

### **1.4.2. Medio Ambiental**

Las fibras provenientes del coco (estopa de coco) pueden ser aprovechadas, ya que se encuentra disponible, su valor es limitado y su uso está sustentado por la tendencia actual al reemplazo de las fibras artificiales (hechas por el

hombre) por las naturales, debido a las ventajas que en conjunto presentan las fibras naturales; así como también para el desarrollo de nuevos materiales para la construcción, ya que es fundamental crear una conciencia ecológica, ir construyendo día a día una educación en los seres humanos a utilizar materiales alternativos y así evitar destruir nuestros ecosistemas.

### **1.4.3. Social**

Por tal razón, esta investigación permite impulsar y promover soluciones en lo que respecta a la aplicación de la fibra de estopa de coco en el concreto, que aporten un bien ecológico económico, científico de calidad, entre otros aspectos de importancia, que de una manera u otra contribuyan con el desarrollo y crecimiento óptimo del país.

### **1.4.4. Industrial**

Los diseños de mezclas de concreto son una de las piezas fundamentales para la industria concretera en Perú ya que el concreto siendo uno de los productos más usados en la rama de la construcción, es importante el uso de nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento tanto de las dosificaciones como el producto terminado y que es determinante en la calidad definitiva del concreto. Las características que definen la calidad del concreto son diversas, y estas dependen de las condiciones de obtención del producto, primordialmente de las características y proporciones de los componentes que lo constituyen.

Actualmente en todo trabajo de ingeniería, es necesario utilizar materiales que aumenten la vida útil de la obra, por tanto esta investigación está basada en estudiar el comportamiento de mezclas de concreto con incorporación de fibra de estopa de coco, como parte integrante en el diseño de las mismas, y

someterlas a ensayos para hacer una evaluación de sus propiedades mecánicas para comprobar si este método contribuye a optimizar el uso del concreto en obra.

## **1.5. Limitaciones**

Una limitación significativa de la presente investigación fue el uso adecuado de los equipos e instrumentos de laboratorio, puesto que al no usarlos adecuadamente, los resultados obtenidos podrían afectar en gran medida los resultados.

## **1.6. Objetivos de la Investigación**

### **1.6.1. Objetivo General**

Evaluar las propiedades mecánicas del concreto incorporando fibra de estopa de coco.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

1. Elaborar un concreto convencional de resistencia a la compresión ( $f'c$ ) de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando cemento portland Tipo I, arena gruesa, agua y piedra chancada  $\frac{3}{4}$ ", en condición curado de laboratorio para la totalidad de las muestras.
2. Evaluar las condiciones del concreto convencional en su estado fresco (Peso Unitario, Slump, temperatura, Contenido de Aire).
3. Evaluar la resistencia a la compresión del concreto convencional, en muestras cilíndricas (10cmx20cm) a los 7, 14 y 28 días.
4. Evaluar la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto

- convencional, en muestras cilíndricas (10cmx20cm) a los 7, 14 y 28 días.
5. Evaluar la resistencia por flexión del concreto convencional en muestras prismáticas (6"x6"x21") a los 7, 14 y 28 días.
  6. Elaborar un concreto adicionado con fibra de estopa de coco de resistencia a la compresión ( $f'c$ ) de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación de la fibra de estopa de coco a dosificaciones de 2 cm y 5 cm (0.5 % y 1.5 % en función al volumen del concreto), en condición curado de laboratorio para la totalidad de las muestras.
  7. Evaluar las condiciones del concreto adicionado con fibra de estopa de coco en su estado fresco (Peso Unitario, Slump, temperatura, Contenido de Aire).
  8. Evaluar la resistencia a la compresión del concreto adicionado con fibra de estopa de coco, en muestras cilíndricas (10cmx20cm) a los 7, 14 y 28 días
  9. Evaluar la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto adicionado con fibra de estopa de coco, en muestras cilíndricas (10cmx20cm) a los 7, 14 y 28 días.
  10. Evaluar la resistencia por flexión del concreto adicionado con fibra de estopa de coco en muestras prismáticas (6"x6"x21") a los 7, 14 y 28 días.
  11. Evaluar y comparar el resultado obtenido de las muestras ensayadas de concreto convencional y concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Antecedentes de la investigación

### 2.1.1. A Nivel Internacional:

Quintero, S. y González, L., (2006), Investigaciones con fibras vegetales dentro de matrices cementicias han sido realizadas en Colombia por el Grupo de Investigación sobre el Fique, del Departamento de Materiales de Ingeniería de la Universidad del Valle, durante varios años y con el financiamiento de Colciencias y el Fondo de Fomento Agropecuario del Ministerio de Agricultura, grupo que ha desarrollado procesos para su aplicación como material de fibro – refuerzo en la fabricación de tejas. De igual manera, investigadores a nivel mundial han enfatizado el uso de fibras naturales como material de refuerzo en estructuras compuestas, cuyos resultados han sido presentados en diversos congresos y simposios internacionales.

Alvarado, (2002), Las fibras naturales están disponibles en razonablemente grandes cantidades en muchos países y representan una fuente renovable continua. A finales de los años sesenta, se llevó a cabo una evaluación sistemática de las propiedades de ingeniería de las fibras naturales, y de los compuestos hechos de estas fibras con el cemento.

Aunque los resultados fueron alentadores ya que se encontró que mejoraban la resistencia a flexión y al impacto del concreto, también se reportaron algunas deficiencias respecto a su capacidad de refuerzo a largo tiempo. Estas deficiencias al parecer son resultado del deterioro que sufre la fibra debido a la reacción con la pasta alcalina de cemento y al aumento del volumen de las fibras en presencia de la humedad.

Steven H. Kosmatka, (2004), A final de los años 60, se hicieron investigaciones sobre las propiedades de ingeniería de las fibras naturales y



de los concretos producidos con ellas. El resultado fue que se pueden usar estas fibras con éxito para la producción de planchas finas para muros y techos.

Se produjeron elementos compuestos de cemento portland y fibras naturales no procesadas, tales como fibras de coco, sisal, bambú, yute, madera y fibras vegetales. A pesar de que los concretos producidos con fibras naturales presentan propiedades mecánicas buenas, tienen algunos problemas de durabilidad. Muchas de estas fibras son altamente susceptibles.

### **2.1.2. A Nivel Nacional:**

Universidad Nacional de Cajamarca, (2015), Un estudio denominado “Diseño y Obtención de Concretos Fibroreforzados” a cargo del M. en Ing. Héctor Pérez Loayza, docente de la Facultad de Ingeniería, quien señaló que la tecnología que incluye el uso de fibra vegetal en el concreto se desarrolló con la finalidad de mejorar las propiedades del mismo, para ser usado en diferentes elementos estructurales.

La ventaja de esta iniciativa es que se aprovecha recursos renovables, menos costosos y que requieren menor energía. Además, la investigación arrojó resultados positivos que indican el mejoramiento de las propiedades del concreto.

Al adicionar una fibra natural se potencia el desempeño del concreto ante una carga y una fisuración controlada, pues se genera una resistencia residual para que la estructura no colapse súbitamente, pues estos materiales la hacen más elástica y de mayor soporte al fracturamiento total.

## **2.2. Bases teórico científicas**

### **2.2.1. Concreto convencional**

Rivva, E.(2004) define al concreto como un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste.

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida. Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto.

### **2.2.2. Composición del Concreto convencional**

Debido a que el concreto es una mezcla de diversos elementos, su adecuada dosificación es indispensable para poder preparar una mezcla con las normas de calidad requeridas en cada país. Los principales componentes del concreto son cemento, agregados (fino y grueso) agua y aditivos.

## a) Cemento

Se denomina cemento a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón (en España, parte de Sudamérica y el Caribe hispano) o concreto (en México parte de Sudamérica). Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil.

### a.1) Cemento Pacasmayo Tipo I

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.



Fuente: <http://www.cementospacasmayo.com.pe>

## Propiedades

Mayores resistencias iniciales

Menores tiempos de fraguado

## Aplicaciones

Obras de concreto y concreto armado en general

Estructuras que requieran un rápido desencofrado

Concreto en clima frío

Productos prefabricados

Pavimentos y cimentaciones

### a.2) Propiedades físicas y químicas del cemento

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

<b>Tabla 1</b>	
<i>Análisis químico del cemento</i>	
CaO	63 % (cal)
SiO <sub>2</sub>	20 % (sílice)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6 % (alúmina)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 % (óxido de hierro)
MgO	1.5 % (óxido de magnesio)
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	1 % (álcalis)
Pérdida por	2 %
Residuo insoluble	0.5 %
So <sub>3</sub>	2 % (anhídrido Sulfúrico)
CaO Residuo	1 % (cal libre)
Suma	100 %

Fuente: [http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades\\_fisico\\_quimicas](http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades_fisico_quimicas).

<b>Tabla 2</b>	
<i>Características del cemento</i>	
<b>Químicas</b>	<b>Físicas</b>
Módulo Fundente	Superficie Especifica
Compuestos Secundarios	Tiempo De Fraguado
Pérdida Por Calcinación	Falso Fraguado
Residuo Insoluble	Estabilidad De Volumen
	Resistencia Mecánica
	Contenido De Aire
	Calor De Hidratación

Fuente: [http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades\\_fisico\\_quimicas](http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades_fisico_quimicas).

### **a.3) Peso específico del cemento**

Un saco de cemento portland pesa 42,5 kg y tiene un volumen de aproximadamente 1 pie cúbico (28,32 lts) cuando acaba de ser empacado.

El peso específico del cemento portland a granel puede variar considerablemente dependiendo de su manejo y almacenamiento. Un cemento portland demasiado suelto puede pesar únicamente 833 kg/m, mientras que si se compacta por vibración, el mismo cemento puede llegar a pesar 1650 kg/m. Por este motivo, la práctica correcta consiste en pesar el cemento a granel para cada mezcla de concreto que se vaya a producir. El peso específico del cemento Pacasmayo es de 3.15 gr/cm<sup>3</sup>.

## **b) Agregados**

Se definen como materiales que constituyen entre el 60 y el 80% del volumen total del concreto y se usan con un medio cementante como la lechada, para formar mortero o concreto. Los agregados de calidad deben cumplir ciertas reglas para darles un uso óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta al cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables.

Debido a esto, tienen gran influencia tanto en el costo económico como en las propiedades del concreto, fresco o endurecido. Se clasifican en:

### **b.1) Agregado fino**

Se define como las partículas de agregado menores de 4.75 mm pero mayores de 75  $\mu$ m, o también como la porción de material que pasa la malla N°. 4 (4.75 mm) y es retenido en la malla N°. 200 (0.075 mm).

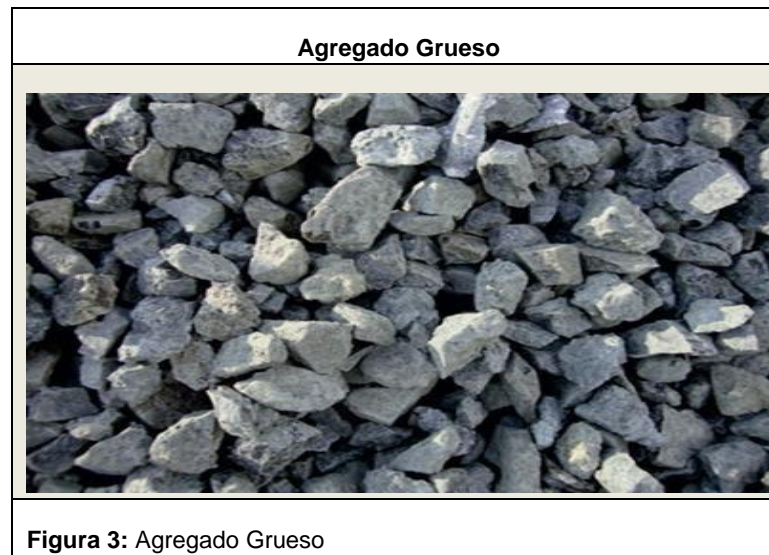


**Figura 2:** Agregado Fino

Fuente: Fotografía de obra

## b.2) Agregado grueso

Se define como las partículas de agregado mayores de 4.75mm. El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del mismo.



Fuente: Fotografía de piedra utilizada

## b.3) Propiedades principales de los agregados

### i. Granulometría

La granulometría de una masa de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas, y se determina haciendo pasar una muestra representativa del material por una serie de tamices ordenados por abertura, de mayor a menor.

La granulometría se relaciona directamente con la trabajabilidad del concreto,

y así con todas las propiedades ligadas a ésta. En esto radica la importancia de estudiar la granulometría de los agregados.

La granulometría de la arena tiene mayor influencia sobre la trabajabilidad que el agregado grueso en razón de su mayor valor de superficie específica.

### **ii. Tamaño Máximo**

Se entiende por tamaño máximo de un agregado la abertura del tamiz o malla menor a través del cual debe pasar como mínimo el 95% o más del material cernido.

El tamaño máximo del agregado generalmente está condicionado por las exigencias de que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de las armaduras.

### **iii. Peso Unitario**

Es el que se toma como volumen de referencia. Existen dos clases: el suelto, el cual se determina al dejar caer libremente el agregado dentro del recipiente, y el compacto: el material se compacta de modo similar a como se hace con el concreto.

### **iv. Peso Específico**

Es el peso de un cuerpo dividido entre su volumen. Los materiales granulométricos tienen dos tipos de pesos específicos: el aparente, que es el peso de un conjunto de agregados dividido entre su volumen incluyendo los espacios vacíos entre granos, y el absoluto: peso de un grano dividido entre su volumen.

### **v. Humedad y Absorción**

Es la diferencia entre el peso del material húmedo y el mismo, secado al horno. Se suele expresar como porcentaje en peso, referido al material seco. Esta se encuentra en los agregados de dos maneras diferentes: uno es rellenando los poros y micro poros internos de los granos, y la otra es



como una película envolvente más o menos gruesa.

#### **vi. Segregación**

Cuando se manejan agregados en los que hay presencia de granos con tamaños muy contrastantes, se puede presentar tendencia a su separación, en lo que denominamos segregación del agregado, lo cual generaría concreto de calidad heterogénea y dudosa.

La tendencia a la segregación se contrarresta manejando los agregados en fracciones separadas, de acuerdo a su tamaño, que solo se combinan en el momento del mezclado. A veces la naturaleza produce gradaciones granulométricas combinadas, con gruesos y finos, y que teóricamente podrían ser adecuadas para usarse directamente como agregados.

#### **vii. Impurezas**

Al agregado los puede acompañar algunas impurezas perjudiciales, la mayoría de origen natural y acompañando a la arena.

La materia orgánica en descomposición puede producir trastornos en las reacciones del cemento. El fraguado puede ser alterado, e incluso impedido, como es el caso en presencia de abundantes azúcares. También se pueden ver alterados el endurecimiento y a veces, la reacción de los aditivos químicos. Algunos tipos de materia orgánica no llegan a producir alteraciones importantes por lo cual, en términos generales, lo más recomendable es hacer pruebas directas en mezclas de estudios con los materiales que se pretende usar.

Otras impurezas importantes son las sales naturales, entre las cuales, las más frecuentes son el Cloruro de sodio y el sulfato de calcio o yeso, o bien las

sales procedentes de efluentes industriales, que pueden tener una composición muy variada. El Ion cloruro, de la sal, produce la corrosión de las armaduras del concreto armado, y el Ion sulfato del yeso ataca la pasta.

### **viii. Forma de Partículas y Textura superficial**

La forma de partícula y la textura superficial de un agregado influyen más en las propiedades del concreto fresco, que en las propiedades del concreto endurecido. Para producir un concreto trabajable, las partículas alongadas, angulares, de textura rugosa necesitan más agua que los agregados compactos, redondeados y lisos. En consecuencia, las partículas de agregado que son angulares, necesitan un mayor contenido de cemento para mantener la misma relación agua-cemento. Sin embargo, con una granulometría satisfactoria, los agregados triturados y no triturados (de los mismos tipos de rocas) generalmente dan la misma resistencia para el mismo factor de cemento, los agregados pobremente graduados o angulares pueden ser también más difíciles de bombear. La adherencia entre la pasta de cemento y un agregado generalmente aumenta a medida que las partículas cambian de lisas y redondeadas a rugosas y angulares. Este incremento en adherencia se debe considerar al seleccionar agregados para concreto en que sea importante la resistencia a la flexión o donde sea necesaria una alta resistencia a la compresión.

### **c) Agua**

El agua cumple con dos funciones vitales en el desarrollo del concreto, como agua de mezclado y como agua de curado. Para la primera, casi cualquier agua natural potable, sin tener un sabor u olor notable, puede servir para el mezclado, pues el agua cuando funciona como un ingrediente en la fabricación de la mezcla ocupa entre 10% - 25% de cada m<sup>3</sup> producido. Se

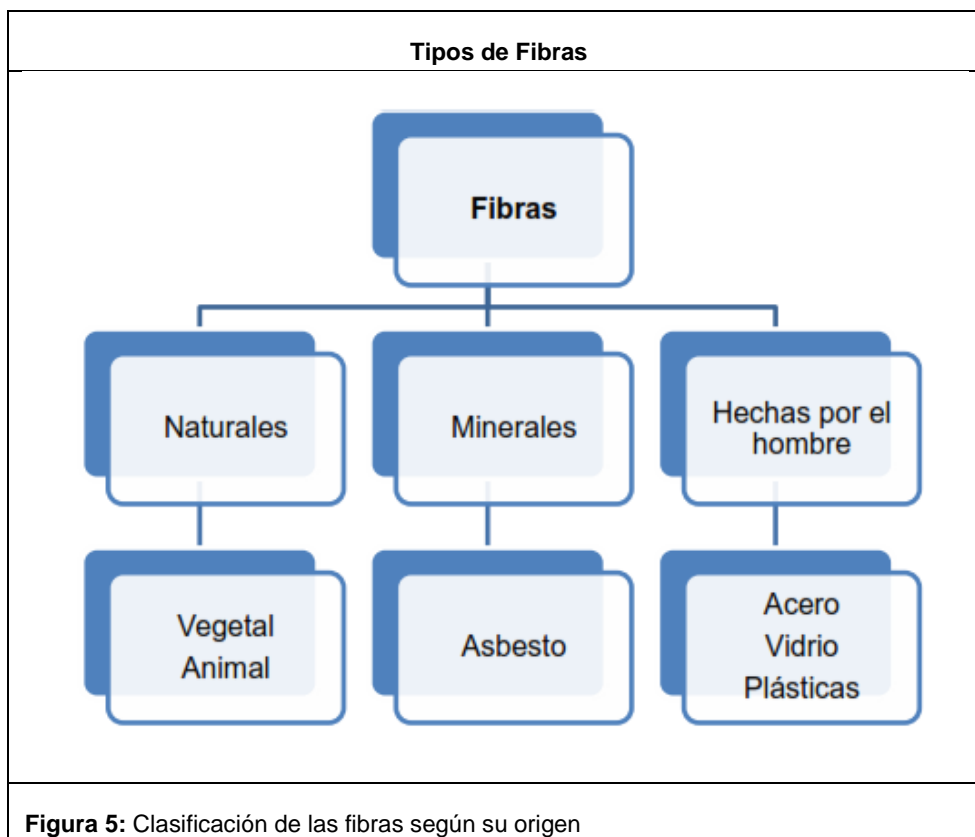
debe evitar a toda costa que esté contaminada de sulfatos pues estos son agresivos al cemento. Si no se tiene cuidado en eliminar las impurezas excesivas contenidas en el agua de mezcla, estas pueden afectar no sólo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y la consistencia de volumen, sino que a su vez pueden producir eflorescencia o corrosión del refuerzo.



Fuente: Fotografía de obra

### 2.2.3. Clasificación de las Fibras

Las fibras son estructuras unidimensionales, largas y delgadas. Se doblan con facilidad y su propósito principal es la creación de tejidos, pueden ser clasificadas de acuerdo a su origen.



Fuente: Hernández, N (2015)

### **a) Fibras naturales vegetales**

Históricamente, las fibras naturales vegetales o simplemente fibras naturales eran usadas empíricamente para reforzar varios materiales de construcción, o bien para la producción de material textil. Sin embargo, es hasta años recientes que los científicos se han dedicado a estudiar el uso de este tipo de fibras como retuerzo en el concreto.

Las fibras naturales se pueden obtener a un bajo costo usando la mano de obra disponible en la localidad y las técnicas adecuadas para su obtención, estas fibras son llamadas generalmente fibras naturales no procesadas. Sin embargo, las fibras naturales pueden ser procesadas química o mecánicamente para mejorar sus propiedades, estas fibras son generalmente de celulosa derivada de la madera. Los países desarrollados utilizan estos procesos químicos o mecánicos para su aplicación industrial, desafortunadamente su alto costo impide que sean usados en los países pobres y en desarrollo, a tales fibras se les conoce como fibras naturales procesadas.

### **a.1.) Origen de las fibras naturales**

Las fibras naturales pueden provenir principalmente del tallo y de las hojas de las plantas, también puede obtenerse fibras de la cáscara superficial de algunas frutas. Sin embargo, sólo algunas de estas fibras tienen un verdadero potencial para ser consideradas como refuerzo en el concreto.

#### **1. Provenientes del tallo**

- Yute (*Corchorus capsularis*)
- Lino (*Linum usitatissimum*)
- Bambú (*Bambusa vulgaris*)
- Caña De Azúcar (*Saccharum officinarum*)
- Hierba De China (Ramie)
- Sunn (*Crotalaria Juncifera*)
- Kenaf (*Hibiscus cannabinus*)

#### **2. Provenientes de la hoja**

- Sisal (*Agave sisalana*)

- Henequén (*Agave fourcroydes*)
- Yucca (*Liliaceae*)
- Pasto Del Elefante (*Pennisetum purpureum*)
- Plátano (*Musa sapientum*)
- Piassava (*Altaica funifera*)

### 3. Provenientes de la cáscara

La principal fibra utilizada como refuerzo y que proviene de la superficie exterior de una fruta es la fibra del coco.

La fruta está cubierta por una capa superficial, la cual tiene un gran contenido de fibras. La cáscara del coco consiste de una capa dura que contiene a las fibras, éstas son normalmente de 0.15 a 0.35 m de longitud y están compuestas principalmente de lignina, taninos, celulosa, pectina además de otras sustancias solubles en agua. Las fibras son usualmente extraídas disolviendo los taninos y pectinas en el agua, del mismo modo la mayoría de las otras sustancias se descomponen. Las fibras pueden ser también extraídas por medios mecánicos.



**Figura 6:** Fibra de estopa de Coco

Fuente: González & Quintero 2006

#### 4. Celulosa proveniente de la madera

Este tipo de fibra natural es la más utilizada en el mundo industrializado, con esta fibra se producen productos como tableros compactos para aplicaciones arquitectónicas, se obtienen generalmente de árboles de madera blanda y latifolia tal como el pino.

Las virutas de madera son saturadas en agua con sulfato de sodio y desfibradas mecánicamente. Las fibras de celulosa son fuertes y durables, Además de la fibra, la madera se puede utilizar como virutas o como pequeñas partículas, las cuales quedan embebidas en matrices de resinas plásticas o en mezclas de concreto muy secas compactadas con presión.

Propiedades de los tipos de fibras				
TIPO DE FIBRA	Masa Específica Relativa	Resistencia a Tracción, Mpa	Módulo de elasticidad, Mpa	Deformación en la rotura, %
ACERO	7.8	500-2600	210,000	0.35-3.5
VIDRIO	2.54	2000-4000	72,000	3.0-4.8
SINTÉTICA ACRÍLICA	1.18	200-100	17,000-19,000	28-50
CARBÓN	1.9	1800-2600	230,000-380,000	0.5-1.5
NYLON	1.14	1000	5,200	20
POLIÉSTER	1.38	280-1200	10,000-18,000	10-50.1
POLIETILENO	0.96	80-600	5,000	12-100
POLIPROPILENO	0.9	450-700	3,500-5,200	6-15.1
COCO	1.12-1.15	120-200	19,000-25,000	10-25.1
BAMBÚ	1.5	350-500	33,000-40,000	-
YUTE	1.02-1.04	250-350	25,000-32,000	1.5-1.9

Fuente: [http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades\\_fisico\\_quimicas](http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/propiedades_fisico_quimicas)

## 2.3. Definición de términos básicos

La terminología fue tomada del Reglamento del ACI-318

### 1. ACI

American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto). Es una organización de Estados Unidos de América que publica normas y recomendaciones técnicas con referencia al concreto reforzado.

### 2. Agregado

Material mineral granular, tal como la arena natural, la arena manufacturada, la grava, la piedra triturada, la escoria granulada de alto horno enfriada al aire, la vermiculita y la perlita.

### 3. Agregado fino

Agregado que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg.), pasa casi totalmente por el tamiz de 4.75 mm (No.4) y se retiene predominantemente en el tamiz de 75 mm (no. 200).

### 4. Agregado grueso



Grava natural, piedra triturada o escoria de alto horno de hierro, frecuentemente mayor que 5 mm (0.2 pulg.) y cuyo tamaño normalmente varía entre 9.5 mm y 37.5 mm (3/8 y 1 1/2 pulg.).

#### **5. Agrietamiento o fisuración**

Fenómeno que se genera cuando el concreto se contrae y expande con los cambios de humedad y temperatura, y se deforma dependiendo de la carga y de las condiciones de apoyo.

#### **6. Análisis granulométrico o mecánico**

Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.

#### **7. ASTM**

Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (American Society for Testing and Materials).

#### **8. Concreto**

Mezcla de arena, grava, roca triturada u otros agregados, unidos por medio de una pasta de cemento y agua con consistencia de piedra.

#### **9. Cemento**

Cemento que se fragua y se endurece por la reacción química con el agua y es capaz de endurecerse incluso bajo el agua.

#### **10. Cemento portland**

Cemento hidráulico de silicato de calcio que se produce por la pulverización del clínker de cemento portland y normalmente también contiene sulfato de calcio y otros compuestos.

### **11. Clínger (clínquer)**

Producto final del horno de cemento portland, material cementante bruto antes de la molienda.

### **12. Compresión**

Proceso físico o mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas para que disminuya su volumen

### **13. Concreto simple**

Concreto sin ningún refuerzo.

### **14. Concreto endurecido**

Concreto en el estado sólido que haya desarrollado una cierta resistencia.

### **15. Concreto fresco**

Concreto recién mezclado y aún plástico y trabajable.

### **16. Concreto reforzado con fibras**

Concreto que contiene fibras orientadas aleatoriamente en 2 o 3 dimensiones por toda la matriz del concreto.

### **17. Curado**

Proceso, a través del cual se mantienen el concreto, mortero, grout o revoque frescos, en la condición húmeda y a una temperatura favorable, por el periodo

de tiempo de sus primeras etapas, a fin de que se desarrollen las propiedades deseadas del material.

El curado garantiza la hidratación y el endurecimiento satisfactorios de los materiales cementantes.

### **18. Ensayo**

Prueba que se hace para determinar si una cosa funciona o resulta como se desea.

### **19. Ensayo de compresión**

Ensayo para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión.

### **20. Dosificación**

Proceso de medición, por peso o por volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto, mortero, grout o revoque.

### **21. Fibras**

Hilo o material en forma de hilo con un diámetro que varía de 0.05 a 4 mm (0.002 a 0.16 pulg.) y con longitud entre 10 y 150 mm (0.5 a 6 pulg.) y fabricado con de acero, vidrio, material sintético (plástico), carbono o material natural.

### **22. Fraguado**

Grado en el cual el concreto fresco perdió su plasticidad y se endurece.

### **23. NTP**

Norma Técnica Peruana

#### **24. Probeta o testigo**

Muestra de cualquier material o sustancia para probar su elasticidad, resistencia, etc.

#### **25. Resistencia**

Capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.

#### **26. Resistencia a tensión**

Resistencia que ofrece un material a la rotura cuando está sometido a un esfuerzo de tracción.

Normalmente se expresa en fuerza por unidad de área de sección transversal, tal como megapascal (MPa) o libras por pulgada cuadrada (lb/pulg.2 o psi).

#### **27. Resistencia a compresión**

Resistencia máxima que una probeta de concreto, mortero o grout puede resistir cuando es cargada axialmente en compresión en una máquina de ensayo a una velocidad especificada.

Normalmente se expresa en fuerza por unidad de área de sección transversal, tal como megapascal (MPa) o libras por pulgada cuadrada (lb/pulg.2 o psi).

#### **28. Tensión**

Se denomina tracción al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

# **CAPÍTULO III**

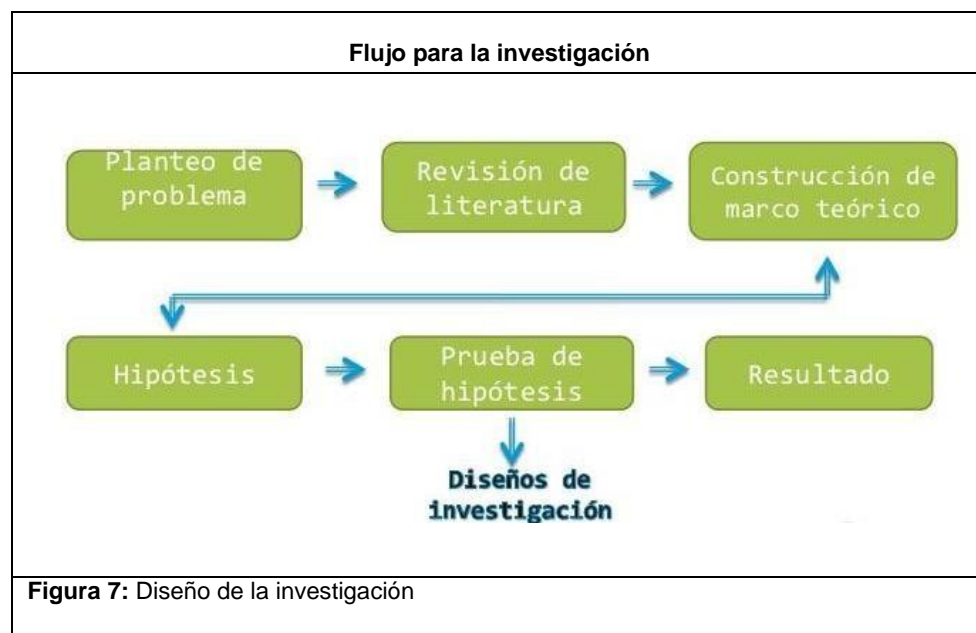
## **MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1. Tipo y diseño de la Investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación:

La investigación será de tipo cuantitativo-tecnológico en que la hipótesis se verificara mediante la manipulación de las variables.

#### 3.1.2. Diseño de la investigación:



Fuente: Propia

## 3.2. Población y muestra:

### 3.2.1. Población

La población destinada para esta investigación serán el conjunto de cilindros de concreto (testigos) ensayadas según NTP 339.034:2008 equivalente al ASTM C-39, vigas de concreto ensayadas según la NTP 339.079:2012 equivalente al ASTM C-293.

### 3.2.2. Muestra

El número de muestras para esta investigación está determinado por las siguientes variables:

- a) Resistencia de diseño del concreto = 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>
- b) Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso = 3/4"
- c) Tiempo de rotura de los especímenes curados = 7, 14 y 28 días
- d) Tipos de ensayos del concreto endurecido:
  - Probetas:            resistencia a la compresión.
  - Resistencia a la tensión.
  - Vigas:                Resistencia a la flexión.
- f) Dosificación de fibras de tamaño de 2 y 5 cm = 2 dosificaciones (0.5% y 1.5 % en función al volumen del concreto).

<b>Tabla 4</b>		
<i>Dosis - Nomenclatura de la fibra de estopa de coco de 2 y 5 cm</i>		
Mezcla N°	Longitud de la fibra (cm)	Volumen de fibra (%)
M1	0	0
M2	L2	V0.5
M3	L2	V1.5
M4	L5	V0.5
M5	L5	V1.5

Fuente: Elaboración propia

g) Numero de muestras a diseñar por cada resistencia = 60 especímenes, curados en su totalidad en laboratorio.

Se elaboraran y ensayaran un total de 270 muestras de concreto curadas en laboratorio en la siguiente distribución:



**Tabla 5**

*45 muestras corresponden a muestras cilíndricas de 30 cm de largo y 15 cm de diámetro para cada resistencia, para realizar el ensayo de resistencia a la compresión.*

Indicador	Mezcla	7 Días	14 Días	28 Días	Parcial	210 Kg/cm <sup>2</sup>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Convencional	M1	3	3	3	9	45	45
Concreto reforzado con fibra de estopa de coco	M2	3	3	3	9		
	M3	3	3	3	9		
	M4	3	3	3	9		
	M5	3	3	3	9		
<b>TOTAL</b>						<b>90</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6**

*45 muestras corresponden a muestras cilíndricas de 30 cm de largo y 15 cm de diámetro para cada resistencia, para realizar el ensayo de tensión.*

Indicador	Mezcla	7 Días	14 Días	28 Días	Parcial	210 Kg/cm <sup>2</sup>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Convencional	M1	3	3	3	9	45	45
Concreto reforzado con fibra de estopa de coco	M2	3	3	3	9		
	M3	3	3	3	9		
	M4	3	3	3	9		
	M5	3	3	3	9		
<b>TOTAL</b>						<b>90</b>	

Fuente: Elaboración propia

<b>Tabla 7</b>							
<i>Muestras corresponden a muestras prismáticas en formas de vigas de 6" de ancho, 6" de altura y 18" de longitud, para realizar el ensayo de tensión por flexión.</i>							
Indicador	Mezcla	7 Días	14 Días	28 Días	Parcial	210 Kg/cm <sup>2</sup>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Convencional	M1	3	3	3	9	45	45
Concreto reforzado con fibra de estopa de coco	M2	3	3	3	9		
	M3	3	3	3	9		
	M4	3	3	3	9		
	M5	3	3	3	9		
<b>TOTAL</b>						<b>90</b>	

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Hipótesis

El concreto reforzado con fibra de estopa de coco mejorara las propiedades mecánicas del concreto convencional.

### 3.4. Variables

#### 3.4.1. Variables Independientes

Concreto Convencional

Fibra de estopa de coco

#### 3.4.2. Variables Dependientes

Propiedades mecánicas del concreto

### 3.5. Operacionalización

#### 3.5.1. Variable Independiente

**Tabla 8**  
*Operacionalización de variable independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	INDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>CONCRETO CONVENCIONAL</b>	Composición	Cemento	Cemento Portland Extra Forte	Kg	Observación	Guía de observación	Balanza
		Agregados	Agregado Grueso	m3	Observación	Guía de observación	Balanza
			Agregado Fino	m3	Observación	Guía de observación	Balanza
		Agua	Agua Potable	lts	Observación	Guía de observación	Balanza
	Estados	Fresco	Trabajabilidad	Slump	Observación	Guía de observación	Cono de Abrams
			Exudación	ml/cm2	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
		Endurecido	Durabilidad	Adimensional	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
			Elasticidad	kg/cm2	Observación	Guía de observación	Recolección de datos

Fuente: Esquema de proyecto cuantitativo-dirección de investigación de la Uss

**Tabla 9**

*Operacionalización de variable independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	INDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
FIBRA DE ESTOPA DE COCO	Propiedades	Físicas	Diámetro	mm	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
			Longitud	mm	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
		Mecánicas	Esfuerzo último a tensión	kg/cm <sup>2</sup>	Observación y análisis de documentos	Guía de observación	Recolección de datos
			Porcentaje de elongación	%	Observación y análisis de documentos	Guía de observación	Recolección de datos
	Adquisición de la fibra	Selección	Fibras cortas	cm	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
			Fibras largas	cm	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
			Según su función	Adimensional	Observación	Guía de observación	Recolección de datos

Fuente: Esquema de proyecto cuantitativo-dirección de investigación de la Uss

### 3.5.2. Variable Dependiente

**Tabla 10**

*Operacionalización de variables dependientes*

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	INDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO</b>	Concreto simple con adición de fibra de estopa de coco	Cemento	Cemento Pacasmayo Tipo I (fibras de estopa de coco)	Kg	Observación	Guía de observación	Balanza
		Agregados	Agregado Grueso	m3	Observación	Guía de observación	Balanza
			Agregado Fino	m3	Observación	Guía de observación	Balanza
		Agua	Agua Potable	lts	Observación	Guía de observación	Recolección de datos y muestreo

Fuente: Esquema de proyecto cuantitativo-Dirección de Investigación de la USS

### 3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1. Abordaje Metodológico

**Inductivo:** La inducción, como método científico, es una forma de raciocinio o argumentación, en tal consideración, compromete un análisis ordenado, coherente y lógico del problema de investigación, tomando como referencia premisas verdaderas (Bacon, considera al método inductivo como el raciocinio por el cual es posible concluir, a partir de algunos casos observados.)

**Deductivo:** Permite que las verdades particulares contenidas en las verdades universales se vuelvan explícitas (Lino Aranzamendi, 2013).

**Análisis:** los fines del análisis solo se logran mediante la inducción, por tanto, no basta descomponer y abstraer, sino que hay que comparar luego y concluir con el principio, la causa, la ley y la esencia (Rene Descartes, al referirse a normas básicas del proceso científico, señala que la explicación de un hecho o fenómeno no puede aceptarse como verdad, si no a la conocida como tal.)

#### 3.6.2. Técnicas de recolección de Información

**Observación:** Se estudió los efectos que genera la adición de la fibra de estopa de coco al concreto convencional, y se anotarán los resultados parciales que se obtengan, por ejemplo Jaqueline, Lao cuando adiciono

fibras en el concreto en la ciudad de Pucallpa.

Coronel, R. (2013). Considera que “es la percepción activa de la realidad a estudiar mediante el uso de nuestros sentidos, y el registro sistemático, por escrito de datos válidos y confiables por resolver un problema de investigación.

**Análisis de Documentos:** Se tuvo en cuenta libros, tesis, revistas, normas técnicas, etc., relacionados al tema que se investigó.

### 3.6.3. Descripción de Instrumentos Utilizados

Se realizará mediante los diferentes formatos para cada tipo de ensayo. Se emplearán los siguientes formatos:

- a) Formato para ensayo granulométrico de agregados.
- b) Formato para ensayo de contenido de humedad de agregados.
- c) Formato para ensayo de absorción de los agregados.
- d) Formato para ensayo de peso unitario de los agregados.
- e) Formato para ensayo de peso específico de agregados.
- f) Formato para anotar la resistencia mecánica de las probetas.

#### **Guía de análisis de documentos**

Se revisaron normas técnicas que facilitaron, un adecuado desarrollo de la investigación. Ver tabla N° 9

**Tabla 11**

*Descripción y aplicación de normas*

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>APLICACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN</b>
(NTP 400.012; 2013)	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	Determinar la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino y grueso mediante tamizado para ser empleados en el diseño de la mezcla de concreto convencional y concreto con fibra de estopa de coco.
(NTP 400.021; 2002)	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.	Determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado grueso para ser empleados en el diseño de la mezcla de concreto convencional y concreto con fibra de estopa de coco.
(NTP 400.017; 2011)	Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.	Determinar el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm. Se empleará en el diseño de la mezcla de concreto convencional y concreto con fibra estopa de coco.



<p>(NTP 400.022; 2013 )</p>	<p>Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.</p>	<p>Determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino para ser empleados en el diseño de la mezcla de concreto convencional y concreto con fibra estopa de coco.</p>
<p>(NTP 339.034; 2008 )</p>	<p>“Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.</p>	<p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto convencional y el concreto con la fibra de estopa de coco.</p>
<p>(NTP 339.079; 2012)</p>	<p>“Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro de la luz.</p>	<p>Determinar la resistencia a la flexión en vigas de concreto convencional y el concreto con la fibra de estopa de coco.</p>
<p>(NTP 339.035; 2009)</p>	<p>Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.</p>	<p>Determinar el asentamiento del concreto fresco en el laboratorio, tanto del concreto convencional como del concreto con la fibra de estopa de coco.</p>
<p>(NTP 339.183; 2009)</p>	<p>Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón en el laboratorio.</p>	<p>El curado de especímenes de concreto en el laboratorio será bajo un control riguroso de los materiales y las condiciones que estipulan este ensayo. Será aplicable tanto a probetas de concreto convencional como probetas de concreto con la fibra de estopa de coco.</p>

Fuente: Norma Técnica Peruana

### 3.7. Procedimiento para la recolección de datos

#### 3.7.1. Diagrama de Flujo de procesos

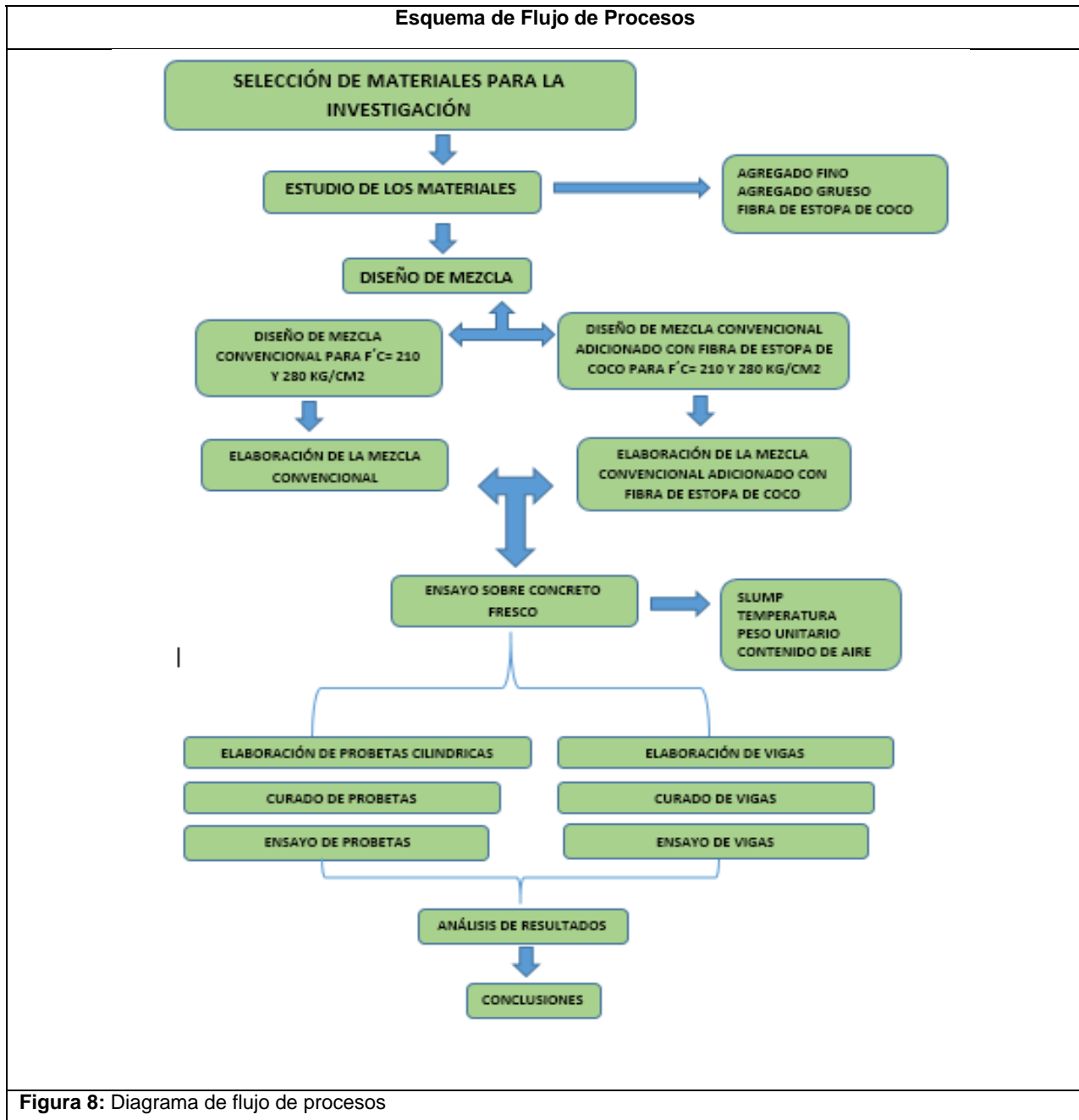


Figura 8: Diagrama de flujo de procesos

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.2. Descripción de Procesos

#### A) Selección de materiales

Se tendrá especial cuidado en seleccionar la procedencia de los materiales. Tienen que estar aptos para su uso, libres de impurezas y de partículas orgánicas; los agregados serán obtenidos de la cantera local tres tomas, el cemento será Portland Tipo I y la fibra de estopa de coco a utilizar será recolectada de los pueblos de la localidad de Chiclayo.

#### B) Ensayos de Materiales

Se realizarán todos los ensayos necesarios en el laboratorio de la Universidad Señor de Sipán al agregado grueso, agregado fino y la fibra de estopa de coco según especificaciones de la Norma Técnica Peruana y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

##### B.1 Agregados fino y grueso

##### B.1.1 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012; 2001) (ASTM C 136)

Este método cubre la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino y grueso mediante tamizado. Una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

##### Procedimiento

1. Secar la muestra hasta masa constante a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

2. Colocar apropiadamente los tamices en orden decreciente de tamaño.
3. Colocar la muestra desde la parte superior de los tamices.
4. Agitar los tamices con la mano o por medios mecánicos.
5. Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4,75 mm (Nº 4), la cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no excederá a 7 kg/m<sup>2</sup> de área superficial de tamizado.

### **B.1.2 Módulo de Finura**

El módulo de finura, también llamado módulo granulométrico por algunos autores, no es un índice de granulometría, ya que un número infinito de tamizados da el mismo valor para el módulo de finura. Sin embargo, da una idea del grosor o finura del agregado, por este motivo se prefiere manejar el término de módulo de finura.

El módulo de finura se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar (nombrados más abajo) y dividiendo la suma entre 100.

Cambios significativos en la granulometría de la arena tienen una repercusión importante en la demanda de agua y, en consecuencia, en la trabajabilidad del concreto, por lo que si hubiese una variación significativa en la granulometría de la arena deben hacerse ajustes en el contenido de cemento y agua para conservar la resistencia del concreto.

Para no tener que recalcular la dosificación del concreto el módulo de finura del agregado fino, entre envíos sucesivos, no debe variar en más de  $\pm 0.2$ .

Los tamices especificados que deben usarse en la determinación del módulo

de finura son: N°. 100, No. 50, No. 30, No. 16, No. 8, No. 4, 3/8", 3/4", 1½", 3" y de 6".

### **B.1.3 Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.021; 2002) (ASTM C 127)**

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24h aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y formulas en este método de ensayo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.

#### Procedimiento

1. Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
2. Ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 a 3 h para muestras de ensayo de tamaño máximo nominal 37,5mm (1 ½ pulg.) o mayores para tamaños más grandes hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente 50 °C).
3. Seguidamente sumerja el agregado en agua a temperatura ambiente por un lapso de  $24 \pm 4$  h.
4. Cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporcionamiento de mezclas de hormigón (concreto) en los cuales los agregados van a ser usados en su condición natural de humedad, el requerimiento inicial de secado a peso constante puede ser eliminada y, si las superficies de las partículas de la muestra van a ser mantenidas continuamente húmedas antes del ensayo, el remojo de 24 h puede ser eliminado.

5. Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parezca húmeda. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie.
6. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca. Se determina este y todos los demás pesos con aproximación de 0.5 g o al 0.05% del peso de la muestra, la que sea mayor.
7. Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre  $23^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ , densidad  $997 \pm 2 \text{ kg/m}^3$ . Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.
8. Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y se deja enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1 h a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto (aproximadamente  $50^{\circ}\text{C}$ ) y se pesa.

#### **B.1.4 Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino (NTP 400.022; 2002) (ASTM C 128)**

Esta NTP se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como el control de uniformidad de sus características físicas.

##### Procedimiento de ensayo

1. Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500g del

material preparado, se llena de agua para alcanzar aproximadamente la marca de 500cm<sup>3</sup> a una temperatura de 23°C ± 2°C.

2. Después de una hora se llena con agua hasta los 500cm<sup>3</sup> y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1g.

3. Se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de 110°C ± 5°C, se enfría a temperatura ambiente en un secador durante ½ hora a 1 ½ y se pesa.

### **B.1.5 Pesos volumétricos secos, sueltos y compactados (NTP 400,017; 2011) (ASTM C 29)**

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm.

#### Procedimiento de apisonado

1. Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano.

2. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes.

3. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.

4. Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado

colocada en el recipiente.

5. Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg.

### **C) Diseño de mezclas**

Ya obtenido los datos necesarios de los materiales se procederá a realizar el respectivo diseño de mezclas tanto para el concreto convencional y la mezcla con la fibra de caucho sintético reciclado.

#### **C.1. Diseño de mezclas (método del ACI)**

Pasos básicos para diseñar una mezcla de concreto.

1. Recaudar el siguiente conjunto de información

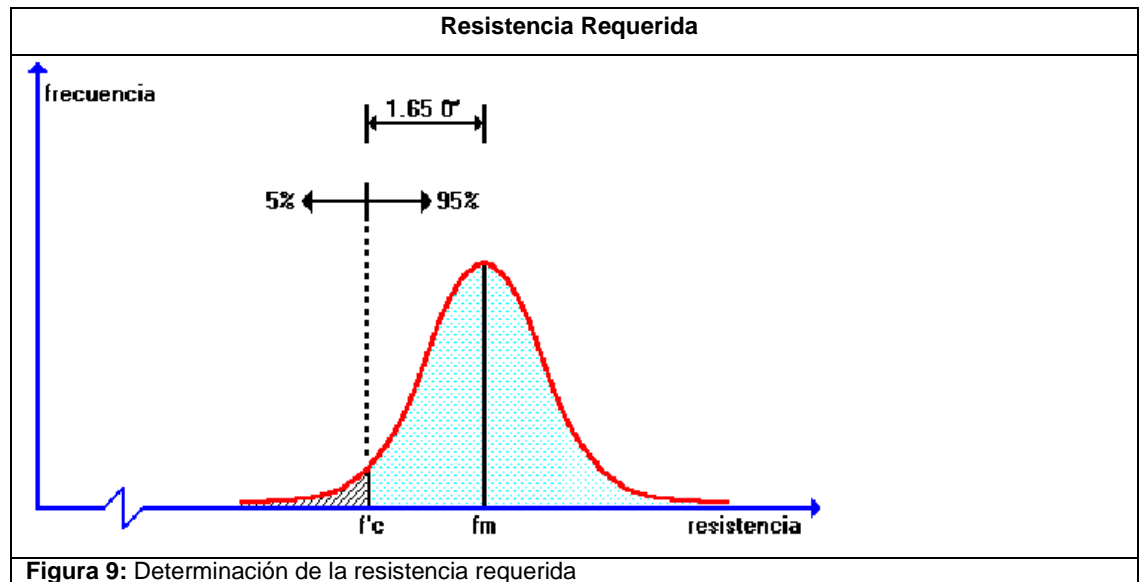
- a. De los agregados: peso específico, absorción, humedad, peso unitario, granulometría, módulo de finura.
- b. De la fibra de estopa de coco: longitud y volumen.
- c. Del cemento: tipo, peso específico, peso unitario.
- d. Del elemento a vaciar: tamaño y forma de las estructuras.
- e. Resistencia a la compresión: especificada y requerida.
- f. Resistencia a la Flexión: especificada y requerida g. Condiciones ambientales durante el vaciado.

2. Determinar la resistencia requerida

Esta resistencia va estar en función a la experiencia del diseñador o la disponibilidad de información que tenga el mismo, pero siempre vamos a tener que diseñar para algo más de resistencia de tal manera que solo un pequeño porcentaje de las muestras (normalmente el 1%, según el ACI)



puedan tener resistencias inferiores a la especificada, como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: comité del ACI

El comité ACI 318 - 99 muestra tres posibles casos que se podrían presentar al tratar de calcular la resistencia requerida  $f'_{cr}$ .

**Caso 1:** si se contarán con datos estadísticos de producción en obra así como resultados de la rotura de probetas.

**Caso 2:** no contamos con suficientes datos estadísticos (entre 15 y 30 resultados).

**Caso 3:** contamos con escasos (menos de 15 ensayos) o ningún dato estadístico.

Para esta investigación no se cuenta con ningún dato estadístico. Por lo tanto utilizaremos para el diseño de mezclas el caso 3.

Para este caso el comité del ACI nos indica aplicar la siguiente Tabla N° 12 para determinar el  $f'_{cr}$ .

### 3. Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso (TNM)

La mayoría de veces son las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras las que limitan el tamaño máximo del agregado que pueden utilizarse, pero a la vez existen también consideraciones a tomar en cuenta como la producción, el transporte y la colocación del concreto que también pueden influir en limitarlo.

El TNM del agregado grueso no deberá ser mayor de:

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

Estas limitaciones a menudo evitan si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede colocarse sin dejar zonas o vacíos en forma de panal.

### 4. Selección del asentamiento

Si el asentamiento no se encuentra especificado entonces se puede partir con valores indicados por la norma.

### 5. Determinación del contenido de aire

El ACI 211 establece una Tabla N° que proporciona aproximadamente el

porcentaje de contenido de aire atrapado en una mezcla de concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. Existe Tabla N°15 que indica la cantidad aproximada de contenido de aire atrapado que se espera encontrar en concretos sin aire incluido. En el caso del contenido de aire incorporado también presenta una Tabla N° 16 indicando valores aproximados en función además de las condiciones de exposición, suave, moderada y severa.

#### 6. Determinación del volumen de agua

La cantidad de agua (por volumen unitario de concreto) que se requiere para producir un asentamiento dado, depende del tamaño máximo de agregado, de la forma de las partículas y gradación de los agregados y de la cantidad de aire incluido.

Por ejemplo, con un agregado grueso angular y uno redondeado, ambos de buena calidad y de gradación semejante, puede esperarse que se produzcan concretos que tengan resistencias semejantes, utilizando la misma cantidad de cemento, a pesar de que resulten diferencias en la relación a/c debidas a distintos requisitos de agua de la mezcla. La forma de la partícula, por si misma, no es un indicador de que un agregado estará por encima o por debajo del promedio de su resistencia potencial.

#### 7. Seleccionar la relación agua/cemento

La relación a/c requerida se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado. Puesto que distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación a/c, es muy conveniente conocer o desarrollar la relación entre la resistencia y la relación a/c de los materiales que se usaran realmente.

#### 8. Cálculo del contenido de cemento

Se obtiene dividiendo los valores hallados en los pasos (f) / (g).

9. Cálculo de los pesos de los agregados.

Está en función del método de diseño específico a emplear o basado puntualmente en alguna teoría de combinación de agregados.

10. Presentar el diseño de mezcla en condiciones secas.

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Módulo de fineza de la combinación de agregados.

11. Corrección por humedad del diseño de mezcla en estado seco

Hay que tener en cuenta la humedad de los agregados para pesarlos correctamente. Generalmente los agregados están húmedos y a su peso seco debe sumarse el peso del agua que contienen, tanto absorbida como superficial.

#### **D) Ensayo en el concreto fresco**

Realizar el respectivo ensayo de Slump para ver que tenga una adecuada trabajabilidad respetando la norma técnica peruana.

#### **D.1. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (NTP 339.035; 2009) (ASTM C 143)**

##### Alcance

El método cubre la determinación del asentamiento del concreto fresco tanto en el laboratorio como en el campo. Consiste en colocar una muestra de concreto fresco recién mezclado (se compacta por varillado) dentro de un

molde en forma de cono truncado. El molde se levanta, y se deja que el hormigón se desplome. Se mide la distancia vertical al centro desplazado y se registra el valor del asentamiento del concreto.

Este ensayo es aplicable al concreto plástico preparado con agregado grueso de hasta 1 ½ pulgada (37,5 mm) de tamaño máximo nominal. Si el agregado grueso es mayor de 1 ½ pulgada (37,5 mm) el método de prueba se aplica a la fracción de hormigón que pasa la malla de 1 ½ pulgada (37,5 mm) de acuerdo con ASTM C 172.

El método no es aplicable a los hormigones no plásticos que tiene un asentamiento menor a ½ pulg. (15mm) y no cohesivos con asentamiento mayor a 9 pulg. (230mm).

### Procedimiento

- a. Humedecer el molde y el piso o placa base, ejecutar sobre una superficie rígida no absorbente.
- b. Apoyar firmemente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del molde. Por ningún motivo debe moverse los pies durante el llenado del molde.
- c. Llenar el molde en tres capas, de modo que cada capa ocupe la tercera parte del volumen del molde
- d. Compactar cada capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa.
- e. Compactar la segunda y tercera capa penetrando la capa anterior 25 mm. (1 pulgada) y varillar desde cerca del perímetro y continuar progresivamente en forma espiral hacia el centro del molde.
- f. Cuando compacte la última capa, mantener un excedente de hormigón sobre el molde antes de comenzar el varillado, si el concreto es insuficiente detener el varillado y colocar una cantidad representativa para mantener un

exceso de concreto sobre el molde todo el tiempo.

- g. Enrasar el hormigón rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.
- h. Levantar el molde cuidadosamente en dirección vertical de un solo movimiento sin giros. En un tiempo de 5 a 10 segundos.
- i. Medir el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono deformado.
- j. Ejecute la prueba, desde su inicio hasta el final sin interrupciones en no más de 2.5 minutos.

Si al levantar el cono se produce una falla por corte, es necesario descartar la prueba y realizar el ensayo con una nueva porción de mezcla, si la falla se repite, es posible que el hormigón no tenga la plasticidad necesaria o sea cohesiva para aplicar este ensayo de revenimiento.

#### **E) Elaboración de probetas y vigas:**

Seguidamente se procede a llenar las probetas en laboratorio tanto para muestra patrón como con la muestra con la fibra de estopa de coco, guiándose de la respectiva norma técnica.

#### **F) Curado de Probetas y Vigas:**

Se tendrá presente la curación de las probetas y vigas sumergidas en laboratorio, esta se hará para todas las muestras sin excepción.

#### **G) Ensayo de las probetas y Vigas:**

Se procederá a romper las probetas y vigas a los 7, 14 y 28 días de haber sido curadas en laboratorio de mecánica de suelos.

#### **G.1. NTP 339.034 (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de**

## **ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.**

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta.

### Significado Y Uso

Se deberá tener cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de resistencias a la compresión por este método de ensayo considerando que los valores obtenidos dependerán del tamaño y forma de la probeta, tanda, proceso de mezclado, método de muestreo, moldeo y elaboración, edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

Los resultados de este método de ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclado y operaciones de colocación; determinación del cumplimiento con las especificaciones; control para la evaluación de la efectividad de los aditivos; y usos similares.

El personal que ensaya los cilindros de concreto deberá cumplir los requisitos técnicos requeridos, incluyendo un examen de desarrollo del ensayo evaluado por un examinador independiente.

### Aparatos

Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga continuamente y sin detenimiento.

La verificación de la calibración de las máquinas de ensayo de conformidad con la ASTM E 4, excepto que el rango de verificación de la carga será como lo indicado. La verificación requerida será bajo las siguientes condiciones:

- a) Al menos anualmente, pero no debe exceder los 13 meses.
- b) Sobre una instalación original o inmediatamente después de una reubicación.
- c) Inmediatamente después de reparaciones o ajustes que afectan la operación del sistema de aplicación de fuerzas o los valores mostrados sobre el sistema de indicación de carga, excepto por ajuste de cero que es compensado por los bloques de ensayo o la probeta o ambos, o
- d) Cuando haya razón para dudar de la aproximación de las cargas indicadas.

Diseño: El diseño de la máquina deberá incluir los siguientes factores:

La máquina deberá ser operada por energía (no manual) y aplicar la carga continua sin intermitencia ni detenimiento. Si tiene una sola velocidad de carga, deberá estar provisto con un medio suplementario para cargar a una velocidad conveniente para su verificación.

El espacio previsto para las probetas de ensayo será bastante grande para acomodar, en posición idónea, un dispositivo elástico de calibración suficiente capacidad para cubrir el rango potencial de cargas de la máquina de ensayo y que cumpla con los requisitos de la ASTM E74.

Exactitud: La exactitud de la máquina de ensayo será de conformidad con las siguientes provisiones:

El porcentaje de error para las cargas dentro del rango de uso propuesto de la máquina de ensayo no excederá  $\pm 1,0$  % de la carga indicada.



La exactitud de la máquina de ensayo será verificada por aplicación de 5 ensayos de carga en 4 incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente. La diferencia entre cualquiera de 2 cargas de ensayo sucesivas no excederá un tercio de la diferencia entre las cargas de ensayo máxima y mínima.

La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes, una de las cuales se asentará sobre una rótula, que le permita acomodarse a la superficie superior de la probeta y el otro sobre un sólido bloque en el que se asienta la misma. Las caras de los bloques tendrán una dimensión mínima de al menos 3 % mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas.

El centrado final debe ser hecho con referencia al bloque esférico superior. Cuando el bloque inferior es usado para el centrado de la probeta, el centro del círculo concéntrico, el centro del bloque deberá estar directamente debajo del centro de la rótula superior. Las provisiones serán hechas sobre la placa de la máquina para asegurar esta posición.

El bloque de base de rotura tendrá al menos un espesor de 25 mm cuando está nueva, y al menos 22,5 mm de espesor cuando está usada.

Las superficies del soporte y la porción esférica serán mantenidas limpias y lubricadas con un aceite de motor convencional, no con una de tipo grasa. Luego del contacto de la probeta y la aplicación de una pequeña carga inicial, no deberá producirse la inclinación adicional del bloque de asiento esférico.

### Probetas

Las probetas no serán ensayadas si cualquier diámetro individual de un

cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2%.

Antes del ensayo, ninguna base de las probetas de ensayo se apartará de la perpendicularidad a los ejes por más de  $0,5^\circ$  (aproximadamente equivalente a 1 en 100 mm). Las bases de compresión de las probetas que no sean planas dentro los 0,050 mm, serán cortadas o cepilladas para cumplir la tolerancia indicada, o capeadas de conformidad con la NTP 339.037 o cuando se la permita, la NTP 339.216. El diámetro usado para el cálculo del área de la sección recta de la probeta de ensayo será determinado con aproximación de 0,25 mm por el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto uno del otro y cerca de la altura media de la probeta.

El número de cilindros individuales medidos para la determinación del diámetro promedio será de uno por cada diez probetas o tres probetas por día, el que sea mayor. Si todos los cilindros son hechos de un lote de moldes re-usables o de uso simple, que consistentemente producen cilindros con diámetros promedio dentro el rango de 0,5 mm.

Cuando el diámetro promedio no está en el rango anteriormente descrito o cuando los cilindros no son hechos de un simple lote de moldes, cada cilindro de ensayo deberá ser medido y el valor usado en calcular la unidad de resistencia a la compresión de cada probeta.

Cuando los diámetros son medidos a frecuencias reducidas, las áreas de la sección recta de todos los cilindros ensayados en el mismo día serán computados del promedio de los diámetros de tres o más cilindros representativos del grupo ensayados ese día.

Si el cliente que solicita los servicios de ensayo requiere mediciones de densidad de las probetas, determinar la masa de las mismas antes del capeado. Retirar cualquier humedad superficial con una toalla y medir la masa

del cilindro usando una balanza con aproximación de 0,3 % de la masa que se está midiendo. Medir la longitud de la probeta con aproximación a 1 mm en tres espacios separados equidistantemente alrededor de la circunferencia. Evaluar la longitud promedio y registrarlo con aproximación de 1 mm. Alternativamente determinar la densidad del cilindro por peso del mismo en el aire y también sumergido en el agua a  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y hallar el volumen de conformidad.

Cuando la determinación de densidad no es requerida y la relación de longitud a diámetro es menor que 1,8 o mayor que 2,2; medir la longitud de la probeta con aproximación de 0,05 D.

### Procedimiento

Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje de humedad.

Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmedos.

Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

<b>Tabla 12</b>
<i>Tolerancia permisible por edad de ensayo</i>

Fuente: comité del ACI

### Colocación:

Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.

### Verificación del cero y asiento del bloque:

Antes de ensayar la probeta, verificar que el indicador de carga este en cero, ajustar el indicador. Como el bloque asentado sobre la rótula es aplicado sobre la probeta, rotar su porción móvil cuidadosamente con la mano a fin de que el asiento sea uniforme.

### Velocidad de carga:

Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento.

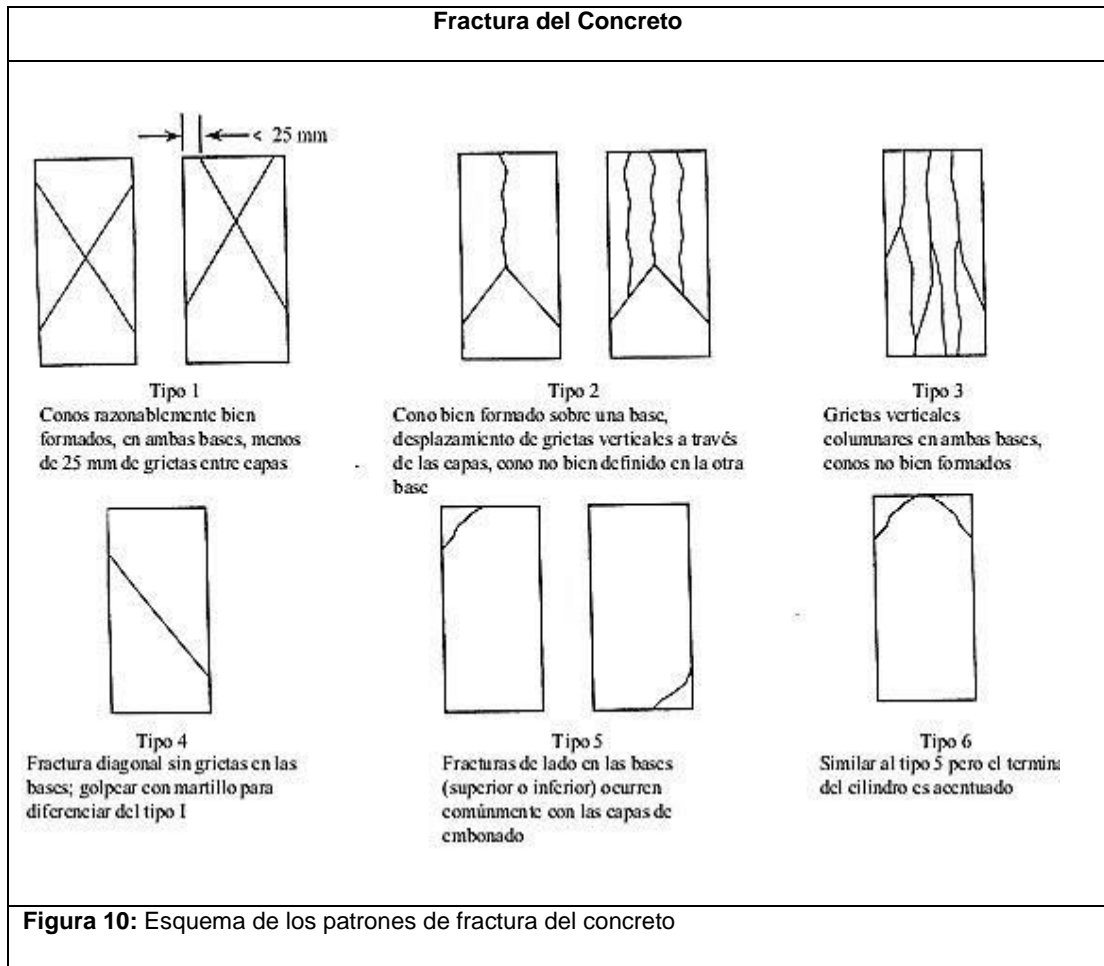
La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s. La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.

Durante la aplicación de la 1ra. Mitad de la fase de la carga anticipada, una alta velocidad de carga será permitida. La alta velocidad de carga será aplicada de manera controlada.

No hacer ajustes en la velocidad de movimiento cuando la carga final está siendo aplicada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen.

Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Figura 15). Para una máquina de ensayo, el

cierre automático de la máquina de ensayo está prohibido mientras la carga ha caído a un valor menor del 95 % de la carga máxima. Cuando se ensayan con capas de embonado, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen ha sido alcanzado.



Fuente: Comité ACI

Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Figura, esquematizar y describir el patrón de fractura brevemente. Si la resistencia

medida es menor a lo esperada, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, y verificar el refrentado de conformidad con las NTP 339.037 o NTP 339.216.

### Cálculos

Calcular la resistencia a la compresión del espécimen por dividir la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección recta determinada y expresar el resultado con aproximación a 0,1 MPa.

Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1,75 o menor, corregir el resultado obtenido por un apropiado factor de corrección mostrado en la siguiente Tabla.

<b>Tabla 13</b>				
<i>Relación longitud – diámetro del espécimen de concreto</i>				
L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,98	0,96	0,93	0,87

Fuente: Comité ACI

Use la interpolación para determinar los factores de corrección para los valores L/D indicados en la Tabla N° 12

Cuando sea requerido, calcular la densidad del espécimen con aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup> como sigue:

### ***Ecuación 1 Cálculo de la densidad del espécimen***

$$\text{Densidad} = W/V$$

Dónde:

W = Masa del espécimen, kg

V = Volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua, m<sup>3</sup>.

Cuando el volumen del cilindro es determinado del peso sumergido , calcular el volumen como sigue:

### **Ecuación 2 Cálculo del volumen del espécimen**

$$\text{Volumen} = W - W_s/D_a$$

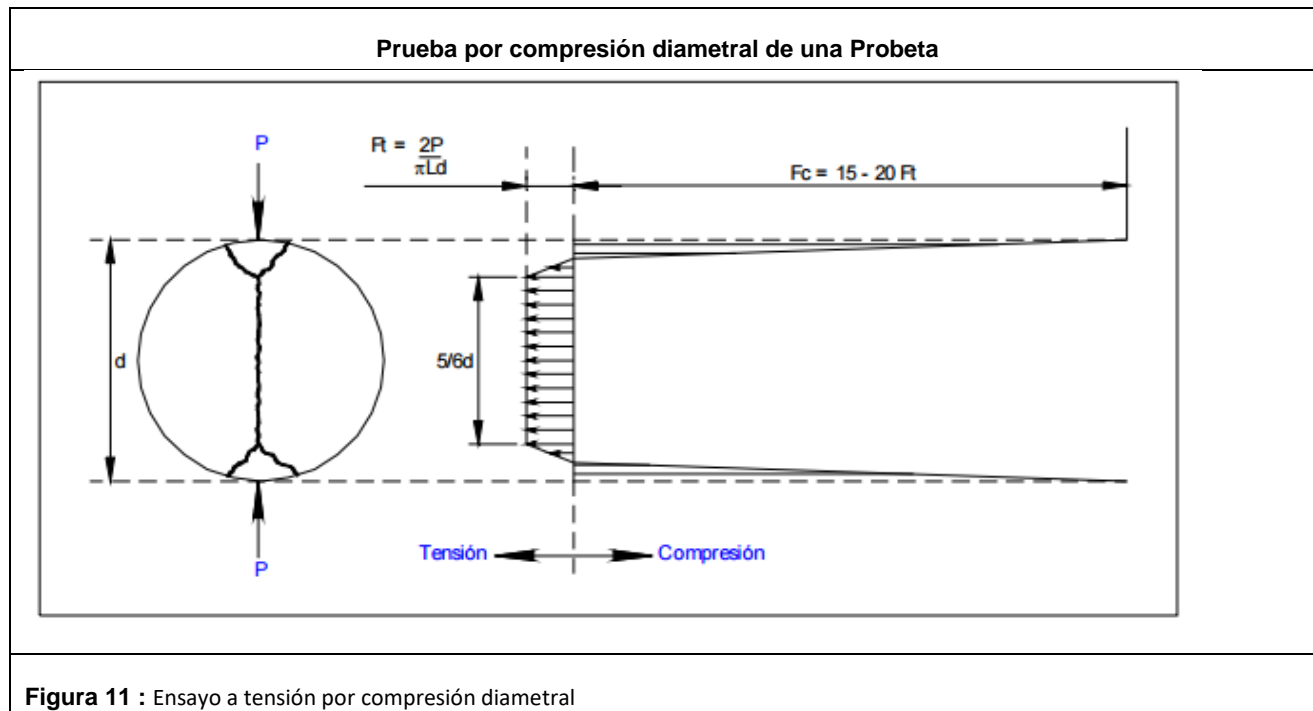
Dónde:

W<sub>s</sub> = M a s a aparente del espécimen sumergido, kg

D<sub>a</sub> = Densidad del agua a 23 °C = 997,5 kg/m<sup>3</sup>

### **G.2. ASTM C496. Ensayo a tensión indirecta, para el ensayo de especímenes cilíndricos a compresión diametral.**

Consiste en ensayar un espécimen cilíndrico en posición horizontal, sometiéndolo a la acción de dos fuerzas opuestas de compresión uniformemente distribuidas a lo largo de las generatrices contenidas en su plano vertical de simetría. De manera que, al quedar sometido el cilindro a esta condición de carga de compresión diametral, se produce en dicho plano la distribución de esfuerzos que se indican en la figura 11. De acuerdo a lo mostrado se puede apreciar que en la vecindad del sitio de aplicación de carga se generan esfuerzos de compresión de gran magnitud pero en el resto de la sección del cilindro, en una amplitud que abarca aproximadamente 80% de su diámetro, se producen esfuerzos de tensión prácticamente uniformes.



**Figura 11** : Ensayo a tensión por compresión diametral

Fuente: <http://blogs.uprm.edu/montejo/files/2009/11/UndergradThesis.pdf>

La determinación de la resistencia a tensión del concreto por este procedimiento es relativamente sencilla y rápida, y sus resultados suelen mostrar una aceptable uniformidad y reproducibilidad. El esfuerzo de ruptura  $f_t$  en  $\text{kg/cm}^2$ , que define la resistencia del concreto a tensión, se calcula por medio de la siguiente expresión



### Ecuación 3 Esfuerzo de Rotura

$$f_t = \frac{2P}{pld}$$

En donde P es la carga máxima aplicada en kg, en tanto que l y d corresponden a la longitud y el diámetro del espécimen en cm, respectivamente.

Cuando se relaciona la resistencia a tensión por compresión diametral del concreto con su resistencia a compresión, se observa que la primera varia proporcionalmente con la raíz cuadrada de la segunda, si bien el factor de proporcionalidad puede diferir para cada concreto específico, es función primordial de las características de los agregados que se utilizan.

#### Elaboración y curado de los especímenes

La elaboración de los cilindros estándar de concreto (D=2H), por muestreo del concreto fresco en laboratorio para ser sometidos a la prueba de tracción por carga diametral, deben llevarse a cabo de igual forma que para los especímenes ensayados a compresión, según la norma ASTM C192

El procedimiento completo para la elaboración y curado de las muestras de concreto necesario para la relación del presente ensayo se presenta en forma detallada en la norma ASTM C192.

#### Preparación y ensayo de los especímenes

En la preparación de los especímenes para el ensayo, a fin de reducir la concentración de esfuerzos a compresión que se produce a lo largo de las generatrices en que se aplican las cargas, se interponen dos tiras de material

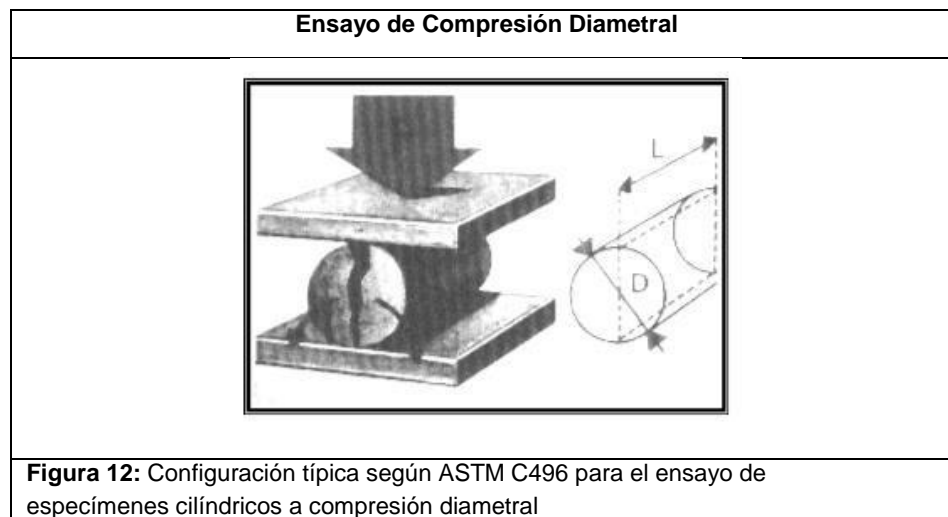
compresible entre la superficie del concreto del espécimen y las placas o piezas metálicas que transmiten las cargas. De esta forma se evita la ruptura del concreto por aplastamiento en la zona de contacto y se consigue que el espécimen falle por efecto de los esfuerzos a tensión, según una superficie de falla normal a estos, que corresponde sensiblemente al plano vertical en que actúan las cargas. Las tiras pueden ser de carbón o de madera laminada y deben tener una longitud igual o superior que la del cilindro.

Debido a que la presencia de humedad en el momento del ensayo también incide en la resistencia final obtenida a la tensión indirecta, debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos: En concretos de peso normal la disminución de la humedad antes del ensayo genera un aumento en la resistencia en la compresión tanto longitudinal como diametral, pero en concretos ligeros, sucede todo lo contrario. Por lo anterior se debe buscar las condiciones de ensayo para cada situación de manera de que no se obtengan resultados sobrevaluados. En consideración a lo aquí expuesto, el procedimiento se encuentra reglamentado como prueba estándar en la norma

ASTM C 496, en donde se especifica que para concreto de peso normal la prueba debe realizarse tan pronto son retirados los especímenes del proceso de curado (en estado húmedo)

El proceso de aplicación de carga debe efectuarse bajo condiciones reglamentadas para evitar la influencia de los factores cuya variación puede afectar los resultados. La ASTM C496 establece que los especímenes se deben cargar a una velocidad uniforme de aplicación de esfuerzos a tensión comprendida entre 7 y 15 kg/cm<sup>2</sup>/min mientras ocurre la falla. De esta manera se logra que en cilindros estándar la velocidad de la carga aplicada se encuentre comprendida entre 15 y 10 ton/min

La configuración típica reglamentada en la norma ASTM C 496 para el ensayo de especímenes cilíndricos a compresión diametral que cumplen con los requisitos dispuestos en la misma se muestra en la figura 12.



Fuente: <http://blogs.uprm.edu/montejo/files/2009/11/UndergradThesis.pdf>

El procedimiento completo para la preparación y ensayo de las muestras que serán sometidas a la prueba de compresión diametral, se presenta en forma detallada en la norma ASTM C 496.

**G.3. NTP 339.079 (2012). CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro de la luz.**

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en el centro de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. ASTM C 293-1994.

### Aparatos

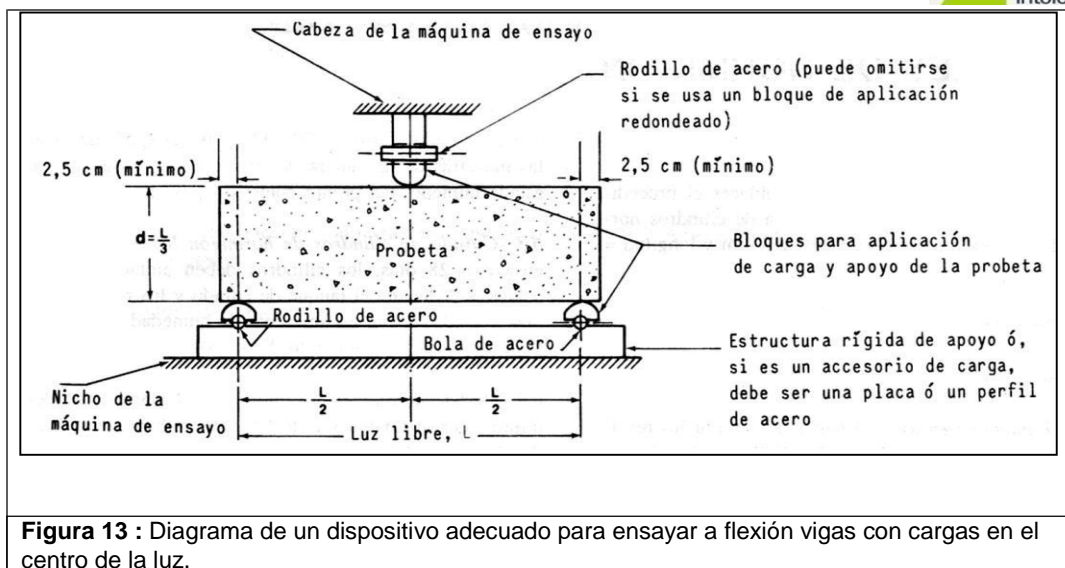
#### Máquina de Ensayo

La máquina de ensayo debe cumplir los requisitos de las secciones sobre la base de la verificación, correcciones, e intervalo de tiempo entre verificaciones, según ASTM E 4. No están permitidas las máquinas de ensayo manuales que funcionan con bombas que no aplican una carga continua en una sola carrera del pistón. Son permitidas las motobombas o bombas manuales de desplazamiento positivo, con volumen suficiente para completar el ensayo en una sola carrera del pistón sin necesidad de reabastecimientos. Deberá ser capaz de aplicar cargas a una velocidad uniforme, sin golpes ni interrupciones.

#### Aparatos de Carga

El mecanismo por medio del cual se aplican las cargas estará compuesto de un bloque para la aplicación de la carga y dos bloques de apoyo de la probeta. Deben garantizar que todas las cargas sean aplicadas perpendicularmente a la cara de la probeta sin ninguna excentricidad. Un diagrama de un aparato que cumple este propósito se muestra en:

**Ensayo de Vigas**



Todos los aparatos empleados para efectuar los ensayos a flexión con carga en el centro deberán mantener constante la separación entre el bloque de aplicación de carga y los de apoyo con una variación de  $\pm 1,0$  mm.

Las reacciones serán paralelas a la dirección de aplicación de la carga durante la duración del ensayo y la relación entre la distancia horizontal del punto de aplicación de la carga a la reacción más próxima y la profundidad de la viga será de  $1,0 \pm 0,03$ .

Si un aparato similar al ilustrado se utiliza: las placas de carga y de apoyo no tendrán más de 65 mm de alto, medido desde el centro o eje del pivote, y deberá extenderse completamente a través o más allá del ancho total de la muestra. Cada superficie de apoyo en contacto con la viga no se apartará de un plano por más de 0,05 mm, tendrá forma cilíndrica y su eje deberá coincidir con el del rodillo o con el centro de la rótula esférica, según sea el caso. El ángulo al centro definido por la superficie curva de cada placa deberá tener por lo menos de  $45^\circ$ . Las placas de carga y de apoyo deberán mantenerse en posición vertical y en contacto con el rodillo o rótula esférica por medio de tornillos con resortes que los mantengan en contacto.

### Ensayo

Los especímenes de ensayo deberán estar conforme a todos los requerimientos de los métodos de ensayo de la NTP 339.033, NTP 339.059 o NTP 339.183 aplicable a la viga a ensayar. La viga tendrá una luz libre entre apoyos equivalente a tres veces su altura con una tolerancia del 2 %. Las caras laterales de la viga formarán ángulos rectos con las caras superior e inferior de la misma. Todas las superficies deberán ser lisas y libres de asperezas, porosidad (cangrejeras) o marcas de identificación no apropiadas.

El laboratorista que lleve a cabo los ensayos de las vigas de concreto para los ensayos de aceptación, deberá cumplir con la ASTM C 1077, para técnico de laboratorio de concreto, incluyendo esta Norma Técnica Peruana como una prueba relevante.

### Procedimiento

La prueba de flexión se realizará tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Las vigas con superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.

Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo. Cuando se usan vigas cortadas, se posiciona ésta para que la tensión corresponda a la superficie superior o al inferior de la misma, tal como se hizo el corte inicialmente.

Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada.

Se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en su centro de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3 % y 6% de la carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm, determinar si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más. Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrentar, lijar o poner una cuña de cuero sobre la superficie de contacto de la viga para eliminar cualquier separación de más de 10 mm. Las tiras de cuero serán de un espesor uniforme de 6 mm y tendrán un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm, y deberán extenderse a todo el ancho de la viga. Los espacios de más de 0,40 mm deben ser eliminados solamente mediante refrentado o esmerilado.

El lijado de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de las muestras. El refrentado se hará en conformidad con las secciones aplicables de la NTP 339.037

Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, hasta producir la rotura de la viga. La relación de carga se calcula utilizando la siguiente ecuación:

#### **Ecuación 4 Relación de carga de rotura**

$$r = (sbd^2) / L$$

En donde:

r: es la relación de carga, en N/min

S: tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción, en MPa/min

- b: ancho promedio de la viga según su disposición para el ensayo, mm
- d: altura promedio de la viga, según su disposición para el ensayo, mm
- L: longitud del tramo, en mm

### Medición De Las Muestras Luego De Las Pruebas

Para determinar las dimensiones de la sección transversal de la muestra para su aplicación en el cálculo del módulo de ruptura, tomar las mediciones a través de una de las caras fracturadas después de la prueba. El ancho y profundidad se miden en la muestra conforme se dispuso para el ensayo. Para cada dimensión, tomar una medición en cada borde y una en el centro de la sección transversal. Tomar tres medidas a lo largo de cada dimensión (una en cada extremo y al centro), para determinar el ancho promedio, altura promedio y ubicación de la línea de fractura de la viga en la sección de falla.

Tomar todas las medidas con una precisión de 1 mm. Si la fractura ocurre en una sección de refrentado, se incluye la medida del espesor de la capa.

### Cálculos

Calcule el Modulo de Rotura de la siguiente manera:

#### **Ecuación 5 Módulo de Rotura**

$$M_r = 3PL/2bd$$

En donde:

M r: Es el módulo de rotura, en MPa.

P: Carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N.

L: Es la luz libre entre apoyos, en mm

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm



h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

NOTA: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados.

#### **H) Resultado y análisis:**

Se llenarán los formatos correspondientes según sea el ensayo realizado para su posterior análisis y comparación.

#### **I) Conclusiones:**

Se dará respuesta al objetivo tanto general como específico.

### **3.7.3. Equipos, materiales e instrumentos**

#### Equipos:

Horno

Equipo de ensayo a la compresión de probetas de concreto.

Equipo de ensayo a la flexión de probetas de concreto. Tamices

Cilindros

#### Materiales:

Agregados Finos y Gruesos de las canteras de la localidad de Chiclayo.

Cemento Pacasmayo Extra Forte Ico.

Agua Potable y fibra de estopa de coco.

#### Instrumentos:

Programa MICROSOFT EXCEL 2010.

Programa MICROSOFT WORD 2010.

### Cálculos – Ecuaciones

Los cálculos se realizarán para determinar los datos que se involucren en los diferentes ensayos de laboratorio para eso se aplicaran diversas ecuaciones aplicables a cada ensayo.

Se trabajara con las siguientes ecuaciones:

#### **Módulo de Finura**

##### **Ecuación 6 Módulo de finura**

$$\text{Módulo de Finura} = M.F. = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100}$$

#### **Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.021; 2002)**

#### **Peso específico de masa (Pem)**

##### **Ecuación 7 Peso específico de masa**

$$Pem = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

#### **Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)**

### Ecuación 8 Peso específico saturada superficie seca

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

### Peso específico aparente (Pea)

#### Ecuación 9 Peso específico aparente

$$PeSSS = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

### Absorción (Ab)

#### Ecuación 10 Absorción

$$Ab, (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Dónde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos. C = Peso en el agua de la muestra saturada.

**Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino (NTP**

**400.022; 2002) (ASTM C 128) Peso específico de masa (Pem)**

**Ecuación 11 Peso específico de masa**

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

**Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)**

**Ecuación 12 Peso específico saturada con superficie seca**

$$P_{eSSS} = \frac{500}{V - V_a} \times 100$$

**Peso específico aparente (Pea)**

**Ecuación 13 Peso específico aparente**

$$P_{ea} = \frac{(W_o)}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

**Absorción (Ab)**

**Ecuación 14 Absorción**

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

Dónde:

Pem: Peso específico de masa

Wo: Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gramos. V:

Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

Va: Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida en el frasco

### **Pesos volumétricos secos, sueltos y compactados (NTP 400,017; 2011) (ASTM C 29)**

Peso Unitario.- Calcular el peso unitario compactado o suelto, con la siguiente ecuación:

#### **Ecuación 15 Peso unitario**

$$M = (G - T) / V$$

Dónde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb) T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup> (p<sup>3</sup>),

Contenido de Vacíos: Calcular el contenido de vacíos en el agregado utilizando el peso unitario calculado con la siguiente ecuación:

### Ecuación 16 Contenido de vacíos

$$\% \text{ vacíos} = 100[(S \times W) - M] / (S \times W)$$

Dónde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

S = Peso Específico de masa (base seca) determinado de acuerdo con la norma NTP 400.022, y

W = Densidad del agua, 998 kg/m<sup>3</sup> (62,3 lb/p<sup>3</sup>)

**Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) (NTP 339,046; 2008.) (ASTM C 138)**

### Ecuación 17 Peso unitario

$$\text{PUCF (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso total (kg)} - \text{Peso recipiente (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

### Ecuación 18 Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso total de la tanda (kg)}}{\text{Peso unitario promedio (kg/ m}^3\text{)}}$$

Promedio de tres ensayos

## Diseño de mezclas (método del ACI)

### Ecuación 19 Corrección por humedad del diseño de mezcla en estado seco

$$\text{Peso Agregado Humedo} = \text{Peso Agregado Seco} * (1 + \text{C. H.} (\%))$$

Dónde:

C.H. (%): Contenido de humedad del agregado.

Cálculo del agua efectiva

### Ecuación 20 Aporte de humedad agregados

$$\text{Aporte Hum. Agregados} = \text{Peso Agregado Seco} * (\% \text{ C. H.} - \% \text{ Absorción})$$

Entonces:

### Ecuación 21 Cálculo del agua efectiva

**Agua Efectiva = Agua de Diseño – Aporte Hum. Agregados**

## TABLAS A UTILIZAR EN EL DISEÑO DE MEZCLAS (MÉTODO DEL ACI)

a. Determinar la resistencia requerida

<b>Tabla 14</b>	
<i>f'c requerida</i>	
f'c especificado	f'cr ( kg/cm <sup>2</sup> )
< 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
> 350	f'c + 98

b. Selección del asentamiento

<b>Tabla 15</b>		
<i>Selección del asentamiento (Slump)</i>		
Tipo de estructura	Slump	Slump
Zapatatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"



Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	3"	1"

c. Determinación del contenido de aire

<b>Tabla 16</b>	
<i>Determinación del contenido de aire atrapado</i>	
TNM del agregado grueso	Aire atrapado%
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 ½"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

<b>Tabla 17</b>			
<i>Determinación del contenido de aire total</i>			
TNM del agregado grueso	Contenido de aire total ( % )		
	Exposición suave	Exposición moderada	Exposición severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.0
1"	3.0	4.5	6.0
1 ½"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0

3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

d. Determinación del volumen de agua

<b>Tabla 18</b>								
<i>Determinación del volumen de agua</i>								
	<b>Agua en lt/m<sup>3</sup>, para TNM agregados y</b>							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
<b>Concreto Sin Aire Incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	x
<b>Concreto Con Aire Incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	x

<b>Tabla 19</b>		
<i>Selección de la relación agua – cemento</i>		
	<b>Relación a/c en peso</b>	
	<b>Concreto sin Aire incorporado</b>	<b>Concreto con aire incorporado</b>
150	0.8	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	x
450	0.38	x

e. Presentar el diseño de mezcla en condiciones secas.

<b>Tabla 20</b>				
<i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i>				
TNM del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/bo)			
	2.40	2.6	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.4	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.5	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.6	0.62	0.60
1"	0.71	0.6	0.67	0.65
1 ½"	0.76	0.7	0.72	0.70
2"	0.78	0.7	0.74	0.72
3"	0.81	0.7	0.77	0.75
6"	0.87	0.8	0.83	0.81

<b>Tabla 21</b>				
<i>Módulo de fineza de la combinación de agregados</i>				
TNM del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m <sup>3</sup> ( m )			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 ½"	5.56	5.64	5.71	5.79

2"	5.86	5.94	6.01	5.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

### **3.8. Análisis estadístico e interpretación de datos**

#### **3.8.1. Enfoque cualitativo**

Se examinarán las guías de análisis de documentos obtenidos de la Escuela de Ingeniería Civil, Ministerio de Vivienda, SENCICO, ASOCEM y otras relacionadas al presente estudio.

#### **3.8.2. Enfoque cuantitativo**

Se utilizará la estadística descriptiva, se aplicará:

Software de Microsoft office Excel y el software Microsoft Project, para procesar los datos, tabularios y datos.

### **3.9. Principios éticos**

#### **3.9.1. Ética de la recolección de datos**

La aplicación de los formatos para estudios de los ensayos basados en la NTP.

Las entrevistas realizadas están orientadas al tema en estudio, sin ambigüedades.

#### **3.9.2. Ética de la publicación**

Seguros de contar con los resultados óptimos producto de nuestra investigación, tomando en cuenta las Normas Técnicas Peruanas (NTP) en mi estudio, procederé a dar por terminado mi informe final de Tesis, el mismo que servirá para posteriores estudios.

### 3.9.3 .Ética de la aplicación

La presente investigación generará beneficios sociales, económicos y ambientales, dependiendo de quién se da derecho para utilizar los resultados de la investigación.

### 3.9.4.Código ético de la profesión:

#### Referencia al Capítulo III del Código ético de la profesión

#### Sub Capítulo I

#### DE LA RELACIÓN CON LA SOCIEDAD

**Artículo 99.-** Los ingenieros cuidarán que los recursos humanos, económicos, naturales y materiales, sean racional y adecuadamente utilizados, evitando su abuso o dispendio, respetarán y harán respetar las disposiciones legales que garanticen la preservación del medio ambiente.

**Artículo 100.-** Los ingenieros ejecutarán todos los actos inherentes a la profesión de acuerdo a las reglas técnicas y científicas procediendo con diligencia; autorizarán planos, documentos o trabajos solo cuando tengan la convicción de que son idóneos y seguros, de acuerdo a las normas de Ingeniería.

**Artículo 103.-** Los ingenieros están obligados a cuidar el territorio de trabajo de la ingeniería peruana y fomentar el desarrollo tecnológico del Perú.

## **Sub Capítulo II**

### **DE LA RELACIÓN CON EL PÚBLICO**

**Artículo 106.-** Los ingenieros, al explicar su trabajo, méritos o emitir opiniones sobre temas de ingeniería, actuarán con seriedad y convicción, cuidando de no crear conflictos de intereses, esforzándose por ampliar el conocimiento del público a cerca de la ingeniería y de los servicios que presta a la sociedad.

**Artículo 107.-** Los ingenieros no participarán en la difusión de conceptos falsos, injustos o exagerados acerca de la ingeniería en la actividad pública o privada, de proyectos, productos, métodos o procedimientos relativos a la ingeniería.

## **Sub Capítulo III**

### **DE LA COMPETENCIA Y PERFECCIONAMIENTO DE PROFESIONAL**

**Artículo 109.-** Los ingenieros realizarán trabajos de ingeniería solamente cuando cuenten con estudios o experiencia en el campo específico de la ingeniería de que se trata.

**Artículo 110.-** Los ingenieros podrán aceptar trabajos que requieran estudios o experiencias ajenos a los suyos, siempre que sus servicios se limiten a aquellos aspectos para los cuales están calificados, debiendo los demás ser realizados por asociados, consultores o empleados calificados.

**Artículo 111.-** Los ingenieros autorizarán planos, documentos o trabajos sólo cuando hayan sido elaborados por ellos, o ejecutados bajo su control.

## **Sub Capítulo IV**

### **DE LA PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD**

**Artículo 115.-** Los ingenieros podrán hacer promoción de sus servicios

profesionales sólo cuando ella no contenga lenguaje jactancioso o engañoso o en cualquier forma denigrante de la profesión.

En la promoción que realicen los ingenieros se abstendrán de garantizar resultados que por razones técnicas, económicas o sociales sean de imposible o dudoso cumplimiento.

### 3.10. Criterios de rigor científico

#### **Generalidades**

Mediante la aplicación de las entrevistas se obtendrán respuestas en función al cuestionario, que nos permitirán dar validez externa después de haber sido cotejadas con otras fuentes teóricas.

#### **Fiabilidad**

Todos los estudios a realizar en dicho proyecto, son confiables en la medida en la que nuestra población es real, se cuente con una buena recolección de datos, lo que nos da la seguridad en la veracidad de los resultados.

#### **Replicabilidad**

El diseño y modelación de nuestro proyecto en estudio es supeditado a diversos factores que van a contribuir con los resultados a obtener:

**Factores climáticos:** Lluvia, frío, calor, etc.

**Factores económicos:** Moderados costos para su elaboración.

**Factores tecnológicos:** Si se cuenta con los equipos adecuados para los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Dicha investigación está supeditada a repetición, pero tomando en cuenta el objetivo general.

### 3.11. Costos

#### 3.11.1. Costo de los materiales Utilizados

<i>Tabla 22</i>				
<i>Costo de materiales Utilizados</i>				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
CEMENTO	bolsa	25	23.5	587.5
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	2.5	60	150
AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	2.5	80	200
AGUA	m <sup>3</sup>	1.8	5	9
FIBRA DE ESTOPA DE COCO	kg	2	5	10
			TOTAL	956.5

Fuente: Elaboración Propia



### 3.11.2. Costo de los materiales Utilizados

<b>Tabla 23</b>					
<i>Costo de materiales utilizados</i>					
<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE ENSAYO</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO (S./)</b>	<b>SUB TOTAL (S./)</b>
<b>AC02</b>	granulométrico por tamizado del agregado fino	Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012	1	25	25
<b>AC02</b>	Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso	Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012	1	25	25
<b>AC04</b>	Peso específico y Absorción del agregado fino	Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022	1	30	30
<b>AC04</b>	Peso específico y Absorción del agregado grueso	Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022	1	30	30
<b>AC06</b>	Peso unitario del agregado fino	Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017	1	30	30
<b>AC06</b>	Peso unitario del agregado grueso	Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017	1	30	30
<b>AC16</b>	Diseño de mezclas de concreto	Rec. ACI-211	2	210	420
<b>AC18</b>	Verificación de diseño de mezclas en laboratorio	Rec. ACI-211	2	120	240
<b>AC20</b>	Temperatura del concreto fresco	339.184	90	5	450
<b>AC25</b>	Compresión (mínimo 3 testigos)	339.034	90	15	1350
<b>AC25</b>	tensión (mínimo 3 testigos)	339.079	180	15	2700
				<b>TOTAL</b>	<b>S/. 5,330.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.12. Financiamiento

El financiamiento de esta tesis se dio de la siguiente forma:

- **Tesistas:**

Vela Requejo, Luis Gustavo

Yovera León, Rogger Ernesto

Nosotros financiaremos todos los gastos de los materiales utilizados en esta tesis, los cuales son de 956.50 soles.

- **Universidad Señor de Sipán:**

Para este proyecto de investigación se contó con el apoyo de nuestra casa de estudios “Universidad Señor de Sipán”, la cual financio todos los gastos de equipo de laboratorio, los cuales nos sirvieron para realizar nuestros ensayos, dicho apoyo tuvo un total de 5,330.00 soles.

# **CAPÍTULO IV**

## **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

## 4.1. Resultados en tablas y gráficos

### 4.1.1. Descripción de Resultados

#### a) Descripción 1:

a.1) Se diseñó un concreto convencional de resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, y para obtener este diseño se analizó previamente las características de los agregados que se utilizaron los cuales fueron piedra chancada de TMN  $\frac{3}{4}$ " y arena amarilla, también se utilizó agua potable de la zona (laboratorio de suelos de la USS), y Cemento Portland Pacasmayo Tipo I.

Una vez que obtuvimos el diseño de mezclas adecuado, la dosificación para el concreto convencional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> fue la siguiente:

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	345	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - Pacasmayo.
Agua	224	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	858	Kg/m <sup>3</sup>	: Patapo-La Victoria
Agregado grueso	879	Kg/m <sup>3</sup>	Ferreñafe - Tres Tomas

Esto quiere decir que por cada metro cubico de concreto usaremos 8.4 bolsas de Cemento Portland Tipo I (42.5 kg), y además la relación agua - cemento en este diseño será de 0.684.

Proporción en peso por pie<sup>3</sup> de concreto es:

Cemento	: Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 2.49
Agregado grueso	: Tres Tomas – Ferreñafe	: 2.55
Agua Laboratorio	: USS – Pimentel	: 27.6

Proporción en volumen por m<sup>3</sup> de concreto es:

Cemento	: Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 2.33
Agregado grueso	: Tres Tomas – Ferreñafe	: 2.69
Agua Laboratorio	: USS – Pimentel	: 27.6

**a.2)** Se diseñó un concreto convencional de resistencia  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, y para obtener este diseño se analizó previamente las características de los agregados que se utilizaron los cuales fueron piedra chancada de TMN  $\frac{3}{4}$ " y arena amarilla, también se utilizó agua potable de la zona (laboratorio de suelos de la USS), y Cemento Portland Pacasmayo Tipo I.

Una vez que obtuvimos el diseño de mezclas adecuado, la dosificación para el concreto convencional  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> fue la siguiente:

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	424 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - Pacasmayo.
Agua	245 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	797 Kg/m <sup>3</sup>	: Patapo-La Victoria
Agregado grueso	852 Kg/m <sup>3</sup>	Ferreñafe : Tres Tomas

Esto quiere decir que por cada metro cubico de concreto usaremos 12.4 bolsas de Cemento Portland Tipo I (42.5 kg), y además la relación agua - cemento en este diseño será de 0.460.

Proporción en peso por pie<sup>3</sup> de concreto es:

Cemento	: Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 1.88
Agregado grueso	: Tres Tomas – Ferreñafe	: 2.01
Agua Laboratorio	: USS – Pimentel	: 24.6

Proporción en volumen por m<sup>3</sup> de concreto es:

Cemento	: Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 1.76
Agregado grueso	: Tres Tomas – Ferreñafe	: 2.12
Agua Laboratorio	: USS – Pimentel	: 24.6

**b) Descripción 2:**

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO**

**CONVENCIONAL EN SU ESTADO FRESCO:** En la elaboración del concreto convencional de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, cuando aún el concreto se encontraba en su estado fresco se evaluaron sus propiedades teniendo los siguientes resultados:

<b>Tabla 24</b>					
<b>Resultados de ensayos en concreto FRESCO</b>					
Diseño	SLUMP (pulg)	Contenido Aire (%)	Peso unitario(kg/m <sup>3</sup> )	Temperatura(T°)	
				Ambiente	Concreto
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	3.6	1.74	2306	26.2	26.8
f'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	3.5	1.52	2317	26.1	27.4

Fuente: Elaboración propia

**b.1) Propiedades mecánicas del concreto convencional de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> en ESTADO FRESCO:**

**TEMPERATURA:**

**Equipo Utilizado:**

Termómetro

**Procedimiento del ensayo:**

En primer lugar se realizó la lectura en el termómetro de la temperatura ambiental, a continuación se procedió hacer la mezcla de concreto para luego colocar el termómetro en dicho concreto en estado fresco (1 a 2 minutos), para así poder realizar la lectura de la temperatura del concreto, la cual incremento para ambos diseños.



### **SLUMP:**

Se procedió a realizar el ensayo para hacer la medición del Asentamiento del concreto con el cono de Abrams.

### **Equipo Utilizado:**

Este ensayo se realizó utilizando el Cono de Abrams, cuyo molde tiene forma cónica de 20 cm. De diámetro en la base inferior y 10 cm. De diámetro en la base superior, altura de 30 cm. Provistas de agarraderas y aletas de pie.

También para este ensayo se utilizó una varilla compactadora de acero lisa de 5/8" de diámetro con una punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm. de longitud.

También se utilizó la wincha para poder hacer la medición precisa del asentamiento.

### **Procedimiento del ensayo:**

Colocar el molde humedecido sobre una superficie plana no absorbente

Llenar el concreto en tres capas de aproximadamente 1/3 del volumen total cada capa

Compactar cada capa con la varilla mediante 25 golpes uniformes en toda la sección.

Enrasar el molde una vez terminada de compactar la última capa por exceso, esto se puede hacer utilizando una plancha de albañilería o la varilla compactadora.

Levantar el molde en dirección vertical, y medir inmediatamente la diferencia entre la altura del molde y la altura del concreto fresco. Esta operación debe hacerse entre 5 a 10 seg. Máximo, evitar movimiento laterales o torsionales.

### **PESO UNITARIO:**

El ensayo de peso unitario es un control muy útil para verificar la uniformidad del concreto y comprobar el rendimiento de la mezcla al comparar el eso

unitario del diseño con la real de obra.

**Equipo Utilizado:**

Recipiente de volumen y peso conocido.

Varilla compactadora de acero liso.

**Procedimiento del ensayo:**

Llenar el recipiente con concreto en estado fresco en 3 capas, consolidando cada capa con 25 golpes mediante una varilla compactadora uniformemente distribuidos, luego el peso unitario expresado en  $\text{kg/m}^3$  se hallara multiplicando el peso neto del concreto por el factor de calibración del recipiente.

**CONTENIDO DE AIRE:**

Este ensayo nos permitió medir la cantidad de aire que existió en el concreto en su estado fresco, expresado en (%), con el fin e llevar un control de calidad del concreto, ya que el aire arrastrado genera grandes burbujas de aire accidental durante el proceso de mezcla, transporte y colocación del concreto, es importante que el concreto este completamente compactado.

**Equipo Utilizado:**

Olla de Washington.

Varilla compactadora de acero liso.

**Procedimiento del ensayo:**

Llenar el recipiente con concreto en estado fresco en 3 capas, consolidando cada capa con 25 golpes mediante una varilla compactadora uniformemente distribuidos, luego el peso unitario expresado en  $\text{kg/m}^3$  se hallara

multiplicando el peso neto del concreto por el factor de calibración del recipiente.

**c) Descripción 3:**

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN SU ESTADO ENDURECIDO:** Ensayo para determinar la resistencia a la **COMPRESIÓN.**

Este ensayo se realizó en muestras cilíndricas, las cuales fueron curadas en su totalidad.

Para este ensayo hicimos uso de la NTP 339.034-2008.

El equipo utilizado para el rompimiento de las muestras cilíndricas fue:

PRENSA:

Modelo: ACCU TEK 250

Marca: ELE

Procedencia: ESTADOS UNIDOS

### c.1) Ensayo para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (concreto convencional – M1)

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 25</b>						
<i>Resultados de concreto convencional <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	150.3	210	72%
M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	166.0	210	79%
M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	211.3	210	101%

Fuente: Elaboración Propia

Como observamos en la tabla anterior la resistencia final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $f'c=211.3 \text{ kg/cm}^2$ , esta resistencia se tomara en cuenta al realizar las comparaciones con los resultados obtenidos del concreto adicionado con FIBRA DE ESTOPA DE COCO.

### c.2) Ensayo para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (concreto convencional – M1)

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 26</b>						
<i>Resultados de concreto convencional <math>f'c=280 \text{ kg/cm}^2</math></i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	213.7	280	76%
M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	247.3	280	88%
M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	291.7	280	104%

Fuente: Elaboración Propia

Como observamos en la tabla anterior la resistencia final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $f'c=211.3 \text{ kg/cm}^2$ , esta resistencia se tomara en cuenta al realizar las comparaciones con los resultados obtenidos del concreto adicionado con FIBRA DE ESTOPA DE COCO.

#### d) Descripción 4:

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN SU ESTADO ENDURECIDO:** Ensayo para determinar la resistencia a la TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.

Este ensayo se realizó en muestras cilíndricas, las cuales fueron curadas en

su totalidad.

Para este ensayo hicimos uso de la NTP 339.084.

El equipo utilizado para el rompimiento de las muestras cilíndricas fue:

PRENSA:

Modelo: ACCU TEK 250

Marca: ELE

Procedencia: ESTADOS UNIDOS

**d.1) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (concreto convencional – “M1”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 27</b>				
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></i>				
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	17.4
M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	21.9
M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	29.3

Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=29.30$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia se tomara en cuenta al realizar las comparaciones con los resultados obtenidos del concreto adicionado con

FIBRA DE ESTOPA DE COCO.

**d.2) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (concreto convencional – M1)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 28</b>				
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup></i>				
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	19.5
M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	24.2
M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	31.9

Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=31.9$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia se tomara en cuenta al realizar las comparaciones con los resultados obtenidos del concreto adicionado con FIBRA DE ESTOPA DE COCO.

**e) Descripción 5:**

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN SU ESTADO ENDURECIDO: Ensayo para determinar la resistencia a la FLEXION.**

Este ensayo se realizó en vigas simplemente apoyadas con carga a los

tercios del tramo, las cuales fueron curadas en su totalidad.

Para este ensayo hicimos uso de la NTP 339.078

El equipo utilizado para el rompimiento de las muestras prismáticas fue:

PRENSA:

Modelo: ACCU TEK 250

Marca: ELE

Procedencia: ESTADOS UNIDOS

### e.1) Ensayo de resistencia a la flexión para $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> (concreto convencional – M1)

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 29</b>				
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></i>				
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M1 - Curado	09/04/2016	16/04/2016	7	21.9
M1 - Curado	09/04/2016	23/04/2016	14	24.3
M1 - Curado	09/04/2016	07/05/2016	28	31.9

Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la flexión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $Mr=31.90$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia se tomara en cuenta al realizar las comparaciones con los resultados obtenidos del concreto adicionado con FIBRA DE ESTOPA DE COCO.



## e.2) Ensayo de resistencia a la flexión para $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup> (concreto convencional – M1)

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 30</b>				
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup></i>				
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M1 - Curado	09/04/2016	16/04/2016	7	31.7
M1 - Curado	09/04/2016	23/04/2016	14	37.1
M1 - Curado	09/04/2016	07/05/2016	28	40.2

Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la flexión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $Mr=40.20$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia se tomara en cuenta al realizar las comparaciones con los resultados obtenidos del concreto adicionado con FIBRA DE ESTOPA DE COCO.

### f) Descripción 6:

**SE DISEÑO UN CONCRETO MODIFICADO:** Se ha diseñado un concreto modificado de resistencia a la compresión ( $f'c$ ) de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, al cual se le incorporo la FIBRA ESTOPA DE COCO.

<b>Tabla 31</b>		
<i>Concretos modificado con fibra de estopa de coco</i>		
Mezcla	Longitud de la fibra	Volumen de fibra
N°	(cm)	(%)
M1	0	0
M2	L2	V0.5
M3	L2	V1.5
M4	L5	V0.5
M5	L5	V1.5

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente tabla nos indica que al final tendremos 5 tipos de concreto para cada resistencia (210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>), a continuación describiremos cada tipo de concreto:

**M1:** Es el concreto convencional ya antes mencionado en la descripción 1.

**M2:** Es el concreto convencional al cual se le ha adicionado la fibra de estopa de coco de una longitud de 2cm. y a un volumen de 0.5% de concreto.

**M3:** Es el concreto convencional al cual se le ha adicionado la fibra de estopa de coco de una longitud de 2cm. y a un volumen de 1.5% de concreto.

**M4:** Es el concreto convencional al cual se le ha adicionado la fibra de estopa de coco de una longitud de 5cm. y a un volumen de 0.5% de concreto.

**M5:** Es el concreto convencional al cual se le ha adicionado la fibra de estopa de coco de una longitud de 5cm. y a un volumen de 1.5% de concreto.

**g) Descripción 7:**

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO**

**ADICIONADO EN SU ESTADO FRESCO:** En la elaboración del concreto convencional de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, al cual se le adiciono la FIBRA DE ESTOPA DE COCO, cuando aún este concreto se encontraba en su estado fresco se evaluaron sus propiedades teniendo los siguientes resultados:

<b>Tabla 32</b>					
<i>Resultados de ensayos en concreto adicionado con fibra de estopa de coco en estado FRESCO, para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup></i>					
Diseño	SLUMP (pulg)	Contenido Aire (%)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatura(T°)	
				Ambiente	Concreto
M2	3	1.71	2304	26.5	26.8
M3	2.9	1.69	2307	26.8	27.4
M4	2.8	1.47	2305	25.4	27.3
M5	2.5	1.44	2306	25.9	27.5

Fuente: Elaboración propia

<b>Tabla 33</b>					
<i>Resultados de ensayos en concreto adicionado con fibra de estopa de coco en estado FRESCO, para una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup></i>					
Diseño	SLUMP (pulg)	Contenido Aire (%)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatura(T°)	
				Ambiente	Concreto
M2	2.8	1.49	2389	26.5	26.8
M3	2.6	1.44	2391	26.8	27.4
M4	2.5	1.36	2390	25.4	27.3
M5	2.5	1.32	2391	25.9	27.5

Fuente: Elaboración propia

### h) Descripción 8:

#### EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO EN SU ESTADO

**ENDURECIDO:** Ensayo para determinar la resistencia a la **COMPRESIÓN**.

#### h.1) Ensayo para determinar la resistencia a compresión del concreto convencional $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M2")

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 34</b>						
<i>Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M2"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (* )
M2 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	149.7	211.3	70.82%
M2 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	171.3	211.3	81.07%
M2 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	210.7	211.3	99.68%

Fuente: Elaboración propia

(\* ) Se refiere a la proporción entre F'c Promedio y F'c Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior podemos observar que este concreto "M2" prácticamente alcanza la misma resistencia que el concreto convencional.

## h.2) Ensayo para concreto convencional $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 1.5% del concreto (“M3”)

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 35</b>						
<i>Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M3"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M3 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	157.0	211.3	74.29%
M3 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	180.7	211.3	85.49%
M3 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	232.3	211.3	109.94%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior podemos observar que este concreto “M3” ha incrementado su resistencia con respecto al concreto convencional.

### **h.3) Ensayo para concreto convencional $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto (“M4”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 36</b>						
Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M4"						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (* )
M4 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	161.0	211.3	76.18%
M4 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	215.3	211.3	101.89%
M4 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	250.3	211.3	118.45%

Fuente: Elaboración propia

(\* ) Se refiere a la proporción entre F'c Promedio y F'c Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior podemos observar que este concreto “M4” ha incrementado su resistencia casi un 20% con respecto al concreto convencional.

**h.4) Ensayo para concreto convencional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 1.5% del concreto (“M5”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 37</b>						
Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M5"						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (dias)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (* )
M5 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	146.3	211.3	69.24%
M5 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	164.0	211.3	77.60%
M5 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	201.0	211.3	95.11%

Fuente: Elaboración propia

(\* ) Se refiere a la proporción entre F'c Promedio y F'c Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior podemos observar que este concreto “M5” ha disminuido

su resistencia con respecto al concreto convencional.

**h.5) Ensayo para concreto convencional  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto (“M2”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 38</b>						
<i>Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M2"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (* )
M2 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	209.3	291.7	71.77%
M2 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	229.0	291.7	78.51%
M2 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	271.0	291.7	92.91%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre F'c Promedio y F'c Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior podemos observar que este concreto “M2” disminuye su resistencia a comparación con el concreto convencional.



**h.6) Ensayo para concreto convencional  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 1.5% del concreto (“M3”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 39</b>						
<i>Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M3"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M3 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	231.3	291.7	79.31%
M3 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	275.3	291.7	94.40%
M3 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	313.3	291.7	107.43%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre F'c Promedio y F'c Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior podemos observar que este concreto “M3” ha incrementado su resistencia con respecto al concreto convencional.

**h.7) Ensayo para concreto convencional  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto (“M4”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 40</b>						
<i>Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo "M4"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)(* )
M4 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	224.7	291.7	77.03%
M4 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	275.7	291.7	94.51%
M4 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	326.0	291.7	111.77%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre F'c Promedio y F'c Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior podemos observar que este concreto “M4” ha incrementado su resistencia con respecto al concreto convencional.

**h.8) Ensayo para concreto convencional  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 1.5% del concreto (“M5”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

**Tabla 41**

*Resultados de ensayos a compresión para concreto tipo “M5”*

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M5 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	208.7	291.7	71.54%
M5 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	224.7	291.7	77.03%
M5 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	254.7	291.7	87.31%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre F'c Promedio y F'c Diseño expresada en

porcentaje.

En la tabla anterior podemos observar que este concreto “M5” ha disminuido su resistencia con respecto al concreto convencional.

**i) Descripción 9:**

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO EN SU ESTADO ENDURECIDO: Ensayo para determinar la resistencia a la TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.**

Este ensayo se realizó en muestras cilíndricas, las cuales fueron curadas en su totalidad.

Para este ensayo hicimos uso de la NTP 339.084.

El equipo utilizado para el rompimiento de las muestras cilíndricas fue:

PRENSA:

Modelo: ACCU TEK 250

Marca: ELE

Procedencia: ESTADOS UNIDOS

**i1) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y**

### proporción 0.5% del concreto ("M2")

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

**Tabla 42**

*Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + - "M2"*

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (* )
M2 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	21.3	29.3	72.64%
M2 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	25.6	29.3	87.45%
M2 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	30.9	29.3	105.22%

Fuente: Elaboración propia

(\* ) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=30.9 \text{ kg/cm}^2$ , esta resistencia supera a la resistencia de diseño del concreto convencional.

**i2) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 1.5% del concreto ("M3")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 43</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para <math>f'_c=210 \text{ kg/cm}^2</math> - "M3"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M3 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	24.3	29.3	82.82%
M3 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	27.5	29.3	93.94%
M3 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	32.0	29.3	109.02%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $f'c$  Promedio y  $f'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=32.00$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia a superado la resistencia del concreto convencional.

**i3) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M4")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 44</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> - "M4"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M4 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	26.0	29.3	88.53%
M4 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	26.9	29.3	91.76%
M4 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	33.0	29.3	112.50%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $f'c$  Promedio y  $f'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=33.00$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia a superado la resistencia del concreto convencional.

**i4) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M5")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 45</b>						
<b>Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> - "M5"</b>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M5 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	21.7	29.3	74.07%
M5 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	24.6	29.3	83.86%
M5 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	27.1	29.3	92.47%

Fuente: Elaboración propia



(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=27.10$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia a disminuido con respecto a la resistencia del concreto convencional.

**i5) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M2")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 46</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup> - "M2"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (* )
M2 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	23.2	31.9	72.53%
M2 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	26.7	31.9	83.59%
M2 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	32.1	31.9	100.37%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=32.10$  kg/cm<sup>2</sup>, se podría decir que alcanzo la resistencia con respecto a la resistencia del concreto convencional.

**i6) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 1.5% del concreto ("M3")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

**Tabla 47**

**Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M3"**

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M3 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	22.2	31.9	69.45%
M3 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	25.6	31.9	80.26%
M3 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	32.6	31.9	101.98%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=32.60$  kg/cm<sup>2</sup>, se podría decir que alcanzo la resistencia con respecto a la resistencia del concreto convencional.

**i7) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M4")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

**Tabla 48 Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> - "M4"**

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M4 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	27.5	31.9	86.22%
M4 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	31.4	31.9	98.31%
M4 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	36.5	31.9	114.36%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en

porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=36.50 \text{ kg/cm}^2$ , esta resistencia a superado la resistencia del concreto convencional.

**i8) Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$  + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M5")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 49</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la tracción por compresión diametral para <math>f'_c=280 \text{ kg/cm}^2</math> - "M5"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$\sigma_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M5 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	21.2	31.9	66.51%
M5 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	26.1	31.9	81.75%
M5 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	30.1	31.9	94.31%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $\sigma_c=30.10$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia a disminuido con respecto a la resistencia del concreto convencional.

#### **j) Descripción 10:**

#### **EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN SU ESTADO ENDURECIDO: Ensayo para determinar la resistencia a la FLEXION.**

Este ensayo se realizó en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios del tramo, las cuales fueron curadas en su totalidad.

Para este ensayo hicimos uso de la NTP 339.078

El equipo utilizado para el rompimiento de las muestras prismáticas fue:

PRENSA:

Modelo: ACCU TEK 250

Marca: ELE

Procedencia: ESTADOS UNIDOS

#### **j.1) Ensayo de resistencia a flexión para $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto (“M2”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 50</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la Flexión para <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> - "M2"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M2 - Curado	11/04/2016	18/04/2016	7	25.0	31.9	78.26%
M2 - Curado	11/04/2016	25/04/2016	14	26.2	31.9	82.03%
M2 - Curado	11/04/2016	09/05/2016	28	32.7	31.9	102.42%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a flexión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $Mr=32.70$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia es prácticamente la resistencia de diseño del concreto convencional.

### **j)2) Ensayo de resistencia a la flexión para $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 1.5% del concreto ("M3")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 51</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la Flexión para <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> - "M3"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)

M3 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	27.2	31.9	85.32%
M3 - Curado	13/04/2016	27/04/2016	14	31.9	31.9	99.93%
M3 - Curado	13/04/2016	11/05/2016	28	35.6	31.9	111.37%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $f'c$  Promedio y  $f'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $M_r=35.60$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia a superado la resistencia del concreto convencional.

**j.3) Ensayo de resistencia a la flexión para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto (“M4”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 52</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la Flexión para <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> - "M4"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M4 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	29.5	31.9	92.53%
M4 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	34.5	31.9	108.13%
M4 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	36.2	31.9	113.30%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $Mr=36.20$  kg/cm<sup>2</sup>, esta resistencia a superado la resistencia del concreto convencional.

**j4) Ensayo de resistencia a la flexión para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M5")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 53</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> - "M5"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M5 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	26.4	31.9	82.67%
M5 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	29.6	31.9	92.63%
M5 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	32.7	31.9	102.53%



Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $Mr=32.70$  kg/cm<sup>2</sup>, prácticamente ha alcanzado la resistencia del concreto convencional.

**j.5) Ensayo de resistencia a la flexión para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M2")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 54</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a flexión para <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup> - "M2"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M2 - Curado	11/04/2016	18/04/2016	7	29.5	40.2	73.39%
M2 - Curado	11/04/2016	28/04/2016	17	33.9	40.2	84.26%
M2 - Curado	11/04/2016	15/05/2016	34	39.7	40.2	98.78%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en

porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $M_r=39.70 \text{ kg/cm}^2$ , se podría decir que alcanzo la resistencia con respecto a la resistencia del concreto convencional.

**j.6) Ensayo de resistencia a la flexión para  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  + Fibra de estopa de coco de 2cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto (“M3”)**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 55</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para <math>f'_c=280 \text{ kg/cm}^2</math> - "M3"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
M3 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	32.6	40.2	81.15%
M3 - Curado	13/04/2016	27/04/2016	14	35.2	40.2	87.47%
M3 - Curado	13/04/2016	11/05/2016	28	39.4	40.2	98.02%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'_c$  Promedio y  $F'_c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia

$M_r=39.40 \text{ kg/cm}^2$ , se podría decir que alcanzó la resistencia con respecto a la resistencia del concreto convencional.

**j.7) Ensayo de resistencia a flexión para  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$  + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M4")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 56</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a flexión para <math>f'_c=280 \text{ kg/cm}^2</math> - "M4"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de	Fecha de	Edad	Mr Promedio	Mr Diseño	(%)
	vaciado	ensayo	(días)	( $\text{kg/cm}^2$ )	( $\text{kg/cm}^2$ )	(*)
M4 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	27.3	40.2	67.90%
M4 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	33.2	40.2	82.60%
M4 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	43.0	40.2	107.09%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'_c$  Promedio y  $F'_c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia

$M_r=43.00 \text{ kg/cm}^2$ , esta resistencia a superado la resistencia del concreto convencional.

**j.8) Ensayo de resistencia a flexión para  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$  + Fibra de estopa de coco de 5cm. de longitud y proporción 0.5% del concreto ("M5")**

A continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos durante la presente investigación:

<b>Tabla 57</b>						
<i>Resultados de ensayos de Resistencia a la flexión para <math>f'_c=280 \text{ kg/cm}^2</math> - "M5"</i>						
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Mr Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (* )
M5 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	27.7	40.2	68.88%
M5 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	31.6	40.2	78.61%
M5 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	39.2	40.2	97.60%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'_c$  Promedio y  $F'_c$  Diseño expresada en porcentaje.

Como observamos en la tabla anterior la resistencia a la tracción por compresión final a los 28 días de este concreto alcanzó una resistencia  $M_r=39.20 \text{ kg/cm}^2$ , se podría decir que alcanzo la resistencia con respecto a la resistencia del concreto convencional.

**k) Descripción 11:**

**k.1) EVALUACION Y COMPARACION DEL CONCRETO CONVENCIONAL  
Y EL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO EN  
SU ESTADO FRESCO:**

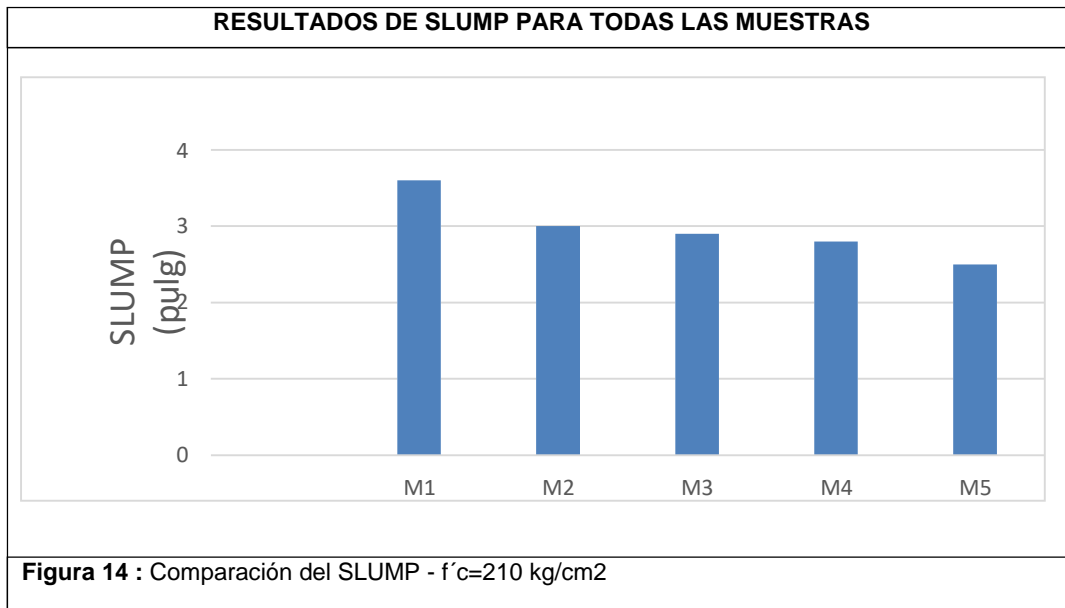
**TEMPERATURA**

Esta propiedad del concreto en su estado fresco se mantiene igual sin ningún cambio si comparamos la temperatura del concreto convencional y el concreto

adicionado con fibra de estopa de coco.

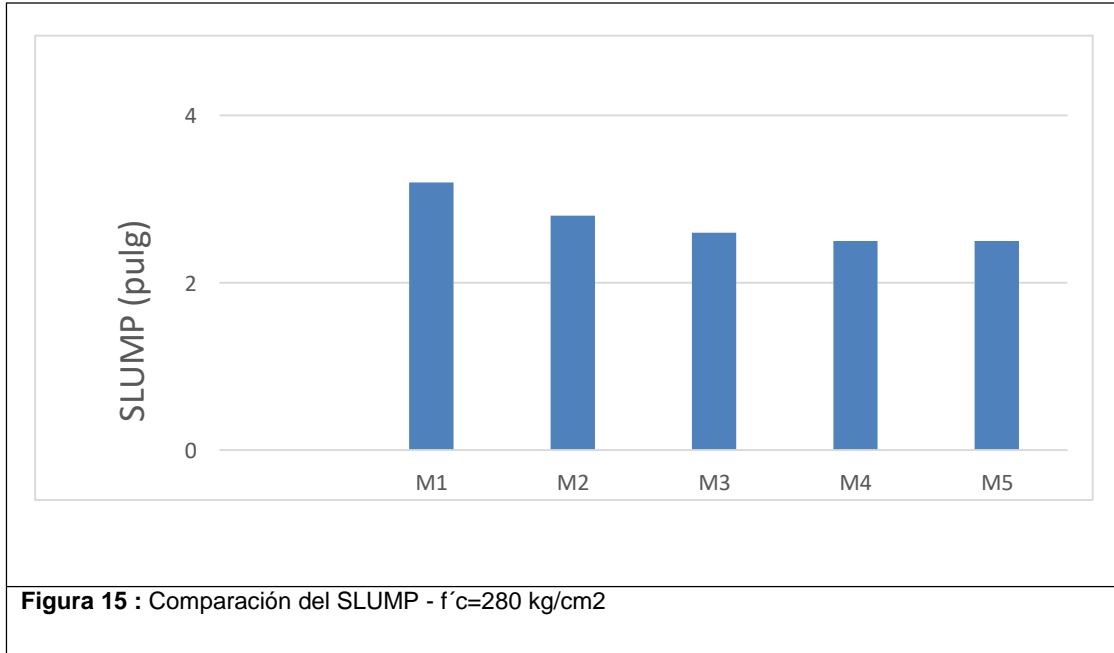
### **SLUMP**

En esta propiedad del concreto en su estado fresco si se generan algunos cambios como los veremos a continuación:



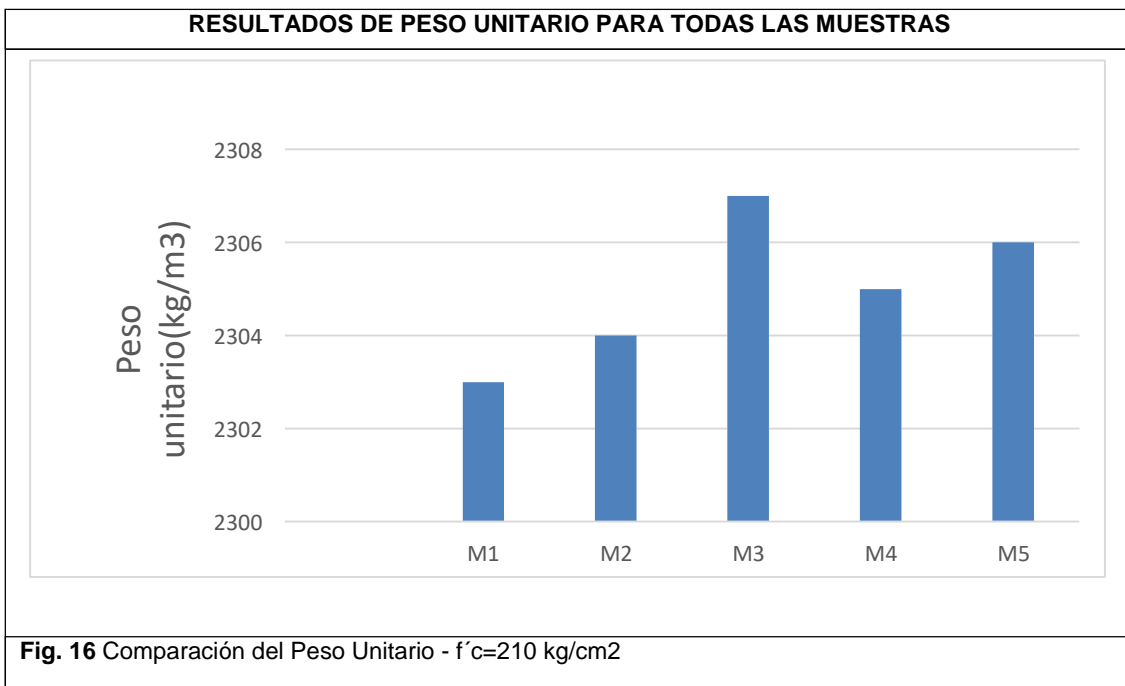
Fuente: Elaboración propia

**RESULTADOS DE SLUMP PARA TODAS LAS MUESTRAS**



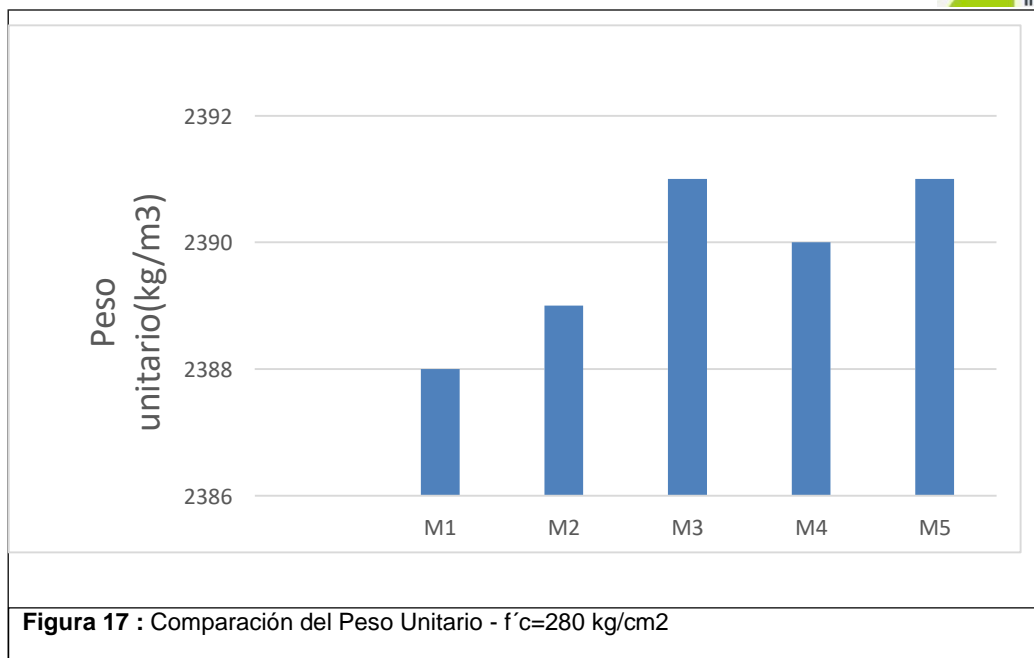
Fuente: Elaboración propia

## **PESO UNITARIO**



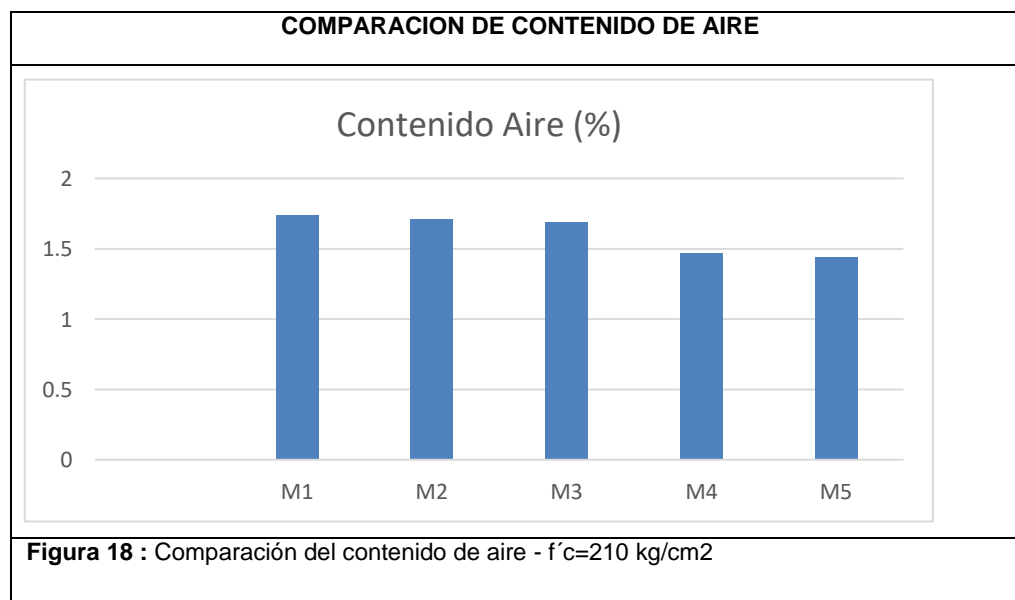
Fuente: Elaboración propia

**COMPARACION DE PESO UNITARIO**



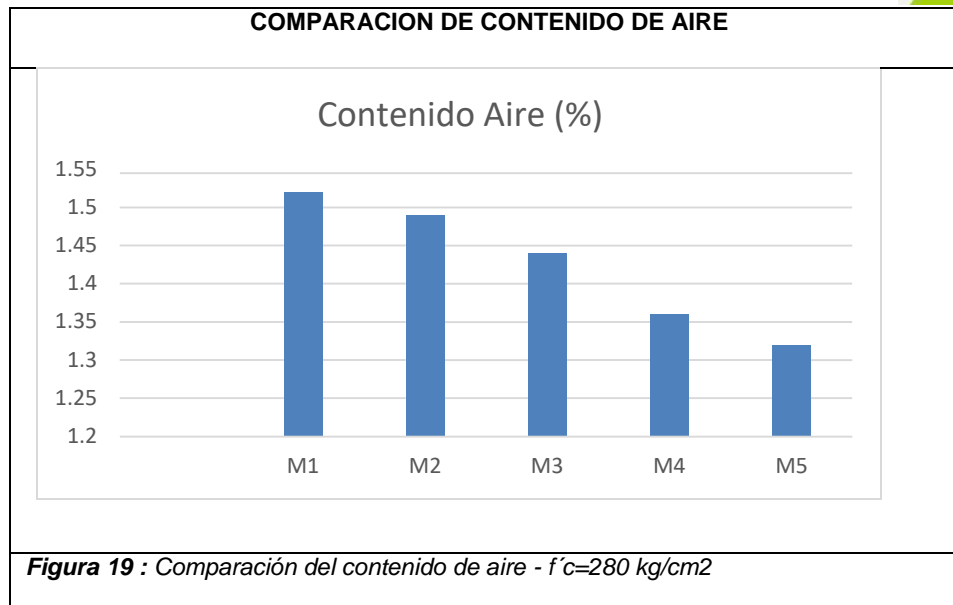
Fuente: Elaboración propia

## **CONTENIDO DE AIRE**



Fuente: Elaboración propia



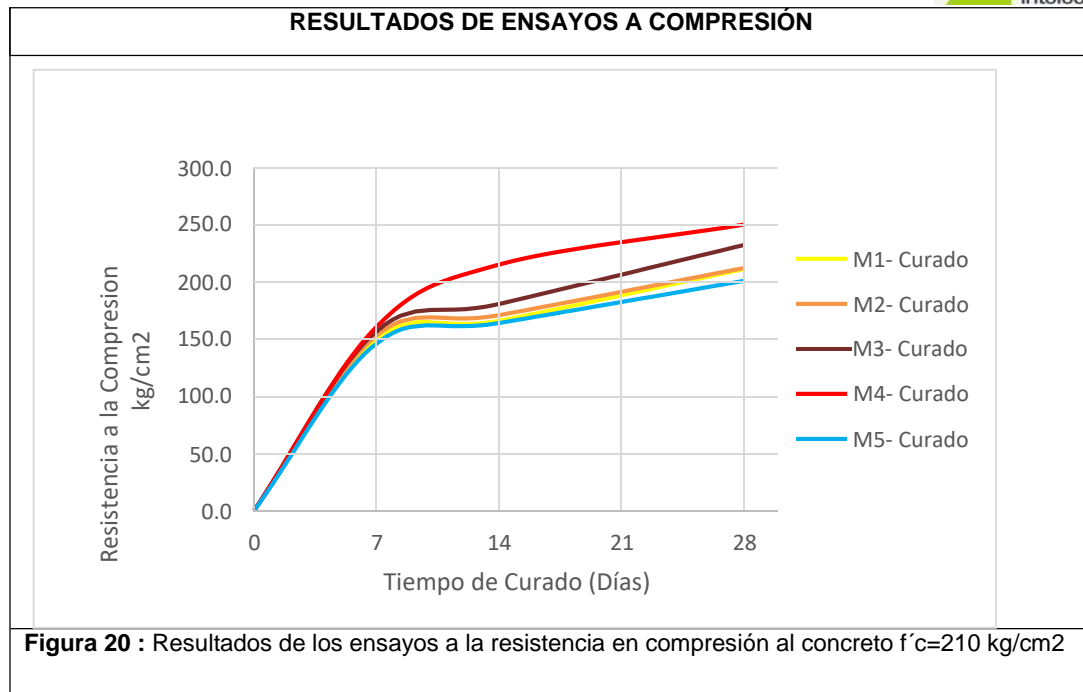


Fuente: Elaboración propia

### **k.1) EVALUACION Y COMPARACION DEL CONCRETO CONVENCIONAL Y EL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO EN SU ESTADO ENDURECIDO:**

#### **RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA 210 kg/cm<sup>2</sup>**

A continuación se muestra los resultados de la comparación de las resistencias obtenidas en esta investigación:

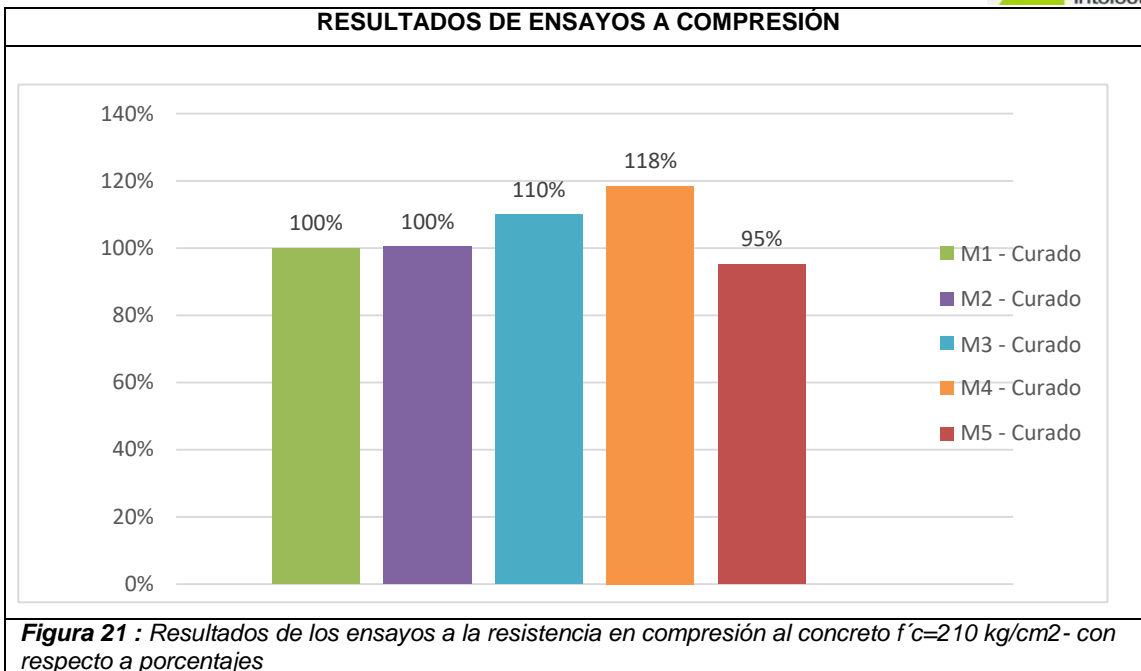


Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar del grafico anterior el concreto de Tipo “M4” es el que alcanza una mayor resistencia en compresión (250 kg/cm<sup>2</sup>), superando en resistencia al concreto convencional.

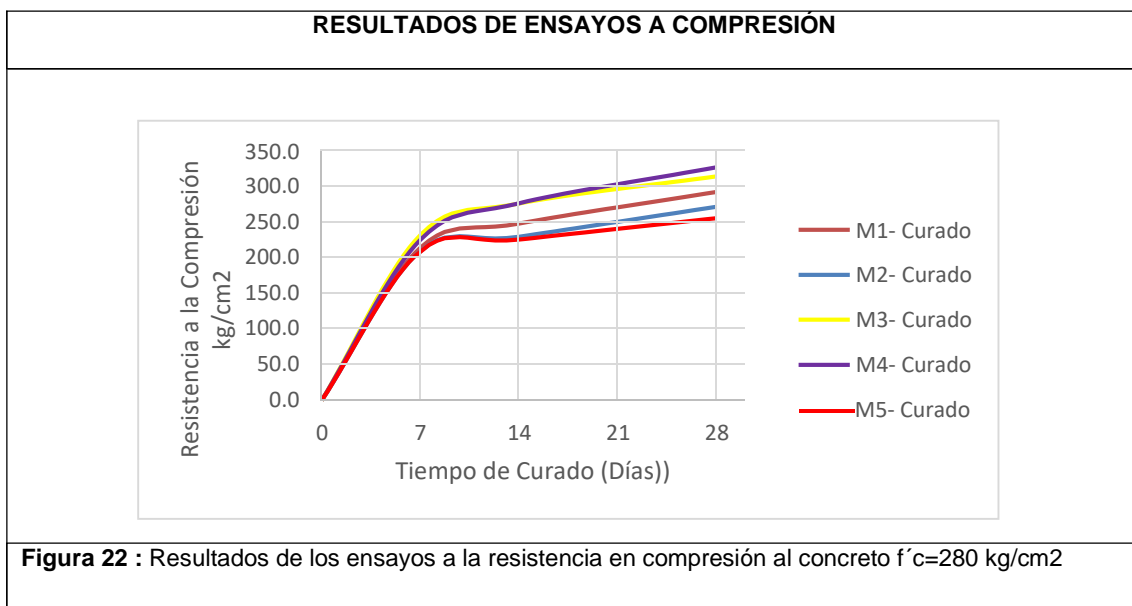
El grafico anterior también nos muestra que el concreto de Tipo “M3” alcanza una resistencia de 232.3 kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

También podemos observar en el siguiente grafico una comparación de resistencias con respecto a porcentajes:



Fuente: Elaboración propia

### RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA 280 kg/cm2

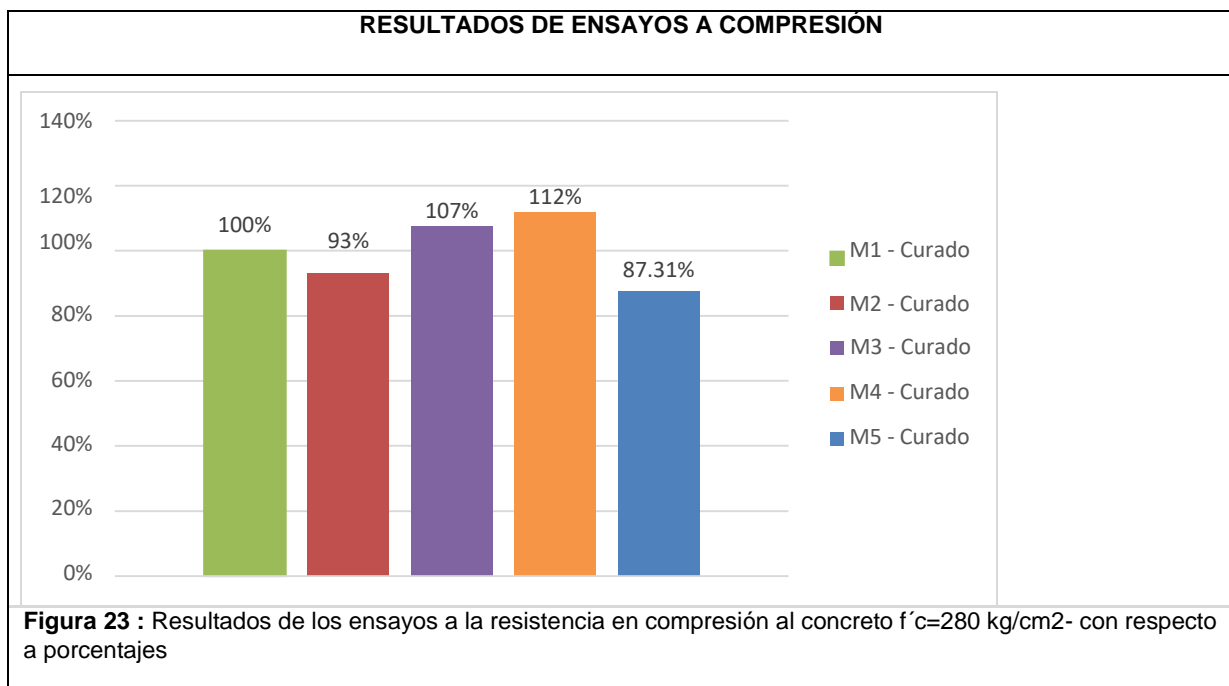


Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar del grafico anterior el concreto de Tipo “M4” es el que alcanza una mayor resistencia en compresión de  $f'_c=326.00 \text{ kg/cm}^2$ , superando en resistencia al concreto convencional.

El grafico anterior también nos muestra que el concreto de Tipo “M3” alcanza una resistencia de  $313.3.3 \text{ kg/cm}^2$ , superando en resistencia al concreto convencional.

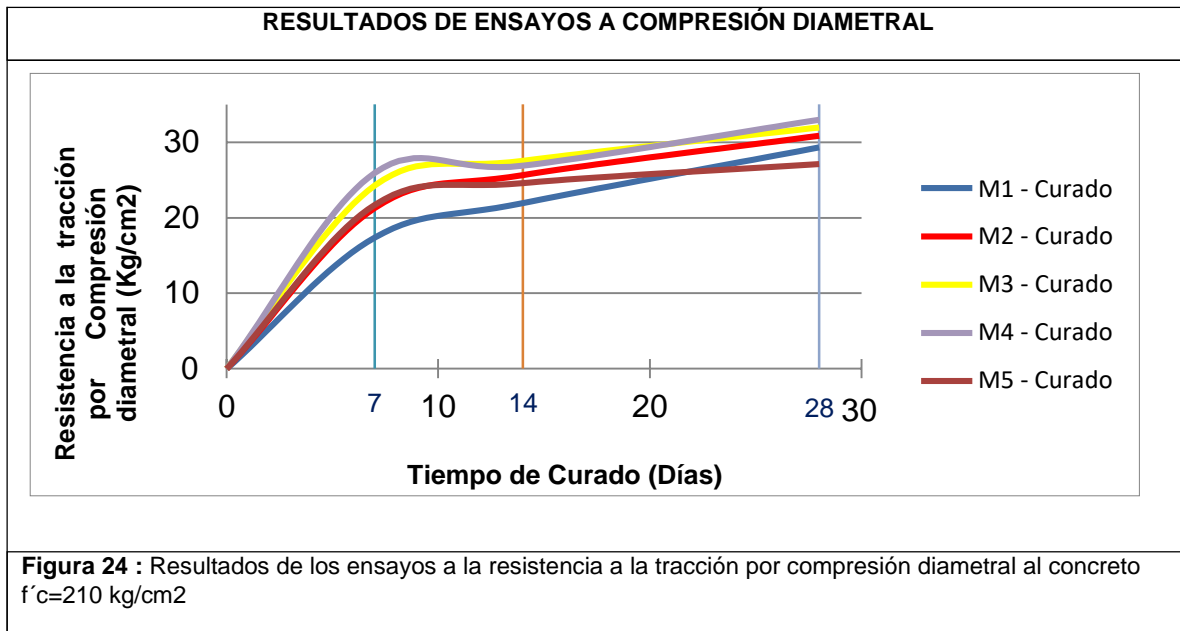
También podemos observar en el siguiente grafico una comparación de resistencias con respecto a porcentajes:



Fuente: Elaboración propia

## **RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL PARA F'c=210 KG/CM2**

A continuación se muestra los resultados de la comparación de las resistencias obtenidas en esta investigación:

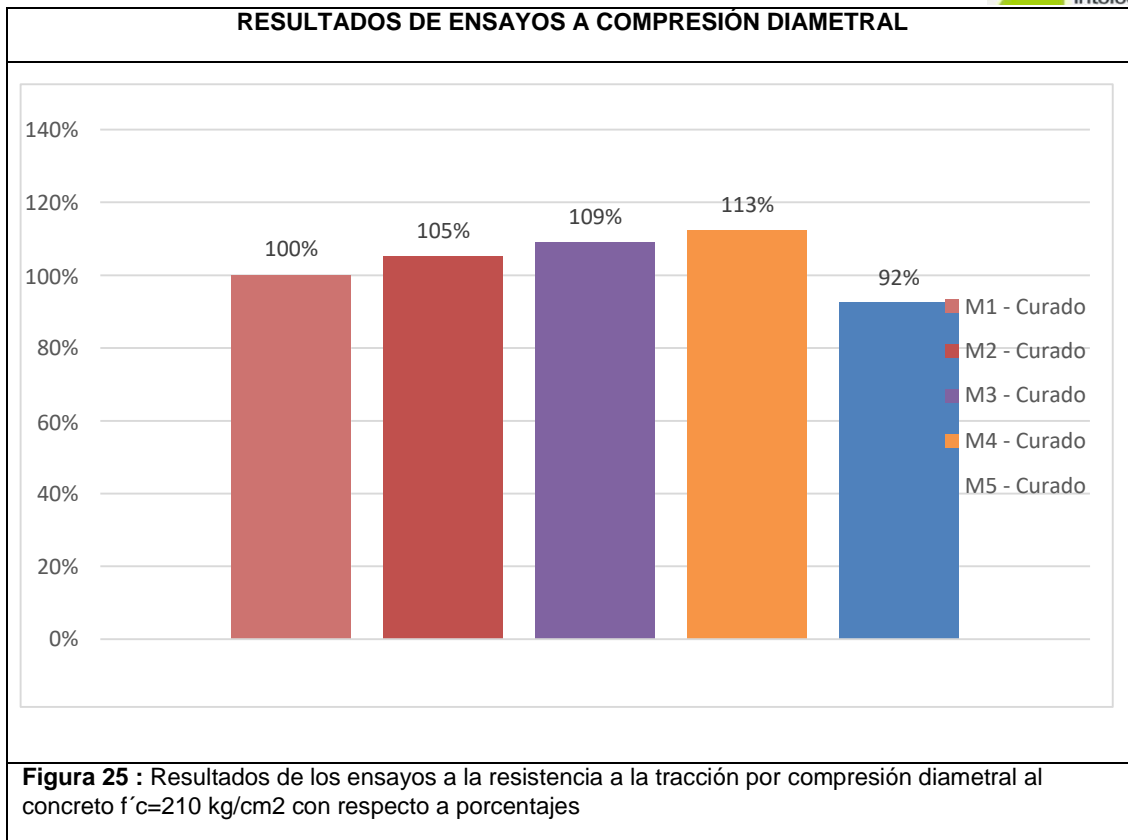


Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar del grafico anterior el concreto de Tipo "M4" es el que alcanza una mayor resistencia en compresión de  $\sigma_c=33.00$  kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

El grafico anterior también nos muestra que el concreto de Tipo "M3" alcanza una resistencia de 32.0 kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

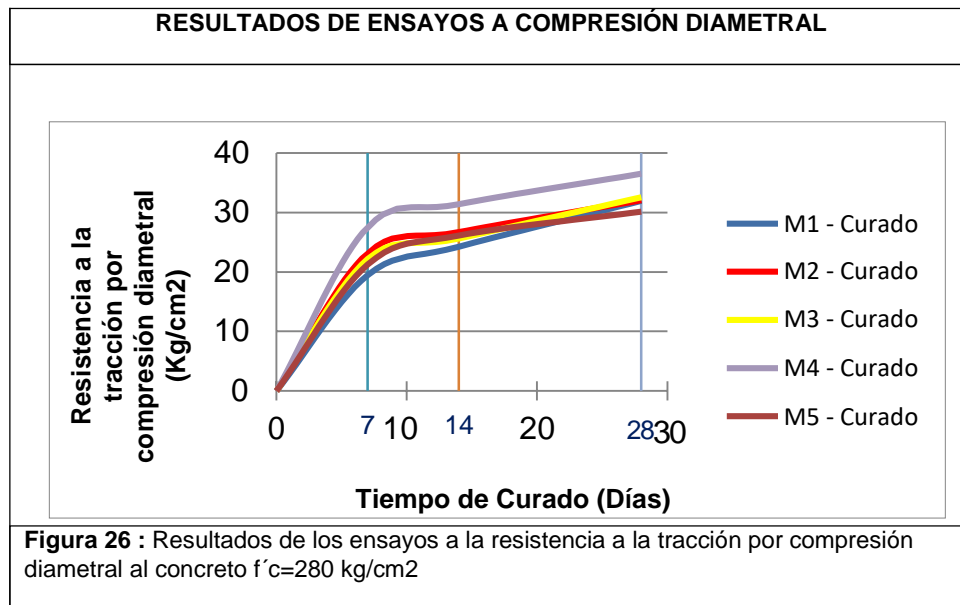
También podemos observar en el siguiente grafico una comparación de resistencias con respecto a porcentajes:



Fuente: Elaboración propia

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL PARA  
F'c=280 KG/CM2**

A continuación se muestra los resultados de la comparación de las resistencias obtenidas en esta investigación:

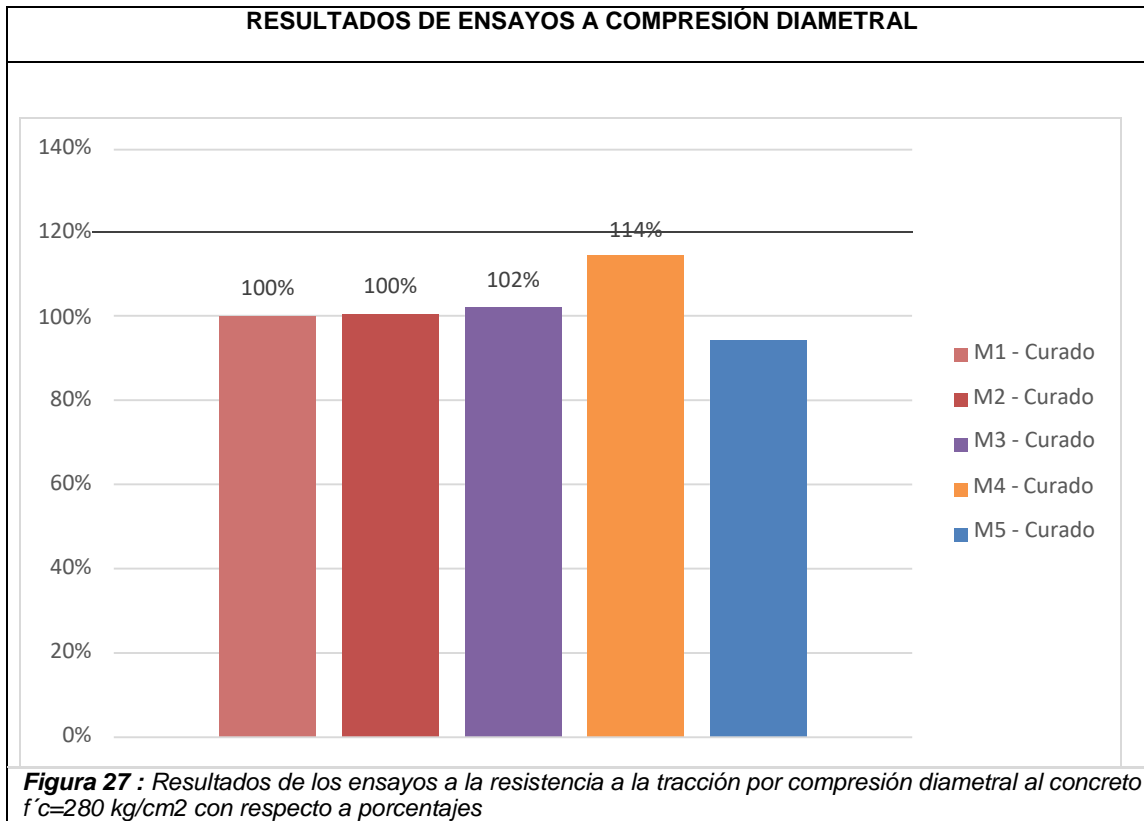


Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar del grafico anterior el concreto de Tipo “M4” es el que alcanza una mayor resistencia en compresión de  $\sigma_c=36.5$  kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

El grafico anterior también nos muestra que el concreto de Tipo “M3” alcanza una resistencia de 30.1 kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

También podemos observar en el siguiente grafico una comparación de resistencias con respecto a porcentajes:

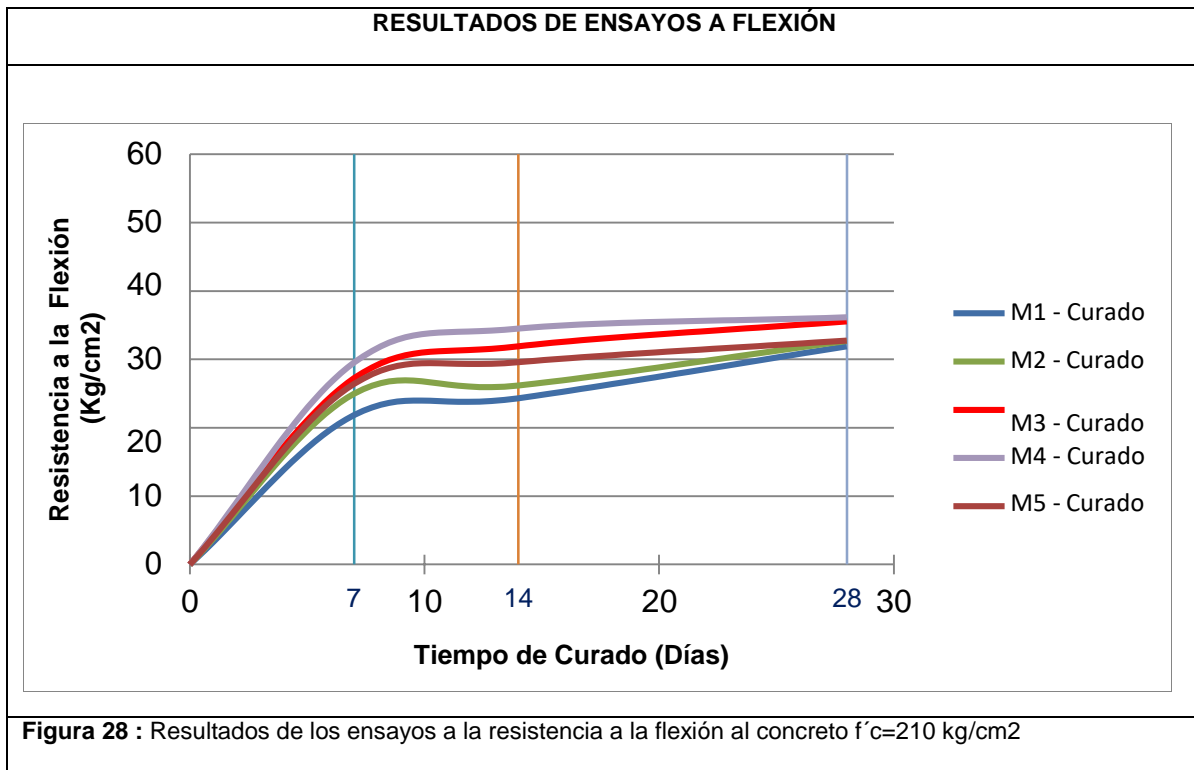


Fuente: Elaboración propia

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PARA CONCRETO DE RESISTENCIA  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>**

A continuación se muestra los resultados de la comparación de las resistencias a la flexión obtenidas en esta investigación:



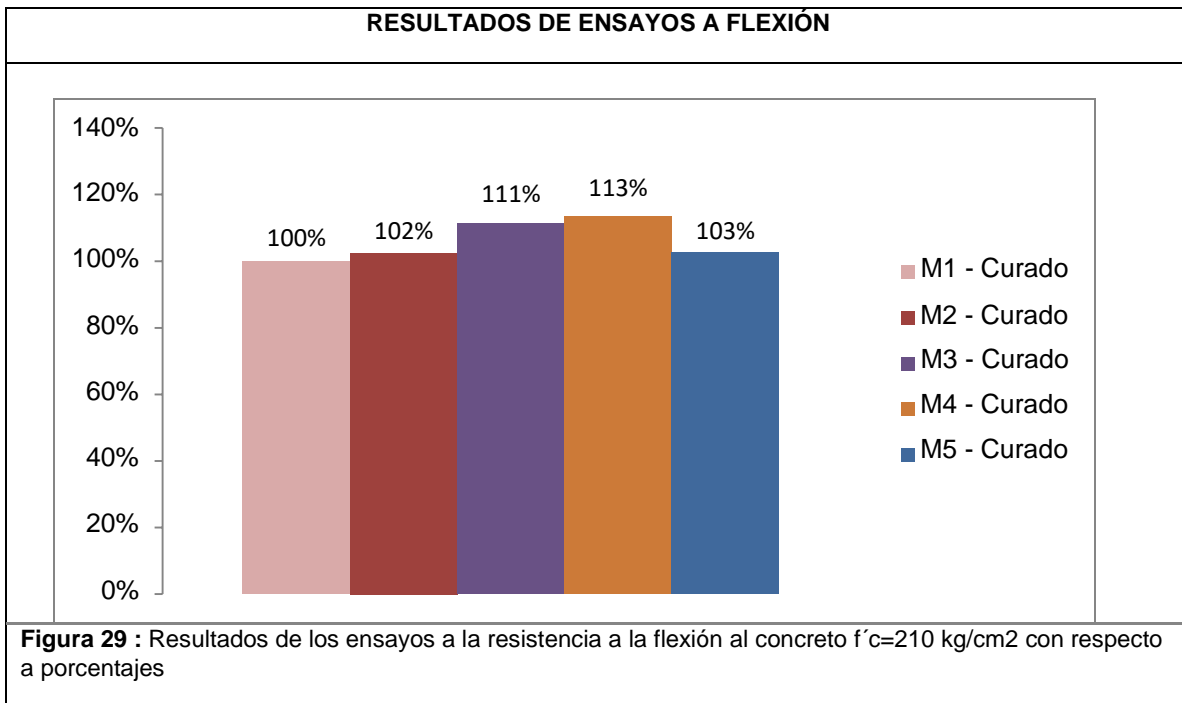


Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar del grafico anterior el concreto de Tipo “M4” es el que alcanza una mayor resistencia en  $M_r=36.2$  kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

El grafico anterior también nos muestra que el concreto de Tipo “M3” alcanza  $M_r= 30.1$  kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

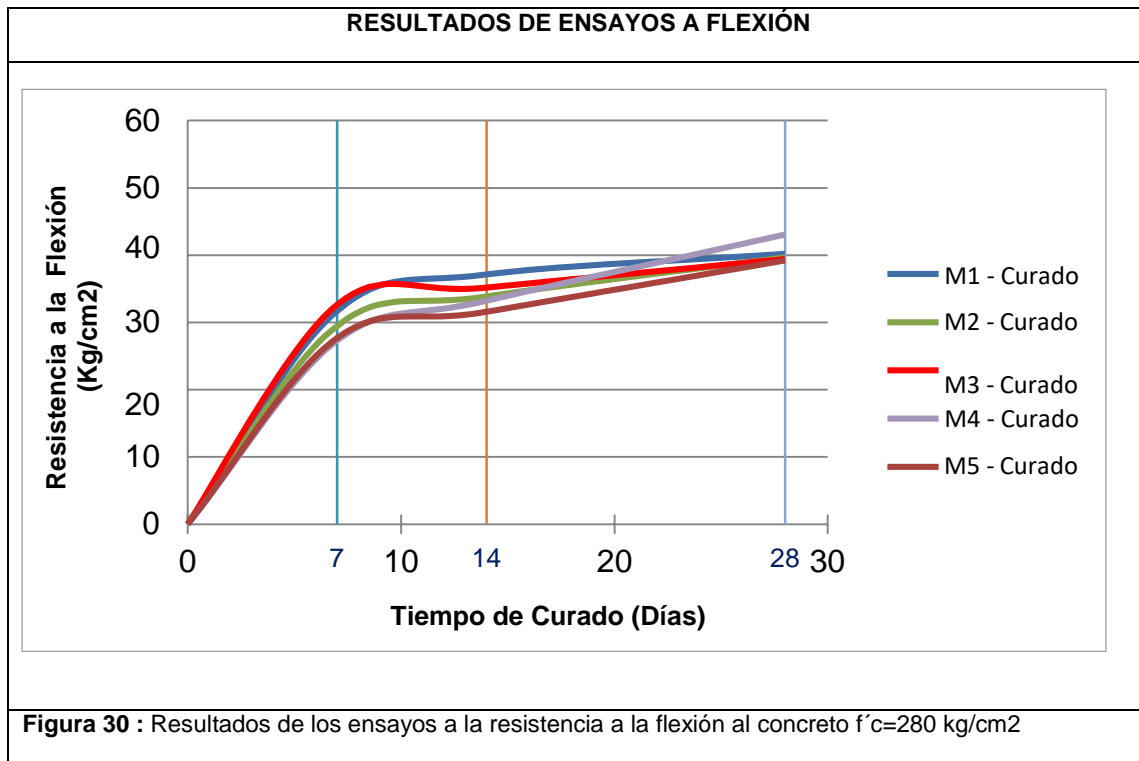
También podemos observar en el siguiente grafico una comparación de resistencias con respecto a porcentajes:



Fuente: Elaboración propia

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PARA CONCRETO DE RESISTENCIA  $F'c=280$  KG/CM<sup>2</sup>**

A continuación se muestra los resultados de la comparación de las resistencias a la flexión obtenidas en esta investigación:

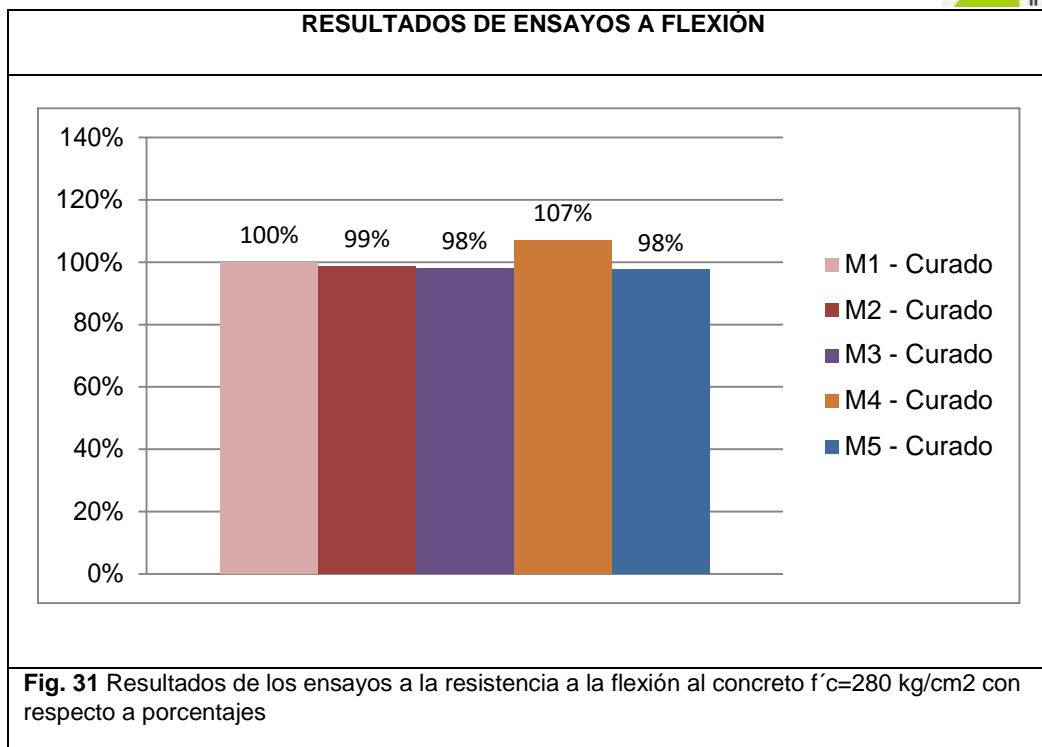


Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar del gráfico anterior el concreto de Tipo “M4” es el que alcanza una mayor resistencia en  $M_r=43.0$  kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

El gráfico anterior también nos muestra que el concreto de Tipo “M3” alcanza  $M_r= 39.4$  kg/cm<sup>2</sup>, superando en resistencia al concreto convencional.

También podemos observar en el siguiente gráfico una comparación de resistencias con respecto a porcentajes:



Fuente: Elaboración propia

## 4.1.2. Discusión de Resultados

### a) Discusión 1:

Se diseñaron los dos tipos de concretos convencionales ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>) bajo la normal ACI realizando todos los ensayos correctamente a los agregados

### b) Discusión 2:

Se evaluó las propiedades mecánicas del concreto convencional para las resistencias de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en su estado fresco.

### **TEMPERATURA:**

La temperatura obtenida en nuestra lectura nos muestra un incremento de temperatura del concreto fresco con respecto a la temperatura ambiental, este ensayo se realizó correctamente teniendo en cuenta la norma ASTM C 1064

### **SLUMP:**

El SLUMP obtenido en este ensayo para estos diseños si están en los rangos establecidos, lo cual esta correcto ya que para que el concreto tenga una buena trabajabilidad tiene que estar en el rango de 3 – 4 pulgadas, como lo establece la norma ASTM C 143 y NTP 339.035

<b>Tabla 58</b>	
<i>Asentamiento recomendado para varios tipos de consistencia</i>	
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
<b>Plástica</b>	<b>3" a 4"</b>
Fluida	≥ 5"

Fuente: Normatividad ASTM

### **CONTENIDO DE AIRE:**

Con respecto a este ensayo se cumplió con la normativa ASTM C 138 y NTP 339.046, el contenido de aire atrapado está en el rango que establece dicha norma.

#### c) Discusión 3:

Se evaluó las propiedades mecánicas de los dos tipos de concreto convencional en su estado endurecido y se les realizó el ensayo para evaluar su resistencia a la compresión ( $f'c$ ):

##### c.1) Resistencia del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>

Este ensayo se realizó a la totalidad de las muestras bajo la N.T.P. 339.04-2008

<b>Tabla 59</b>			
<i>Resultados de ensayos de resistencia <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></i>			
Edad (días)	F'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
7	150.3	210	72%
14	166.0	210	79%
28	211.3	210	101%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior observamos que el concreto alcanza una resistencia de  $f'c = 211 \text{ kg/cm}^2$ , alcanzando la resistencia de diseño.

Además podemos observar en el siguiente grafico que los porcentajes de resistencia con respecto a los días de ensayadas las muestras están en un rango correcto.

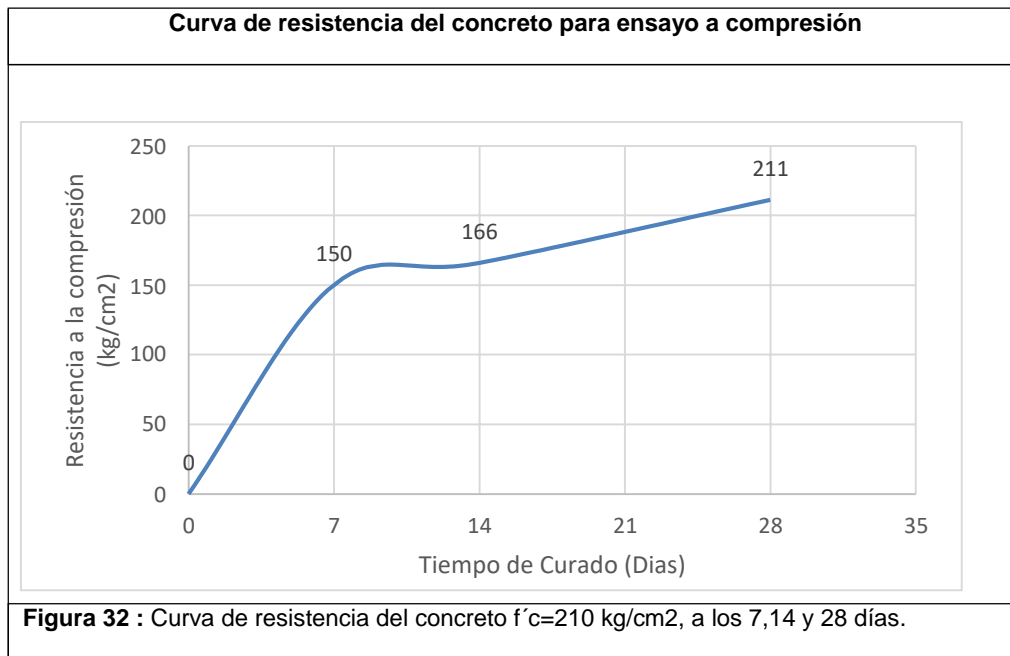


Figura 32 : Curva de resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , a los 7,14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia

c.1) Resistencia del concreto convencional de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Este ensayo se realizó a la totalidad de las muestras bajo la N.T.P. 339.04-2008

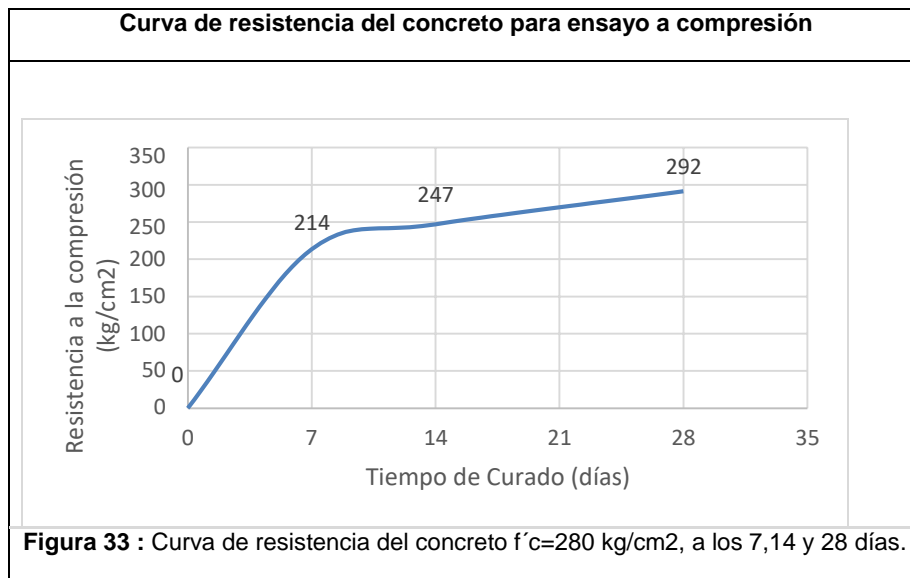
<b>Tabla 60</b>			
<i>Resultados de ensayos de resistencia <math>f'c=280 \text{ kg/cm}^2</math></i>			
Edad (días)	$F'c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$F'c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	(%) (*)
7	213.7	280	76.31%
14	247.3	280	88.33%
28	291.7	280	104.17%

Fuente: Elaboración propia

(\*) Se refiere a la proporción entre  $F'c$  Promedio y  $F'c$  Diseño expresada en porcentaje.

En la tabla anterior observamos que el concreto alcanza una resistencia de  $f'c = 297 \text{ kg/cm}^2$ , alcanzando la resistencia de diseño.

Además en la siguiente figura podemos observar que los porcentajes de resistencia con respecto a los días de ensayadas las muestras están en un rango correcto.



Fuente: Elaboración propia

#### d) Discusión 4:

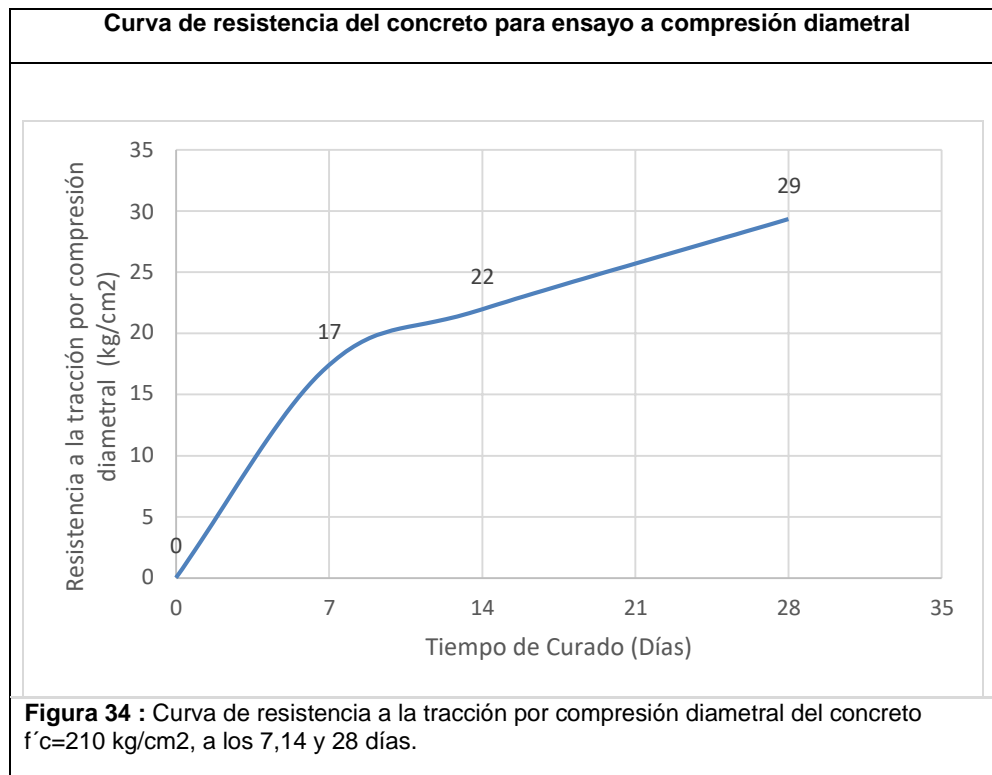
Se evaluó las propiedades mecánicas de los dos tipos de concreto convencional en su estado endurecido y se les realizó el ensayo para evaluar su resistencia a la tracción por compresión diametral:

d.1) ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para el concreto convencional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ :

Este ensayo se realizó a la totalidad de las muestras bajo la N.T.P. 339.084



Para este tipo de ensayo se verifico la resistencia final a los 28 días el cual fue  $\sigma_c=29.3 \text{ kg/cm}^2$ , este esfuerzo se tomara en cuenta al realizar las comparaciones con el concreto adicionado con fibra de estopa de coco. A continuación podemos ver una gráfica de como este concreto va alcanzando su resistencia final al cumplir sus 28 días:



Fuente: Elaboración propia

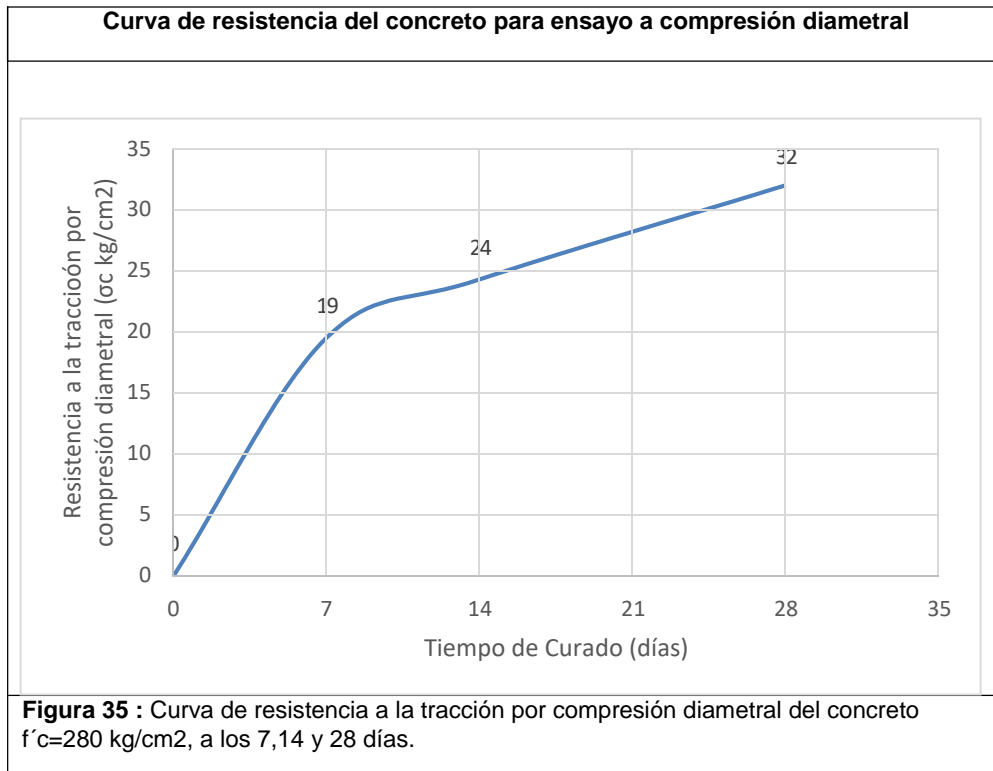
d.2) ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral para el concreto convencional  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ :

Este ensayo se realizó a la totalidad de las muestras bajo la N.T.P. 339.084

Para este tipo de ensayo se verifico la resistencia final a los 28 días el cual fue  $\sigma_c=31.9 \text{ kg/cm}^2$ , este esfuerzo se tomara en cuenta al realizar las

comparaciones con el concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

A continuación podemos ver una gráfica de como este concreto va alcanzando su resistencia final al cumplir sus 28 días:



Fuente: Elaboración propia

e) **Discusión 5:**

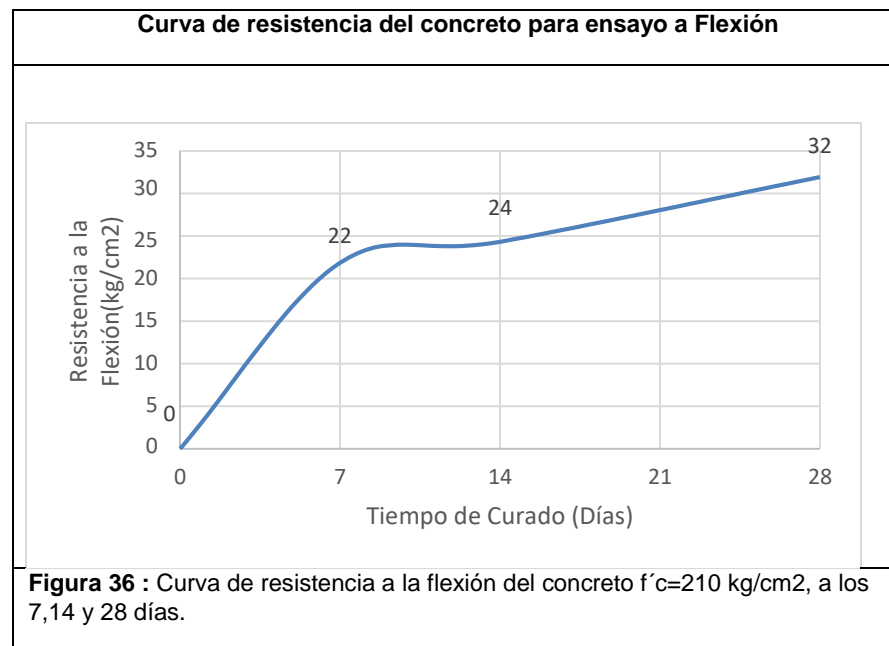
Se evaluó las propiedades mecánicas de los dos tipos de concreto convencional en su estado endurecido y se les realizó el ensayo para evaluar su resistencia a la flexión:

d.1) ensayo de resistencia a la flexión para el concreto convencional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>:

Este ensayo se realizó a la totalidad de las muestras bajo la N.T.P. 339.078-2012

Para este tipo de ensayo se verifico la resistencia final a los 28 días el cual fue  $M_r=31.9 \text{ kg/cm}^2$ , este esfuerzo se tomara en cuenta al realizar las comparaciones con el concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

A continuación podemos ver una gráfica de como este concreto va alcanzando su resistencia final al cumplir sus 28 días:



Fuente: Elaboración propia

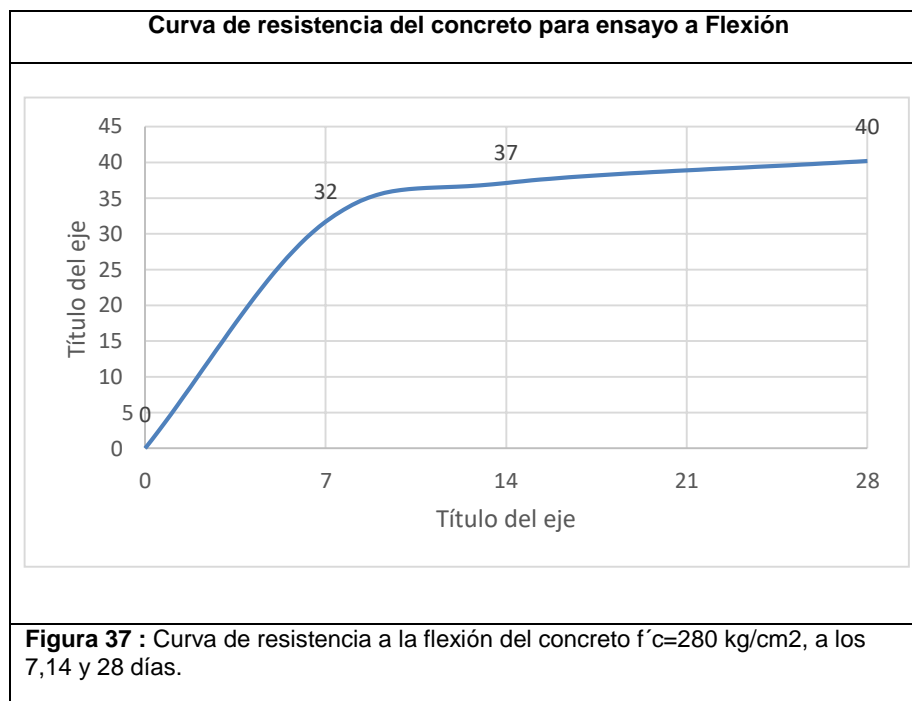
d.2) ensayo de resistencia a la flexión para el concreto convencional  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ :

Este ensayo se realizó a la totalidad de las muestras bajo la N.T.P. 339.078-2012

Para este tipo de ensayo se verifico la resistencia final a los 28 días el cual fue  $M_r=40.2 \text{ kg/cm}^2$ , este esfuerzo se tomara en cuenta al realizar las

comparaciones con el concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

A continuación podemos ver una gráfica de como este concreto va alcanzando su resistencia final al cumplir sus 28 días:



Fuente: Elaboración Propia

f) Discusión 6:

Al diseñar nuestros concretos convencionales de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, a estos concretos le adicionaremos la FIBRA DE ESTOPA DE COCO, como ya habíamos mencionado antes en la descripción 6, para realizar esta adición con respecto a longitud y volumen de la fibra nos basamos en un estudio ya realizado anteriormente, cabe precisar sobre este estudio que fue el primer estudio con fibras de estopa de coco, dicho estudio es el siguiente:

USO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO, este estudio utilizo estas fibras ya industrializadas, a diferencia de esta investigación que para realizar el proceso de extracción de la fibra se hizo manualmente.

También vale decir que para esta investigación ya se tomaron en cuenta dos tipos de resistencias ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>), con lo cual se procedió hacer las respectivas comparaciones de las propiedades mecánicas de dichos concretos convencionales y el concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

Aparte de esa investigación que fue la pionera también se ha encontrado otras investigaciones:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE Y EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO PARA FINES ESTRUCTURALES, en la cual se utilizó fibras de longitud de 10 mm. A diferencia de esta investigación.

También cabe decir que para la investigación citada solo se realizó una comparación de resistencia a la compresión, a diferencia de esta investigación que se evaluaron las propiedades mecánicas del concreto en su

estado fresco y su estado endurecido.

g) **Discusión 7:**

Se evaluaron las propiedades del concreto adicionado con fibra de estopa de coco en su ESTADO FRESCO:

Temperatura, contenido de aire, peso unitarios, estas propiedades son relevantes ya que esta fibra no hace que cambien de forma abrupta los resultados.

Pero si analizamos el SLUMP, para cuando se le adiciona las fibras al concreto nos da unos resultados inferiores y casi al límite de la trabajabilidad:

En la siguiente tabla observaremos los diferentes tipos de mezclas y sus respectivos SLUMP:

**Fig. 38 Resultados del SLUMP para resistencia de  $f'c$  210 + sus adicciones de fibra de estopa de coco y 280 + sus adicciones de fibra de estopa de coco**

	210 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño	SLUMP (pulg)	SLUMP (pulg)
M2	3	2.8
M3	2.9	2.6
M4	2.8	2.5
M5	2.5	2.5

Fuente: Elaboración Propia

h) **Discusión 8:**

Se evaluaron las propiedades del concreto adicionado con fibra de estopa de

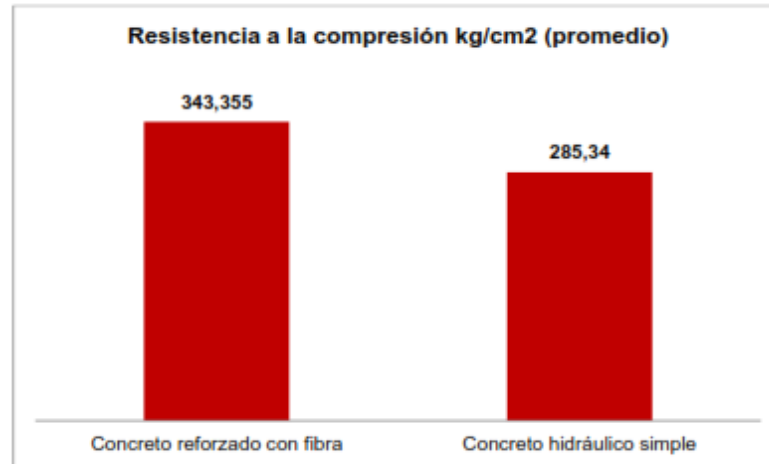
coco en su ESTADO ENDURECIDO:

Ensayo para determinar la resistencia en compresión.

Ensayo realizado bajo la N.T.P. 339.034

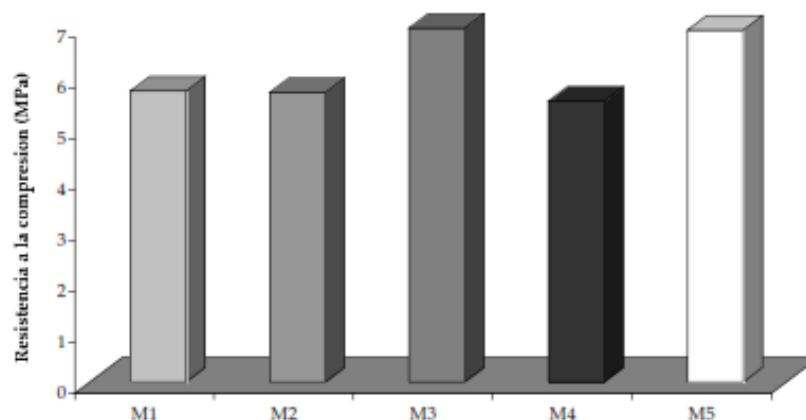
En la investigación: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE Y EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO PARA FINES ESTRUCTURALES.

Como se observa en la figura cuando se le adiciona la fibra de estopa de coco al concreto convencional, este aumenta su resistencia a la compresión



En la investigación: USO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO.

Podemos observar en el siguiente grafico podemos observar como varían las resistencias con los distintos tipos de mezclas:



Resultado M3 Y M5 las resistencias más óptimas en la investigación anteriormente citada

En la presente tesis, las resistencias más óptimas se obtuvieron en M3 Y M4 como ya se describieron anteriormente.

i) Discusión 9:

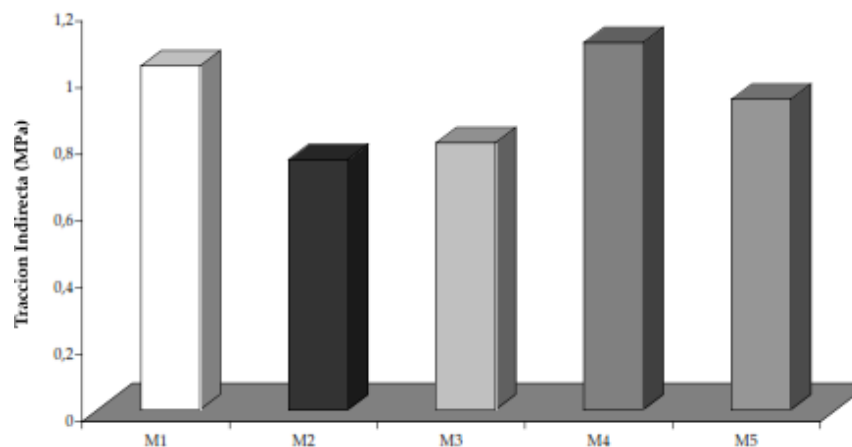
Se evaluaron las propiedades del concreto adicionado con fibra de estopa de coco en su ESTADO ENDURECIDO:

Ensayo para determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral.

Ensayo realizado bajo la N.T.P. 339.084

En la investigación: USO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO.

Podemos observar en el siguiente grafico podemos observar como varían las resistencias a la tracción por compresión diametral con los distintos tipos de mezclas:





Como observamos en el grafico anterior la resistencia a la tracción por compresión diametral más óptima se obtuvo en M4

En la presente tesis de investigación se obtuvo una mayor resistencia a la tracción por compresión diametral en M3 Y M4 como ya se han descrito los valores anteriormente.

j) Discusión 10:

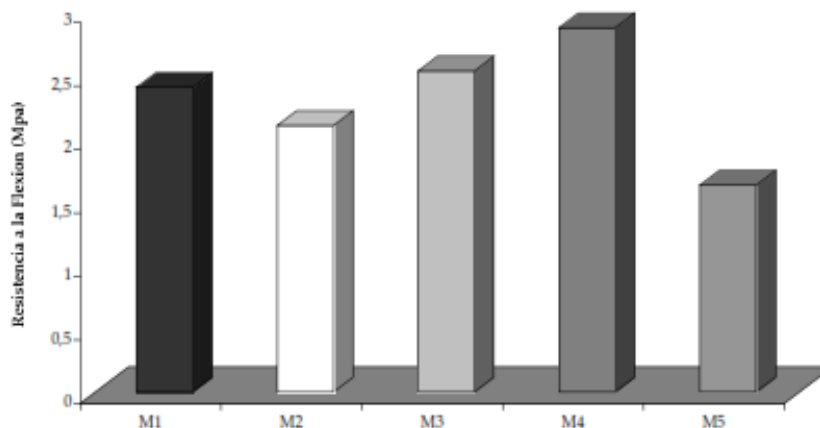
Se evaluaron las propiedades del concreto adicionado con fibra de estopa de coco en su ESTADO ENDURECIDO:

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión.

Ensayo realizado bajo la N.T.P. 339.078

En la investigación: USO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO.

Podemos observar en el siguiente como varían las resistencias a la flexión con los distintos tipos de mezclas:



En la gráfica anterior nos muestra que para los diseños M4 Y M3 alcanza una mejor resistencia a la flexión.

En la presente tesis de investigación nos resultó que para los concretos M3 Y M4 descritos anteriormente alcanza una mejor resistencia en flexión.

k) Discusión 11:

Se han evaluado y comparado los resultados obtenidos de los ensayos realizados al concreto convencional y el concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

Se han utilizado las normas ya antes mencionadas para realizar los ensayos en estado fresco y en estado endurecido del concreto.

# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES

### a) Conclusión 1:

Se elaboró un diseño de mezclas de concreto convencional con una resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , estos diseños de mezclas se realizaron por el método del ACI.

Concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ :

En total se ensayaron 18 especímenes en forma de probetas cilíndricas y 09 especímenes en forma de vigas.

Dosificación:

Cantidad de materiales por metro cubico:

Cemento	: Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	: 345 k/m <sup>3</sup>
Agregado fino	: La Victoria – Pátapo	: 858 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	: Tres Tomas – Ferreñafe	: 879 kg/m <sup>3</sup>
Agua Laboratorio	: USS – Pimentel	: 224 L

Esto quiere decir que por cada metro cubico de concreto usaremos 8.1 bolsas de Cemento Portland Tipo I (42.5 kg), y además la relación agua - cemento en este diseño será de 0.65

Concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ :

En total se ensayaron 18 especímenes en forma de probetas cilíndricas y 09 especímenes en forma de vigas.

Dosificación:

- Cantidad de materiales por metro cubico:

Cemento	: Cemento Portland Pacasmayo Tipo I	: 424 k/m <sup>3</sup>
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 797 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	: Tres Tomas – Ferreñafe	: 852 kg/m <sup>3</sup>
Agua Laboratorio	: USS – Pimentel	: 245 L

Esto quiere decir que por cada metro cubico de concreto usaremos 10.00 bolsas de Cemento Portland Tipo I (42.5 kg), y además la relación agua - cemento en este diseño será de 0.578.

b) Conclusión 2:

Se evaluó las propiedades en estado fresco (Slump, Contenido de aire, Temperatura y Peso unitario) del concreto convencional para las resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, dándose como resultados valores que están dentro de los parámetros que nos brindan las normas.

c) Conclusión 3:

Se evaluó las propiedades del concreto convencional en su estado endurecido (resistencia a la compresión)

Para el concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo un resultado a los 28 días una resistencia a la compresión  $f'c=211.3$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo este valor con el cual haremos las comparaciones del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

Para el concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo un resultado a los 28 días una resistencia a la compresión  $f'c=291.7$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo este valor con el cual haremos las comparaciones del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

d) Conclusión 4:

Se evaluó las propiedades del concreto convencional en su estado endurecido (resistencia a la tracción por compresión diametral).

Para el concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo un resultado a los 28 días una resistencia a la compresión  $\sigma_c= 29.3$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo este valor con el cual haremos las comparaciones del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

Para el concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo un resultado a los 28 días una resistencia a la compresión  $\sigma_c= 31.9$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo este valor con el cual haremos las comparaciones del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

e) conclusión 5:

Se evaluó las propiedades del concreto convencional en su estado endurecido (resistencia a flexión).

Para el concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo un resultado a los 28 días una resistencia a la compresión  $M_r= 31.9$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo este valor con el cual haremos las comparaciones del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

Para el concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo un resultado a los 28 días una resistencia a la compresión  $M_r= 40.2$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo este valor con el cual haremos las comparaciones del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.

f) Conclusión 6:

Se elaboró un diseño de mezclas de concreto convencional con una resistencia a la compresión  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionándole fibra de estopa de coco

Concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> + la adición de la fibra:

En total se ensayaron 72 especímenes en forma de probetas cilíndricas y 36

especímenes en forma de vigas.

Concreto convencional de resistencia a la compresión  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  + la adición de la fibra:

En total se ensayaron 72 especímenes en forma de probetas cilíndricas y 36 especímenes en forma de vigas.

g) Conclusión 7:

Sobre las propiedades mecánicas del concreto en estado fresco del concreto convencional adicionado con fibra de estopa de coco, se debe decir que la Temperatura, el contenido de aire y el peso unitario son propiedades que casi y se mantienen constantes.

Pero sobre el Slump tenemos que decir que a mayor volumen de fibra agregada la trabajabilidad baja.

h) Conclusión 8:

Se evaluó las propiedades del concreto convencional adicionado con fibra de estopa de coco en su estado endurecido (resistencia a la compresión).

Teniendo como resultados más óptimos para:

El concreto convencional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  + fibra de estopa de coco de 5cm y proporción de 0.5% del volumen del concreto ("M4"), siendo ensayadas las muestras a los 28 días el resultado que se obtuvo fue de  $f'c = 250.3 \text{ kg/cm}^2$

El concreto convencional  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  + fibra de estopa de coco de 5cm y proporción de 0.5% del volumen del concreto ("M4"), siendo ensayadas las muestras a los 28 días el resultado que se obtuvo fue de  $f'c = 326.0 \text{ kg/cm}^2$

i) Conclusión 9:

Se evaluó las propiedades del concreto convencional adicionado con fibra de estopa de coco en su estado endurecido (resistencia a la tracción por compresión diametral).

Teniendo como resultados más óptimos para:

El concreto convencional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + fibra de estopa de coco de 5cm y proporción de 0.5% del volumen del concreto ("M4"), siendo ensayadas las muestras a los 28 días el resultado que se obtuvo fue  $\sigma_c=33.0$  kg/cm<sup>2</sup>

El concreto convencional  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + fibra de estopa de coco de 5cm y proporción de 0.5% del volumen del concreto ("M4"), siendo ensayadas las muestras a los 28 días el resultado que se obtuvo fue  $\sigma_c=36.5$  kg/cm<sup>2</sup>

j) Conclusión 10:

Se evaluó las propiedades del concreto convencional adicionado con fibra de estopa de coco en su estado endurecido (resistencia a la flexión).

Teniendo como resultados más óptimos para:

El concreto convencional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> + fibra de estopa de coco de 5cm y proporción de 0.5% del volumen del concreto ("M4"), siendo ensayadas las muestras a los 28 días el resultado que se obtuvo fue  $M_r=36.2$  kg/cm<sup>2</sup>

El concreto convencional  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> + fibra de estopa de coco de 5cm y proporción de 0.5% del volumen del concreto ("M4"), siendo ensayadas las muestras a los 28 días el resultado que se obtuvo fue  $M_r=43.0$  kg/cm<sup>2</sup>



k) Conclusión 11:

Evaluamos y compramos las propiedades del concreto convencional y el concreto adicionado con fibra de estopa de coco teniendo los siguientes resultados:

ESTADO FRESCO:

Se concluye diciendo que la propiedad más relevante es la del Slump ya que al incrementar la cantidad de fibra que se adicionara en la mezcla el concreto se volverá un poco menos trabajable

ESTADO ENDURECIDO:

Se concluye diciendo que la adición de la fibra de estopa de coco hace que el concreto incremente su resistencia en compresión en tracción por compresión diametral y en flexión.

## 5.2. RECOMENDACIONES

a) al realizar el diseño de mezclas se debe tener en cuenta la calidad y los ensayos de los materiales

Debemos verificar la correcta relación agua – cemento ya que es un factor muy importante a tener en cuenta para obtener la resistencia requerida.

b) realizar los ensayos al concreto fresco y ensayos al concreto endurecido de una forma adecuada siguiendo las normas establecidas

c) al realizar el diseño del concreto adicionado con fibra de estopa de coco se recomienda diseñar con un SLUMP mayor, para así tener una mejor trabajabilidad del concreto.

d) se recomienda usar las fibras de estopa de coco para adición en concretos ya que como se observó en la presente investigación incrementa la resistencia a la compresión a la tracción por compresión diametral y flexión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, C. A. (2002). *Concreto a base de cemento Portland reforzados con Fibras Naturales*. Nuevo León.
- Cepeda, R., Escobar Henriquez, J.M., Gomez Aguirre, C.R., & Estela, N. (1997). *Revista del ISCYC*. San Salvador. Vol 2, N 5, p. 6-15.
- Gram., Hans. E. (1998). Durability of Natural fibres in concreto. Natural Fibre Reinforced Cement and Concrete. (Concrete Technology and desingn, Swamy, Ramnath Narayan, De.), Glasgow, Blackie. 288 p.
- Hernández, N (2015). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico simpley concreto reforzado con fibra (estopa de coco) para fines estructurales. Estado de Guerrero
- Juárez, C., Rodríguez, P., Rivera, R., & Rechy de von Roth, M.. (2004, Enero-Marzo). *Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en concreto*. Ingenierías, Vol. VII, No. 22, pp.7-8.
- Lao, W. (2007). *Utilización de fibras Metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa*. Universidad Ricardo Palma, Lima.
- NTP 400.012; 2013. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- NTP 400.017; 2011. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.
- NTP 400.022; 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

NTP 400.021; 2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

NTP 339.034; 2008. (CONCRETO). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

NTP 339.078; 2012. (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.079; 2012. (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro de la luz.

NTP 339.035; 2009. (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams.

NTP 339.183; 2009. (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.

Osorio, J., Varón, F., & Herrera, J.. (2007). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.

Patazca, P. & Tafur, J. (2013). *Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y a flexión del concreto convencional, concreto Con fibra de acero Sikafiber Cho 80/60 NB, y concreto con fibra sintética Sikafiber Force PP/PE-700/55*. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo.

Quintero, S. y González, L.. (2006, julio-diciembre). *Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. Ingeniería y Desarrollo, Núm. 20, pp. 134-150.

Reyes, U. (2008). *Concreto Reforzado con Fibra de Bagazo de Caña*. Xalapa, Veracruz:

Facultad de Ingeniería civil.

Revista ASOCEM. (2013). ASOCEM Septiembre.

Rojas, H. (2009). *Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de aves)*. Universidad Ricardo Palma, Lima.

Steven H. Kosmatka, B. K. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. México: Portland Cement Association.

Universidad Nacional de Cajamarca. (2015, Febrero 04). *Universidad Nacional de Cajamarca*. Recuperado el 15 de Setiembre de 2015, de Universidad Nacional de Cajamarca: <http://www.unc.edu.pe>

## **ANEXOS:**

**Universidad Señor de Sipán**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Pimentel**

Formato Interno

**Tesistas:** VELA REQUEJO LUIS GUSTAVO  
YOVERA LEÓN ROGGER ERNESTO

**Tesis:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO

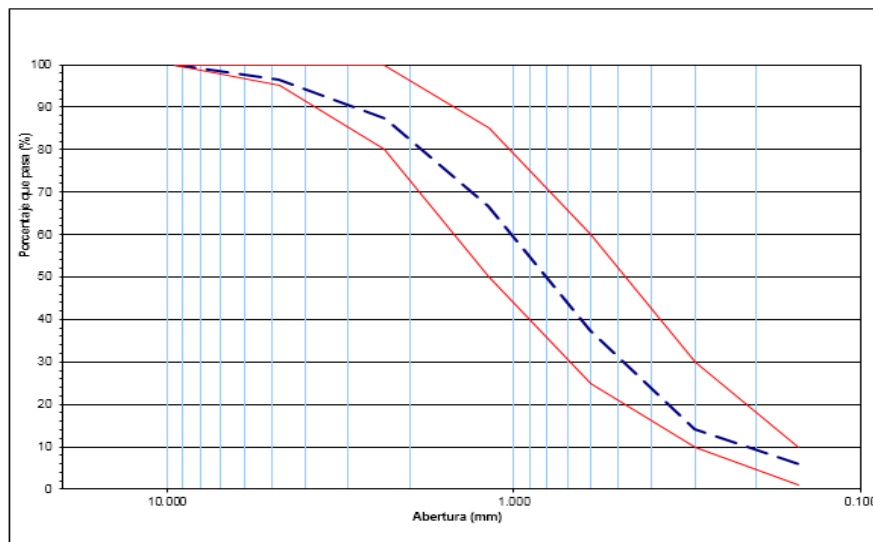
**Ubicación:** Patapo-La Victoria

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

**Peso inicial** 300.0  
**Muestra** : Patapo-La Victoria

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	<b>0.0</b>	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	<b>0.00</b>	0.0	0.0	100.0
Nº 004	4.750	<b>19.36</b>	6.5	6.5	93.5
Nº 008	2.360	<b>36.18</b>	12.1	18.5	81.5
Nº 016	1.180	<b>51.61</b>	17.2	35.7	64.3
Nº 030	0.600	<b>69.69</b>	23.2	58.9	41.1
Nº 050	0.300	<b>67.58</b>	22.5	81.5	18.5
Nº 100	0.150	<b>32.49</b>	10.8	92.3	7.7
<b>FONDO</b>		<b>23.09</b>	7.7	100.0	0.0
Módulo de fineza =				2.934	
Aberura de malla de referencia =				9.520	

**CURVA GRANULOMETRICA - A GREGADO FINO**



**Universidad Señor de Sipán**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

**Formato Interno**

**Tesistas :** VELA REQUEJO LUIS GUSTAVO  
 YOYERA LEÓN ROGGER ERNESTO

**Tesis :** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO

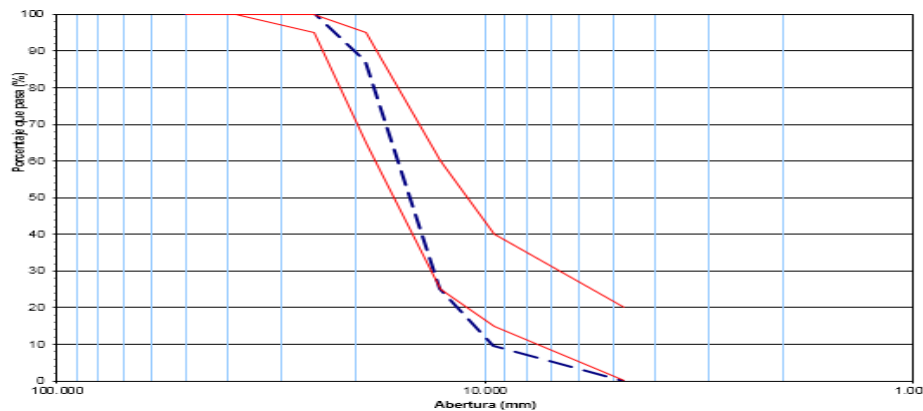
**Ubicación:** Ferreñafe : Tres Tomas

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial 3000.0  
 Muestra Ferreñafe : Tres Tomas

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.000	<b>0.0</b>	0	0.0	100.0
1 1/2"	38.000	<b>0.0</b>	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	<b>0.0</b>	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	<b>591.0</b>	19.7	19.7	80.3
1/2"	12.700	<b>1308.0</b>	43.6	63.3	36.7
3/8"	9.520	<b>659.0</b>	22.0	85.3	14.7
Nº 004	4.750	<b>442.0</b>	14.7	100.0	0.0
<b>FONDO</b>		<b>0.0</b>	0.0	100.0	0.0
Tamaño Máximo =				<b>3/4"</b>	
Tamaño Máximo Nominal =				<b>1/2"</b>	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGRÉGADO GRUESO**





**Universidad Señor de Sipán**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chidlayo**

**Formato Interno**

**Tesistas :** VELA REQUEJO LUIS GUSTAVO  
YOVERA LEÓN ROGGER ERNEST

**Tesis :** ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA CILÍNDRICA A LA COMPRESIÓN Y LA VELOCIDAD DE PULSO ULTRASÓNICO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL

**Ubicación:** Patapo-La Victoria

**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Muestra** : Patapo-La Victoria

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7469	7436
.- Peso del recipiente	(gr.)	2998	2998
.- Peso de muestra	(gr.)	4471	4438
.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0028	0.0028
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1621	1609
.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1615	
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1605	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7736	7801
.- Peso del recipiente	(gr.)	2998	2998
.- Peso de muestra	(gr.)	4738	4803
.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0028	0.0028
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1718	1742
.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1730	
.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1719	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	300	300
.- Peso de muestra seca	(gr.)	298.09	298.09
.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
.- Contenido de humedad	(%)	0.64	0.64
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.64	

**Universidad Señor de Sipán**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

**Formato Interno**

**Tesistas :** VELA REQUEJO LUIS GUSTAVO  
YOVERA LEÓN ROGGER ERNESTO

**Tesis :** ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA CILÍNDRICA A LA COMPRESIÓN Y LA VELOCIDAD DE PULSO ULTRASÓNICO EN EL CONCRETO CONVENCIONAL

**Ubicación:** Ferreñafe : Tres Toma

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra **Ferreñafe : Tres Tomas**

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	20090	20345
.- Peso del recipiente	(gr.)	6760	6760
.- Peso de muestra	(gr.)	13330	13585
.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0094	0.0094
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1420	1447
.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1433	
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1425	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	21315	21420
.- Peso del recipiente	(gr.)	6760	6760
.- Peso de muestra	(gr.)	14555	14660
.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0094	0.0094
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1550	1561
.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1556	
.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1547	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	300.25	300.25
.- Peso de muestra seca	(gr.)	298.57	298.57
.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
.- Contenido de humedad	(%)	0.56	0.56
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.56	

**Universidad Señor de Sipán**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

**Formato Interno**

**Tesistas :** VELA REQUEJO LUIS GUSTAVO  
YOVERA LEÓN ROGGER ERNESTO

**Tesis :** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO  
CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO

**Ubicación:** Patapo-La Victoria

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra : Patapo-La Victoria

**I. DATOS** 500

1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	971.5
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	665.0
3.- Peso del agua	(gr)	306.5
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	655.2
5.- Peso del frasco	(gr)	165.0
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	490.2
7.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0

**II .- RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.533
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.584
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.130
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.01

**Universidad Señor de Sipán**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

**Formato Interno**

**Tesistas :** VELA REQUEJO LUIS GUSTAVO  
YOVERA LEÓN ROGGER ERNESTO

**Tesis :** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO

**Ubicación:** Ferreñafe : Tres Tomas

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra Ferreñafe : Tres Tomas

**I. DATOS**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	1482.1
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1499.0
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	1880.0
4.- Peso de la canastilla	(gr)	942.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	938.0

**II .- RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.642
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.672
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.724
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.14

USS

Expediente N°

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - I

Peticionario

Ensayos físicos para diseño de mezcla de concreto.

Atención

1.- GRANULOMETRIA: N.T.P. 400.012

$f_c$  : 280 Kg/cm<sup>2</sup>

Muestra Patapo-La Victoria

Muestra Ferreñafe : Tres Tomas

Peso Hur. 300 Peso Sec 298.09

Peso Hur. 300.25 Peso Sec 298.57

Modulo de Fineza: 2.934 Cont, Hur 0.64

Modulo de Fineza: 2.683 Cont, Hur 0.56

Malla	Peso Retenid	% Retenid	% Ret. Acum.	% Que Pasa
3/8"	0	0	0	100
Nº4	19.4	6.5	6.5	93.5
Nº8	36.2	12.1	18.5	81.5
Nº16	51.6	17.2	35.7	64.3
Nº30	69.7	23.2	58.9	41.1
Nº50	67.6	22.5	81.5	18.5
Nº100	32.5	10.8	92.3	7.7
FONDO	23.1	7.7	100.0	0.0

Malla	Peso Retenid	% Retenid	% Ret. Acum.	% Que Pasa
2"	0	0	0	100
1 1/2"	0	0	0	100
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	591	19.70	19.70	80.30
1/2"	1308	43.60	63.30	36.70
3/8"	659	21.97	85.27	14.73
Nº4	442	14.73	100.00	0.00
FONDO	0.0	0.0	100.0	0.0

2.- PESO UNITARIO : N.T.P. 400.017

SUELTO	A	B
- Peso de la muestra húmeda	7469	7436
- Volumen del molde		0.0028
- Peso unitario suelto húmedo		1615
- PESO UNIT. SUELTO SECO		1605

COMPACTADO	A	B
- Peso de la muestra húmeda	7736	7801
- Volumen del molde		0.00276
- Peso unitario suelto húmedo		1730
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		1719

SUELTO	T.M.:	T.M.N.:
- Peso de la muestra húmeda	20090	20345
- Volumen del molde		0.00939
- Peso unitario suelto húmedo		1433
- PESO UNIT. SUELTO SECO		1425

COMPACTADO	T.M.:	T.M.N.:
- Peso de la muestra húmeda	21315	21420
- Volumen del molde		0.00939
- Peso unitario suelto húmedo		1556
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		1547

3.- PEOS ESPECIFICO Y ABSORCIÓN N.T.P. 400.021 Arena

A.- Datos de la arena	N.T.P. 400.022 Piedra
1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g 500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua	g 971.5
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco. (1+5)	g 665.0
4.- Peso del Agua. (2-3)	g 306.5
5.- Peso del Frasco	g 655.2
6.- Peso de la muest. secada ahorno + Peso del frasco. (5+7)	g 165.0
7.- Peso de la muest. seca en el horno.	g 490.2
8.- Volumen del frasco.	cm <sup>3</sup> 500.0

B.- Resultados	Promedio
A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA. $7/(8-4)$	g/cm <sup>3</sup> 2.533
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. $7/(7-4)$	g/cm <sup>3</sup> 2.584
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE $7/((8-4)-(8-7))$	g/cm <sup>3</sup> 1.130
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN. $((1-7)/7)*100$	% 2.01

A.- Datos de la grava	
1.- Peso de la muestra seca al horno	g 1482
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g 1499
3.- peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastil.	g 1880
4.- Peso de la canastilla	g 942
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (3-4)	g 938

B.- Resultados	Promedio
A.- PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA. $1/(2-5)$	g/cm <sup>3</sup> 2.642
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S. $2/(2-5)$	g/cm <sup>3</sup> 2.672
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE $1/(1-5)$	g/cm <sup>3</sup> 2.724
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN. $((2-1)/1)*100$	% 1.14

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD : N.T.P. 339.185

Arena $((A+B)/2)/(1+(C.H./100))$	
1.- Peso de la muest. húmeda	300
2.- Peso de la muestra seca	298.09
3.- Cont. Humedad	0.64
4.- Promedio	0.64

Grava	
1.- Peso de la muest. húmeda	300.25
2.- Peso de la muestra seca	298.57
3.- Cont. Humedad	0.56
4.- Promedio	0.56

**Universidad Señor de Sipan**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

**ENSAYO** : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)  
**REFERENCIA** : RECOMENDACIÓN **ACI 211**

**Tesistas:** VELA REQUEJO LUIS GUSTAVO  
YOVERA LEÓN ROGGER ERNESTO

**DISEÑO DE RESISTENCIA**

$F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**I.) Datos del agregado grueso**

01.- Tamaño máximo nominal	1/2" pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2642 Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco	1547 Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco	1425 Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad	0.56 %
06.- Contenido de absorción	1.14 %

**II.) Datos del agregado fino**

07.- Peso específico seco de masa	2529 Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto	1605 Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad	0.6407 %
10.- Contenido de absorción	2.0096 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)	2.934

**III.) Datos de la mezcla y otros**

12.- Resistencia especificada a los 28 días	$F'_{cr}$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.684
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona.	216	216 L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado	0	2.5 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.5366 m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento : Tipo I - Pacasmayo.		3150 Kg/m <sup>3</sup>
19.- Aditivo Sin Aditivo		0.000 %
20.- Densidad aparente del aditivo : Sika Cem Plastificante		0.000 g/cm <sup>3</sup>

**IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua**

a.- C e m e n t o	316	0.1003			
b.- A g u a	216	0.2160			
c.- A i r e	2.5	0.0250	Corrección por humedad		Agua Efectiva
d.- A r e n a	872	0.3446	51	877.0941	12.0060
e.- G r a v a	830	0.3142	49	834.7064	4.8212
	2236	1.0000			<b>16.8272</b>

**V.) Resultado final de diseño (húmedo)**

C E M E N T O	315.79	Kg/m <sup>3</sup>
A G U A	232.83	L/m <sup>3</sup>
A R E N A	877.09	Kg/m <sup>3</sup>
P I E D R A	834.71	Kg/m <sup>3</sup>
	2260	

**VI.) Tanda de ensayo**

8.842 kg	$0.028 \text{ m}^3$	
6.519 L	$F_{\text{cemento (en bolsas)}}$	7.4
24.559 kg	$R^{a/c}$ de diseño	0.684
23.372 kg	$R^{a/c}$ de obra	0.737
63.292		

**VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)**

En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	2.78	2.64	31.3	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	2.60	2.79	31.3	Lts/pie <sup>3</sup>



## UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### INFORME

Pag. 1 de 2

Tesis: : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO

Ubicación : Pimentel

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

#### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - Pacasmayo.

2.- Peso específico : 3150  $\text{Kg/m}^3$

#### AGREGADOS :

Agregado fino :

: Patapo-La Victoria

1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.584  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1605  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1719  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 2.0 %  
 6.- Contenido de humedad 0.6 %  
 7.- Módulo de fineza 2.93 adimensional

Agregado grueso :

Ferreñafe - Tres Tomas

1.- Peso específico de masa 2.642  $\text{gr/cm}^3$   
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.672  $\text{gr/cm}^3$   
 3.- Peso unitario suelto 1425  $\text{Kg/m}^3$   
 4.- Peso unitario compactado 1547  $\text{Kg/m}^3$   
 5.- % de absorción 1.1 %  
 6.- Contenido de humedad 0.6 %  
 7.- Tamaño máximo 3/4" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal 1/2" Pulg.

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	6.5	93.5
Nº 08	12.1	81.5
Nº 16	17.2	64.3
Nº 30	23.2	41.1
Nº 50	22.5	18.5
Nº 100	10.8	7.7
Fondo	7.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.7	80.3
1/2"	43.6	36.7
3/8"	22.0	14.7
Nº 04	14.7	0.0
Fondo	0.0	0.0



**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 2 de 2

**Tesis:** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO

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

**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido	:	3.6 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2306 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia promedio a los 7 días	:	155 Kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje promedio a los 7 días	:	74 %
Factor cemento por M <sup>3</sup> de concreto	:	8.1 bolsas/m <sup>3</sup>
Relación agua cemento de diseño	:	0.650

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento	345 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - Pacasmayo.
Agua	224 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	858 Kg/m <sup>3</sup>	: Patapo-La Victoria
Agregado grueso	879 Kg/m <sup>3</sup>	Ferreñafe - Tres Tomas

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	2.49	2.55	27.6	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :					
	1.0	2.33	2.69	27.6	Lts/pie <sup>3</sup>



**Universidad Señor de Sipán**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo**

**ENSAYO** : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)

**REFERENCIA** : RECOMENDACIÓN **ACI 211**

**Tesistas:** VELA REQUEJO LUIS GUSTAVO  
YOVERA LEÓN ROGGER ERNESTO

**DISEÑO DE RESISTENCIA**

$$F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

**I.) Datos del agregado grueso**

01.- Tamaño máximo nominal	1/2" pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2642 Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco	1547 Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco	1425 Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad	0.56 %
06.- Contenido de absorción	1.14 %

**II.) Datos del agregado fino**

07.- Peso específico seco de masa	2529 Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto	1605 Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad	0.6407 %
10.- Contenido de absorción	2.0096 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)	2.934

**III.) Datos de la mezcla y otros**

12.- Resistencia especificada a los 28 días	$F'_{cr}$	280 Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.578
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona.	216	216 L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado	0	2.5 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.5366 m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento : Tipo I - Pacasmayo.		3150 Kg/m <sup>3</sup>
19.- Aditivo Sin Aditivo		0.000 %
20.- Densidad aparente del aditivo : Sika Cem Plastificante		0.000 g/cm <sup>3</sup>

**IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua**

a.- C e m e n t o	374	0.1186			
b.- A g u a	216	0.2160			
c.- A i r e	2.5	0.0250	Corrección por humedad		Agua Efectiva
d.- A r e n a	825	0.3262	50	830.2949	11.3654
e.- G r a v a	830	0.3142	50	834.7064	4.8212
	2247	1.0000			<b>16.1866</b>

**V.) Resultado final de diseño (húmedo)**

CEMENTO	373.70	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	232.19	L/m <sup>3</sup>
ARENA	830.29	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	834.71	Kg/m <sup>3</sup>
	2271	

**VI.) Tanda de ensayo**

13.827 kg	$0.037 \text{ m}^3$
8.591 L	$F'_{\text{cemento (en bolsas)}}$ 8.8
30.721 kg	$R^{a/c \text{ de diseño}}$ 0.578
30.884 kg	$R^{a/c \text{ de obra}}$ 0.621
84.023	

**VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)**

En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	2.22	2.23	26.4	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	2.08	2.36	26.4	Lts/pie <sup>3</sup>



## UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

### INFORME

Pag. 1 de 2

Tesis: : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO

Ubicación : Pimentel

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - Pacasmayo.  
2.- Peso específico : 3150  $\text{Kg/m}^3$

#### AGREGADOS :

Agregado fino :

: Patapo-La Victoria

- 1.- Peso específico de masa 2.533  $\text{gr/cm}^3$   
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.584  $\text{gr/cm}^3$   
3.- Peso unitario suelto 1605  $\text{Kg/m}^3$   
4.- Peso unitario compactado 1719  $\text{Kg/m}^3$   
5.- % de absorción 2.0 %  
6.- Contenido de humedad 0.6 %  
7.- Módulo de fineza 2.93 adimensional

Agregado grueso :

Ferreñafe : Tres Tomas

- 1.- Peso específico de masa 2.642  $\text{gr/cm}^3$   
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.672  $\text{gr/cm}^3$   
3.- Peso unitario suelto 1425  $\text{Kg/m}^3$   
4.- Peso unitario compactado 1547  $\text{Kg/m}^3$   
5.- % de absorción 1.1 %  
6.- Contenido de humedad 0.6 %  
7.- Tamaño máximo 3/4" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 1/2" Pulg.

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	6.5	93.5
Nº 08	12.1	81.5
Nº 16	17.2	64.3
Nº 30	23.2	41.1
Nº 50	22.5	18.5
Nº 100	10.8	7.7
Fondo	7.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.7	80.3
1/2"	43.6	36.7
3/8"	22.0	14.7
Nº 04	14.7	0.0
Fondo	0.0	0.0



**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 2 de 2

**Tesis:** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO

DISEÑO DE MEZCLA FINAL       $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido	:	3.5 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2317 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia promedio a los 7 días	:	177 Kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje promedio a los 7 días	:	63 %
Factor cemento por M <sup>3</sup> de concreto	:	10.0 bolsas/m <sup>3</sup>
Relación agua cemento de diseño	:	0.578

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento	424 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - Pacasmayo.
Agua	245 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	797 Kg/m <sup>3</sup>	: Patapo-La Victoria
Agregado grueso	852 Kg/m <sup>3</sup>	Ferreñafe : Tres Tomas

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.88	2.01	24.6	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.0	1.76	2.12	24.6	Lts/pie <sup>3</sup>

**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL**

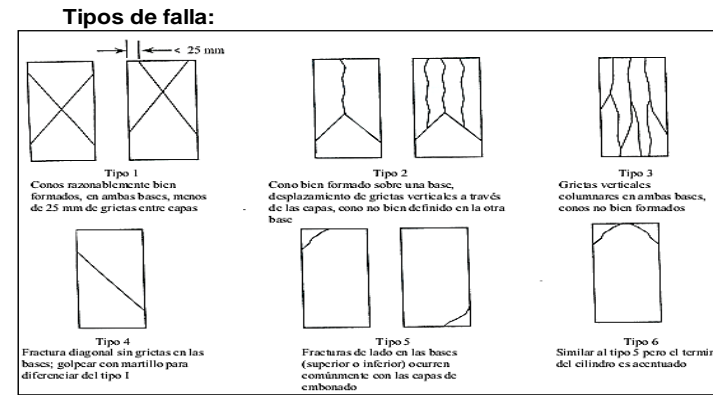
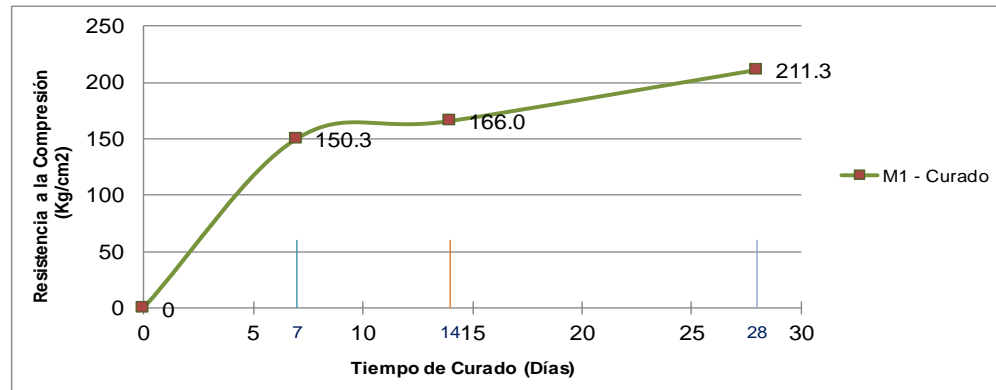
**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  210  $kg/cm^2$  Resistencia Especificada a los 28 días (Teórica)  $F'cr = 210$   $Kg/cm^2$   
 Aplicación de curado con Agua

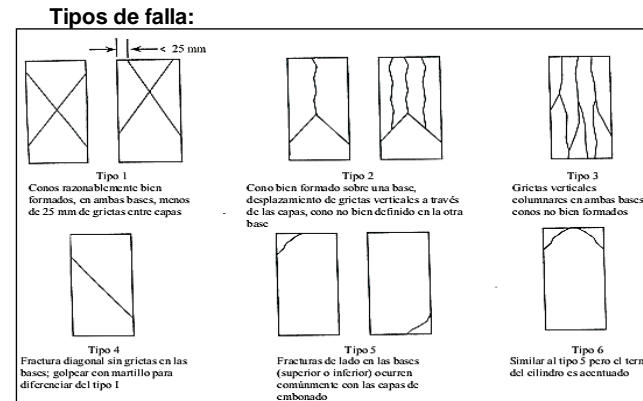
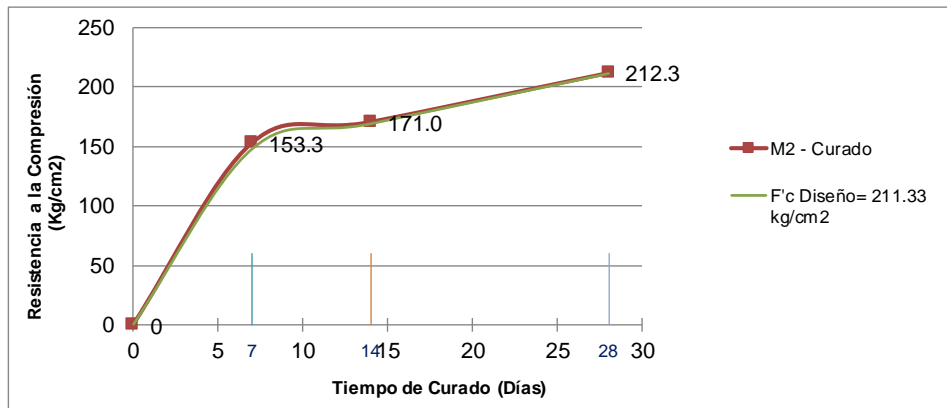
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	$R_{L/D}$	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	$F'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$F'c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	$F'c$ Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
01	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.30	10.18	1.99	1.00	12128	2	149	150.33	210	72%
02	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.40	10.09	2.02	1.00	12127	2	152			
03	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.30	10.14	2.00	1.00	12130	2	150			
04	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.20	10.11	2.00	1.00	13760	2	171	166.00	210	79%
05	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.40	10.13	2.01	1.00	12480	2	155			
06	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.40	10.12	2.02	1.00	13840	2	172			
07	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.30	10.14	2.00	1.00	17150	2	212	211.33	210	101%
08	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.20	10.10	2.00	1.00	16980	2	212			
09	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.40	10.14	2.01	1.00	16950	2	210			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Referencia** : NTP 339.034 : 2008  
**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 0.5% de Concreto  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	R <sub>L/D</sub>	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
10	M2 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.40	10.09	1.99	1.00	12430	2	155	153.33	211.33	73
11	M2 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.35	10.14	1.99	1.00	12570	2	156			
12	M2 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.11	1.99	1.00	11944	2	149			
13	M2 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.30	10.13	1.99	1.00	13450	2	167	171.00	211.33	81
14	M2 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.20	10.12	1.99	1.00	13835	2	172			
15	M2 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.14	1.99	1.00	14040	2	174			
16	M2 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.30	10.10	1.99	1.00	17321	2	217	212.33	211.33	100
17	M2 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.35	10.14	1.99	1.00	17210	2	213			
18	M2 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.18	1.99	1.00	16900	2	207			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

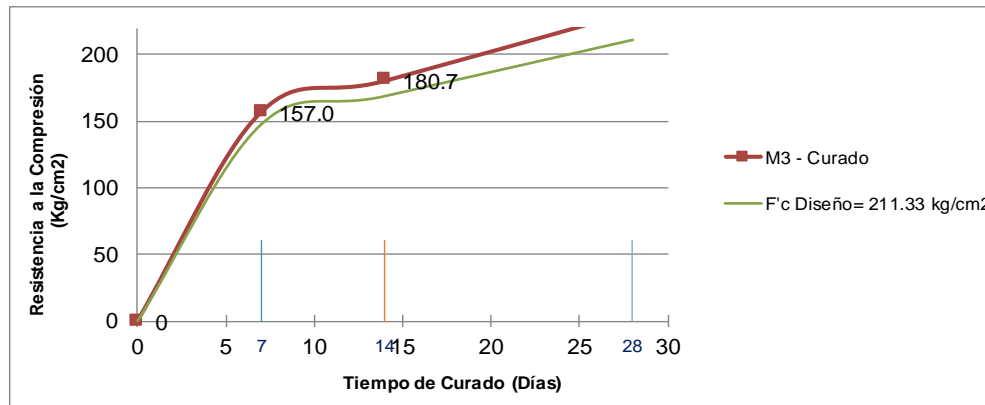
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

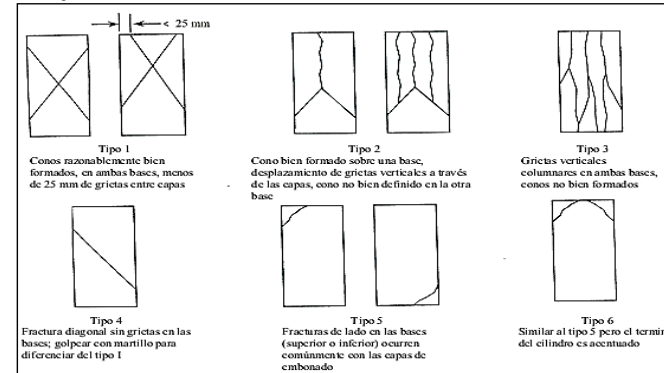
**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 1.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	R <sub>L/D</sub>	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
19	M3 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.35	10.20	1.99	1.00	12541	1	153	157.00	211.33	74
20	M3 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.35	10.15	1.99	1.00	13650	1	169			
21	M3 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.09	1.99	1.00	11880	1	149			
22	M3 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.30	10.00	1.99	1.00	15431	1	197	180.67	211.33	85
23	M3 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.20	1.99	1.00	13030	1	159			
24	M3 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.14	1.99	1.00	14980	1	186			
25	M3 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.30	10.10	1.99	1.00	18422	1	230	232.33	211.33	110
26	M3 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.35	10.20	1.99	1.00	19329	1	236			
27	M3 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.35	10.10	1.99	1.00	18472	1	231			



**Tipos de falla:**



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO PATRÓN + FIBRA DE CAUCHO DOSIS 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

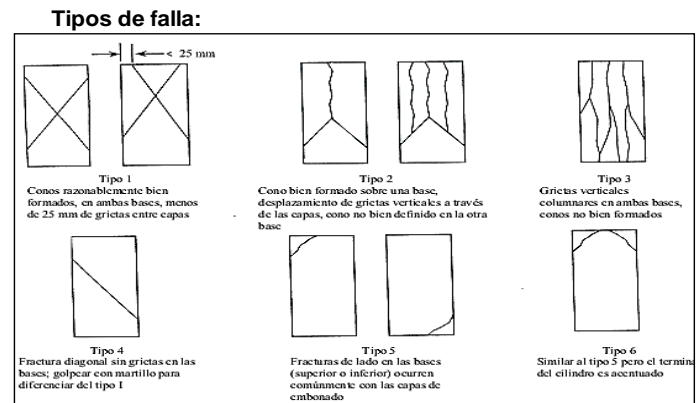
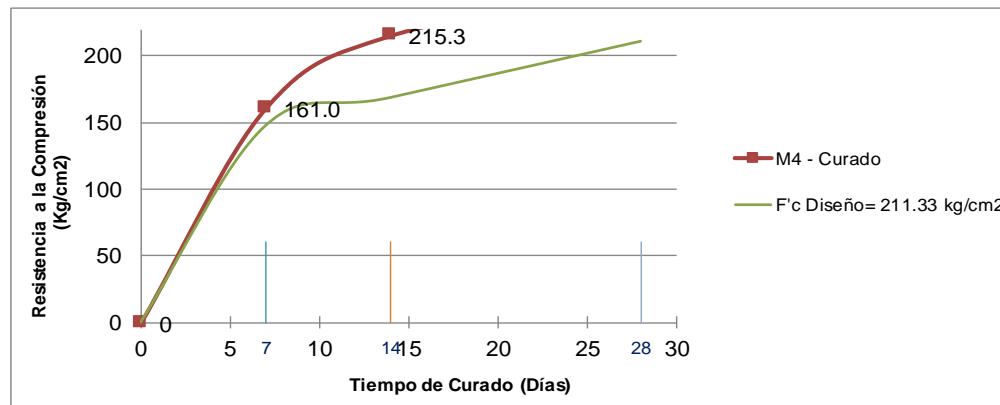
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 0.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

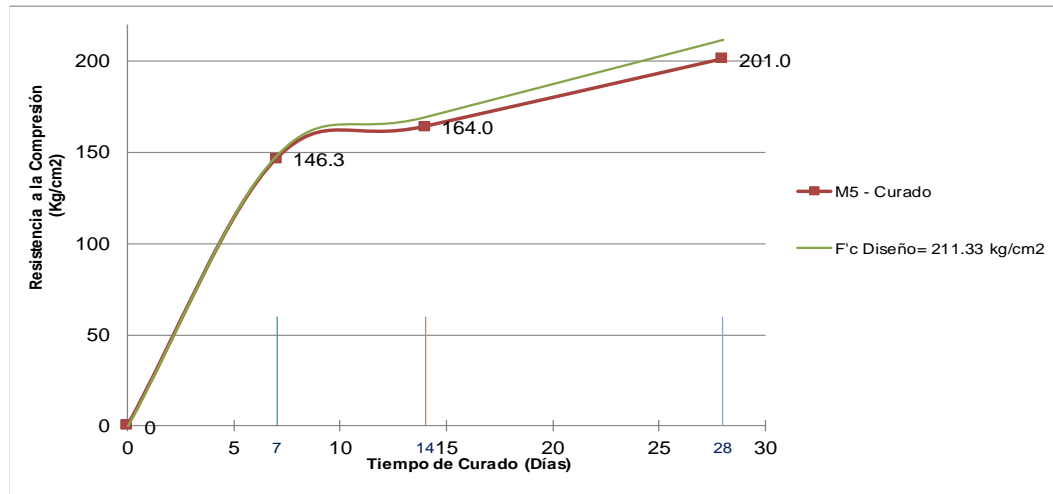
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	$R_{L/D}$	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
28	M4 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.20	10.15	1.99	1.00	13561	1	167	161.00	211.33	76
29	M4 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.15	1.99	1.00	13981	1	173			
30	M4 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.40	10.09	1.99	1.00	11410	1	143			
31	M4 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.30	10.15	1.99	1.00	17950	1	222	215.33	211.33	102
32	M4 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.20	1.99	1.00	16980	1	208			
33	M4 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.14	1.99	1.00	17421	1	216			
34	M4 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.30	10.10	1.99	1.00	19640	1	246	250.33	211.33	118
35	M4 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.20	1.99	1.00	21280	1	260			
36	M4 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.20	1.99	1.00	19990	1	245			



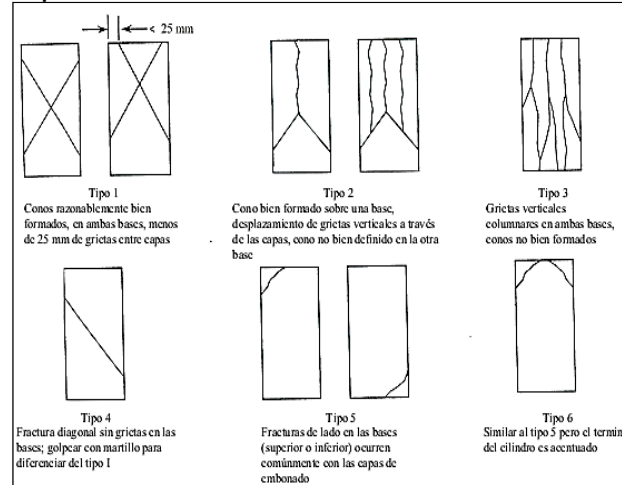
**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO PATRÓN + FIBRA DE CAUCHO DOSIS 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Referencia** : NTP 339.034 : 2008  
**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 1.5% de Concreto

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	R <sub>L/D</sub>	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm2)	F'c promedio (Kg/cm2)	F'c Diseño (Kg/cm2)	%
37	M5 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.35	10.35	1.97	1.00	11971	2	142	146.33	211	69%
38	M5 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.20	10.09	2.00	12220	2	153				
39	M5 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.14	2.00	11641	2	144				
40	M5 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.20	10.11	2.00	1.00	14231	2	177	164.00	211	78%
41	M5 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.40	10.13	2.01	1.00	12971	2	161			
42	M5 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.40	10.12	2.02	1.00	12431	2	154			
43	M5 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.30	10.14	2.00	1.00	16421	2	203	201.00	211	95%
44	M5 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.10	2.02	1.00	15981	2	200			
45	M5 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.35	10.20	2.00	1.00	16371	2	200			



**Tipos de falla:**





## RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL

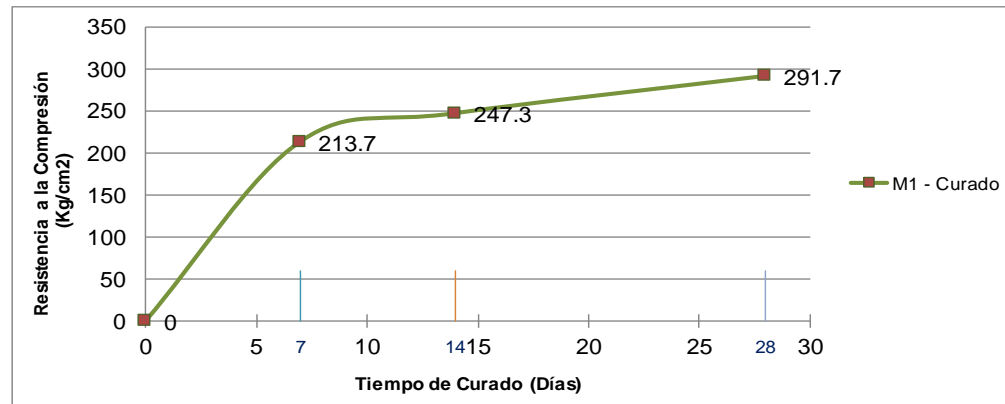
**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

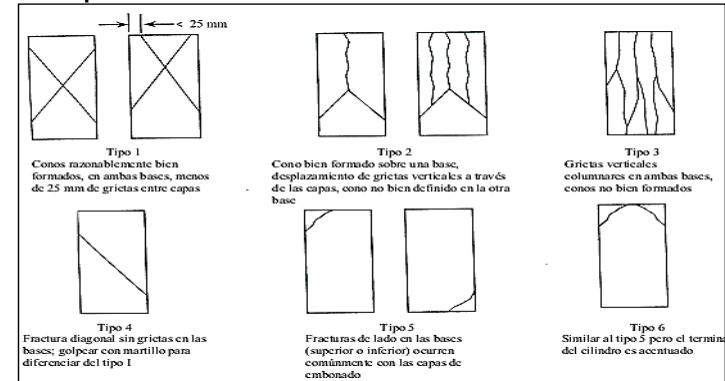
**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> Resistencia Especificada a los 28 días (Teórica)  $F'cr = 280$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	$R_{L/D}$	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
01	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.30	10.13	2.00	1.00	17462	2	217	<b>213.67</b>	280	76%
02	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.40	10.17	2.01	1.00	17520	2	216			
03	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.20	10.14	1.99	1.00	16841	2	208			
04	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.40	10.16	2.01	1.00	19286	2	238	<b>247.33</b>	280	88%
05	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.30	10.20	1.99	1.00	20680	2	253			
06	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.35	10.14	2.01	1.00	20246	2	251			
07	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.30	10.20	1.99	1.00	23981	2	293	<b>291.67</b>	280	104%
08	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.40	10.30	1.98	1.00	24190	2	290			
09	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.40	10.30	1.98	1.00	24391	2	292			



### Tipos de falla:



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

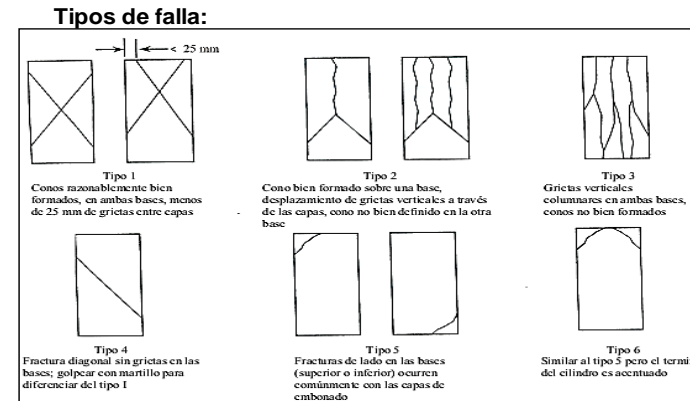
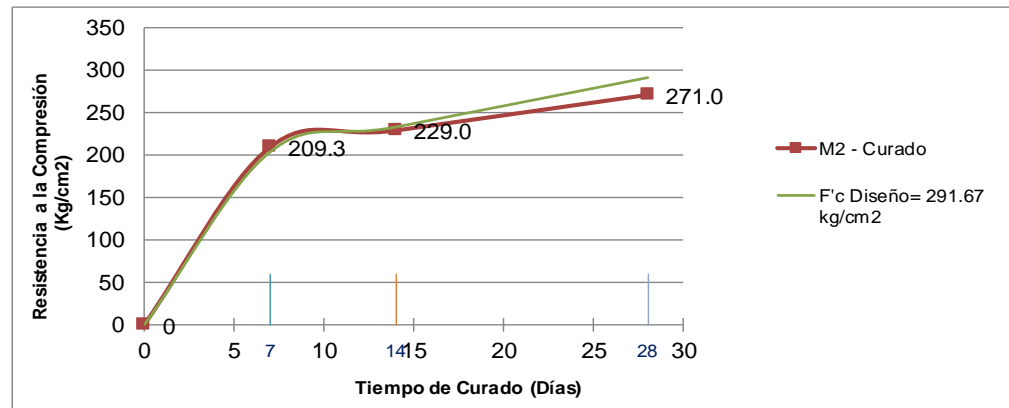
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco (2cm) proporción 0.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	R <sub>L/D</sub>	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
10	M2 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.35	10.14	2.00	1.00	16781	2	208	209.33	291.67	72
11	M2 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.10	2.00	1.00	17346	2	217			
12	M2 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.14	2.00	1.00	16370	2	203			
13	M2 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.20	10.18	2.00	1.00	17981	2	221	229.00	291.67	79
14	M2 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.30	10.14	2.00	1.00	18641	2	231			
15	M2 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.11	2.00	1.00	18840	2	235			
16	M2 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.14	2.00	1.00	21568	2	267	271.00	291.67	93
17	M2 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.18	2.00	1.00	22358	2	274			
18	M2 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.30	10.14	2.00	1.00	21934	2	272			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

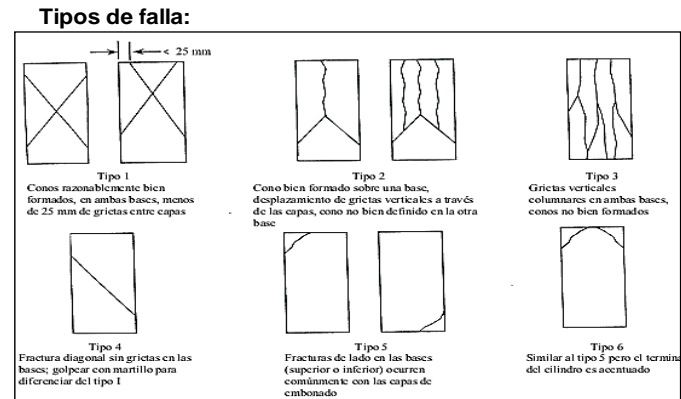
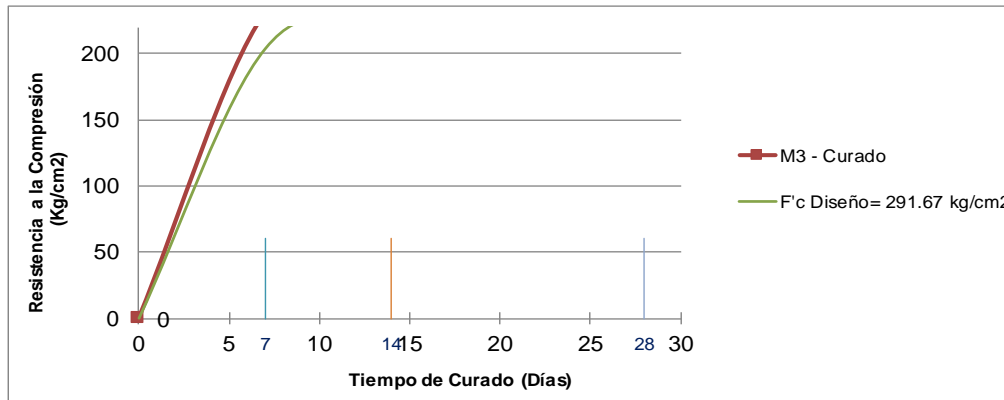
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco (2cm) proporción 1.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	$R_{L/D}$	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
19	M3 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.35	10.14	2.00	1.00	18580	1	230	231.33	291.67	79
20	M3 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.10	2.00	1.00	18257	1	228			
21	M3 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.14	2.00	1.00	19065	1	236			
22	M3 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.20	10.18	2.00	1.00	22457	1	276	275.33	291.67	94
23	M3 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.30	10.14	2.00	1.00	21299	1	264			
24	M3 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.11	2.00	1.00	22936	1	286			
25	M3 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.14	2.00	1.00	25237	1	313	313.33	291.67	107
26	M3 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.18	2.00	1.00	24879	1	305			
27	M3 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.30	10.14	2.00	1.00	25990	1	322			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

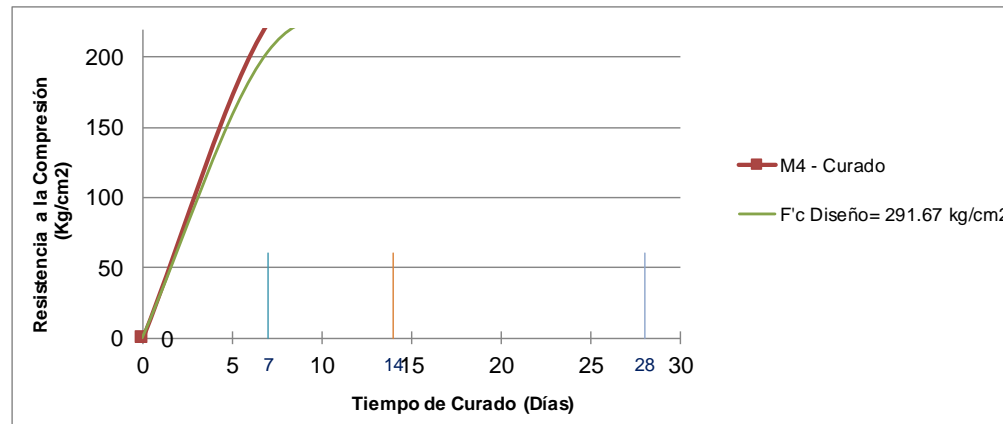
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

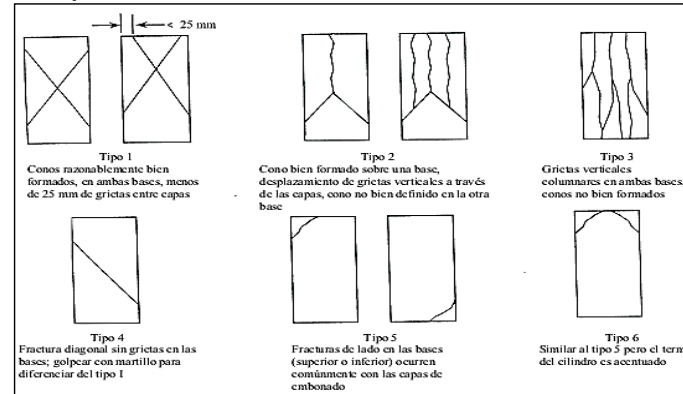
**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco (5cm) proporción 0.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	$R_{L/D}$	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
28	M4 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.35	10.14	2.00	1.00	18549	1	230	224.67	291.67	77
29	M4 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.10	2.00	1.00	17329	1	217			
30	M4 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.14	2.00	1.00	18322	1	227			
31	M4 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.20	10.18	2.00	1.00	21496	1	264	275.67	291.67	95
32	M4 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.30	10.14	2.00	1.00	22847	1	283			
33	M4 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.11	2.00	1.00	22490	1	280			
34	M4 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.14	2.00	1.00	26713	1	331	326.00	291.67	112
35	M4 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.18	2.00	1.00	25948	1	318			
36	M4 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.30	10.14	2.00	1.00	26540	1	329			



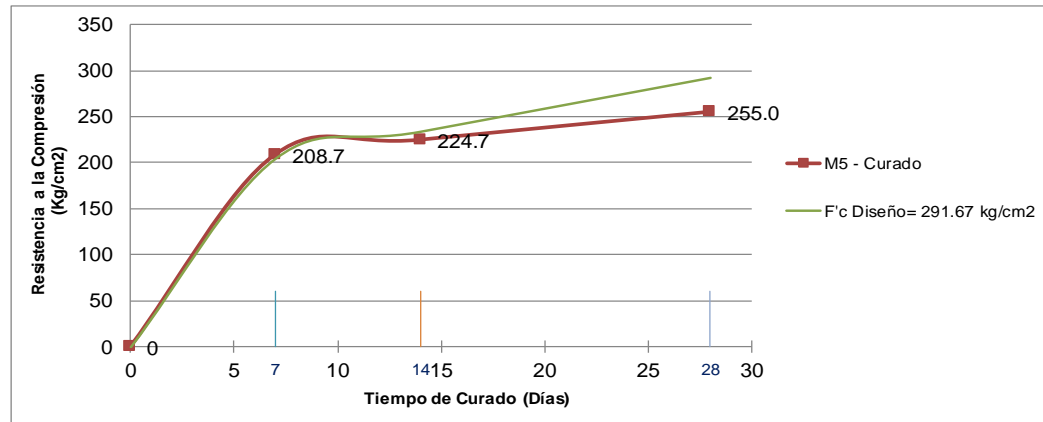
**Tipos de falla:**



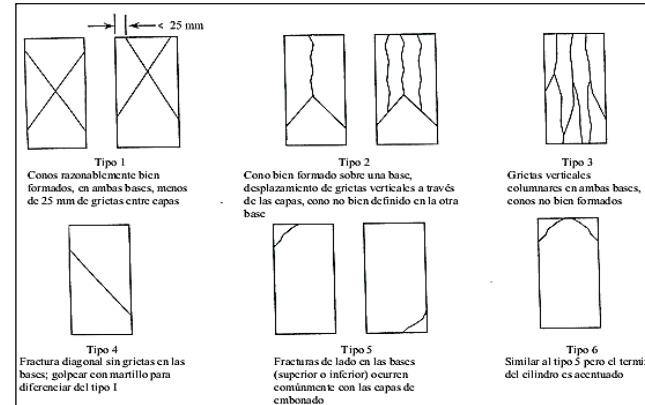
**RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Referencia** : NTP 339.034 : 2008  
**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco (5cm) proporción 1.5% de Concreto

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	$R_{LD}$	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
37	M5 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.30	10.13	2.00	1.00	16976	2	211	208.67	291.67	72%
38	M5 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.40	10.17	2.01	1.00	17227	2	212			
39	M5 - Curado	05/04/2016	12/04/2016	7	20.20	10.14	1.99	1.00	16375	2	203			
40	M5 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.40	10.16	2.01	1.00	18467	2	228	224.67	291.67	77%
41	M5 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.30	10.20	1.99	1.00	17835	2	218			
42	M5 - Curado	05/04/2016	19/04/2016	14	20.35	10.14	2.01	1.00	18428	2	228			
43	M5 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.30	10.20	1.99	1.00	21646	2	265	254.67	291.67	87%
44	M5 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.30	1.98	1.00	20584	2	247			
45	M5 - Curado	05/04/2016	03/05/2016	28	20.40	10.30	1.98	1.00	21057	2	252			



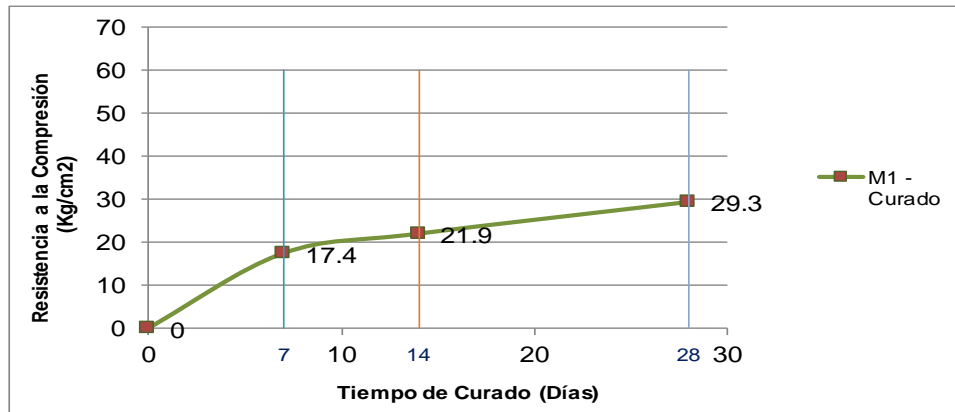
**Tipos de falla:**



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A TRACCION POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Referencia** : NTP 339.084  
**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Resistencia Especificada a los 28 días  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P) (Kg)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
01	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.20	10.09	5125	16.02	<b>17.39</b>		
02	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.40	10.08	5928	18.36			
03	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.30	10.10	5730	17.80			
04	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.20	10.14	7730	24.04	<b>21.95</b>		
05	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.40	10.21	6227	19.04			
06	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.40	10.18	7421	22.76			
07	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.30	10.11	9520	29.55	<b>29.32</b>		
08	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.20	10.10	9850	30.75			
09	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.40	10.09	8941	27.67			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

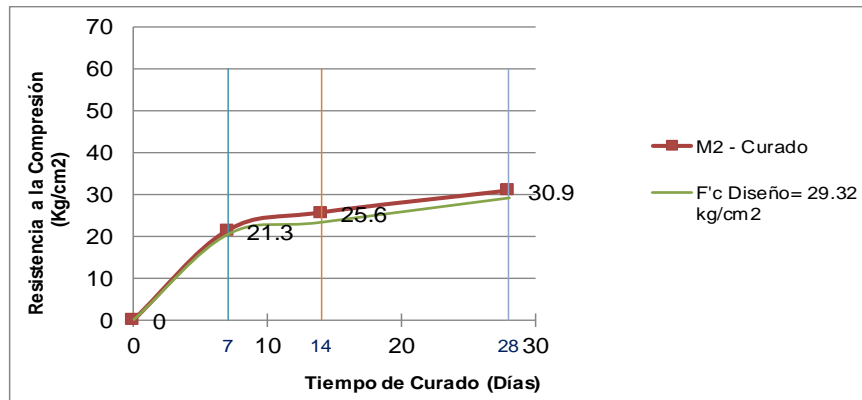
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.084

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 0.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

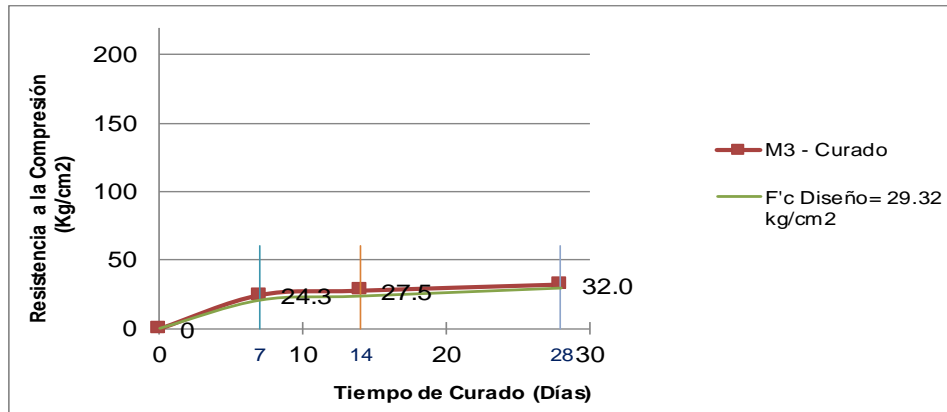
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P) (Kg)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
10	M2 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.10	10.20	7491	23.27	21.30	29.32	73%
11	M2 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.20	10.35	6301	19.20			
12	M2 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.30	10.09	6891	21.43			
13	M2 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.20	10.09	8272	25.85	25.64	29.32	87%
14	M2 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.40	10.21	8454	25.85			
15	M2 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.30	10.35	8321	25.22			
16	M2 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	9751	30.47	30.85	29.32	105%
17	M2 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.40	10.10	9645	29.82			
18	M2 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	10327	32.27			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Referencia** : NTP 339.084  
**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 1.5% de Concreto  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P) (Kg)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
19	M3 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.10	10.20	8138	25.28	<b>24.29</b>	29.32	83
20	M3 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.20	10.35	7506	22.87			
21	M3 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.30	10.09	7945	24.71			
22	M3 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.20	10.09	9127	28.52	<b>27.54</b>	29.32	94
23	M3 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.40	10.21	8781	26.85			
24	M3 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.30	10.35	8992	27.26			
25	M3 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	10761	33.63	<b>31.97</b>	29.32	109
26	M3 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.40	10.10	9641	29.80			
27	M3 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	10391	32.47			





**RESULTADO DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

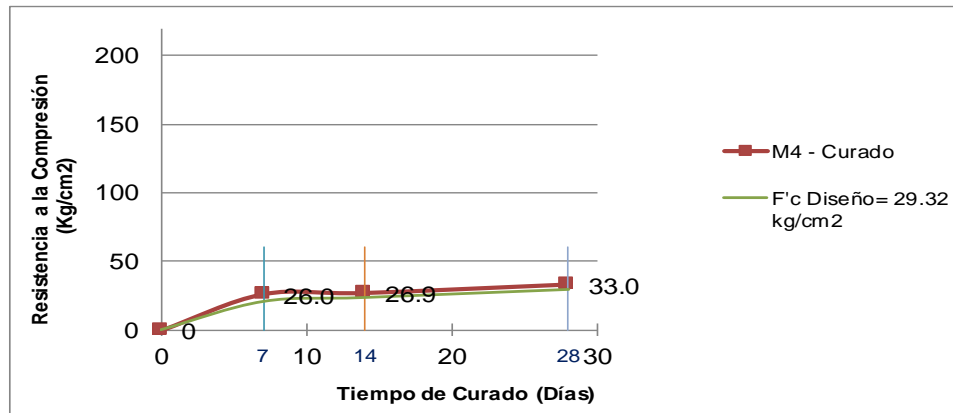
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.084

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 0.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

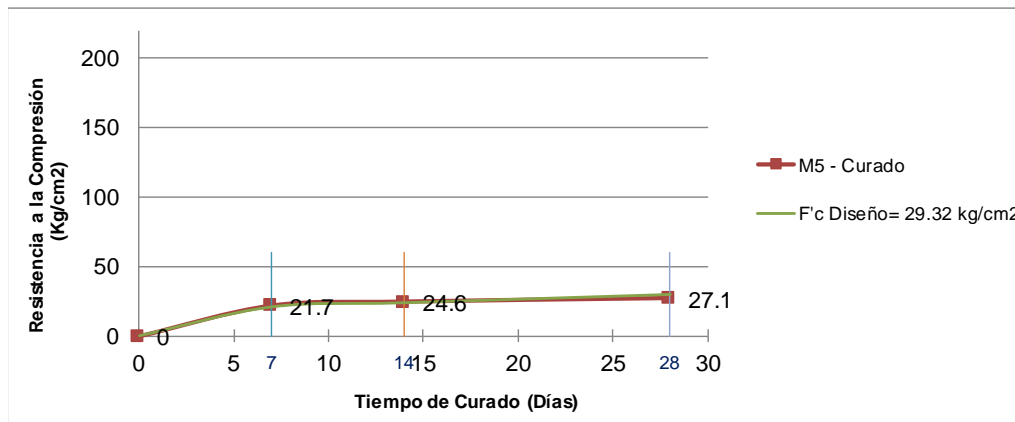
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P) (Kg)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
28	M4 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.10	10.20	8259	25.66	<b>25.96</b>	29.32	89
29	M4 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.20	10.35	8319	25.35			
30	M4 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.30	10.09	8641	26.87			
31	M4 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.20	10.09	8513	26.60	<b>26.90</b>	29.32	92
32	M4 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.40	10.21	8981	27.46			
33	M4 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.30	10.35	8790	26.65			
34	M4 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	10641	33.25	<b>32.99</b>	29.32	113
35	M4 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.40	10.10	10904	33.71			
36	M4 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	10241	32.00			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Referencia** : NTP 339.084  
**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 1.5% de Concreto

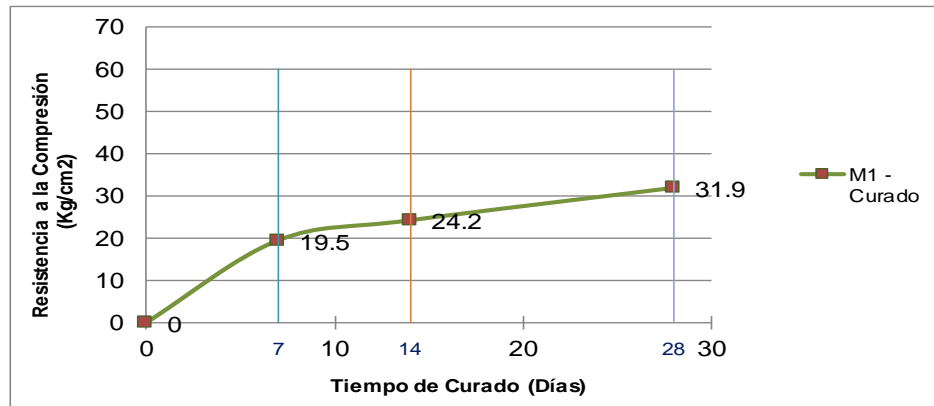
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diametro (cm)	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
28	M5 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.10	10.09	6086	1	19.11	21.72	29.32	74
29	M5 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.20	10.05	7321	1	22.97			
30	M5 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.30	10.14	7457	1	23.07			
31	M5 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.20	10.21	7626	1	23.55	24.59	29.32	84
32	M5 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.40	10.18	7950	1	24.38			
33	M5 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.30	10.11	8325	1	25.84			
34	M5 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.10	8641	1	26.98	27.12	29.32	92
35	M5 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.40	10.09	8908	1	27.57			
36	M5 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.20	8671	1	26.80			



## RESULTADO DE ENSAYO BRASILEIRO- CONCRETO PATRÓN

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Referencia** : NTP 339.034 : 2008  
**Identificación** : Concreto Patrón  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> Resistencia Especificada a los 28 días  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
01	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.70	10.09	6305	2	19.23	<b>19.47</b>		
02	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.20	10.08	5948	2	18.61			
03	M1 - Curado	03/04/2016	10/04/2016	7	20.40	10.10	6657	2	20.58			
04	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.25	10.14	8530	2	26.46	<b>24.24</b>		
05	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.40	10.21	7650	2	23.39			
06	M1 - Curado	03/04/2016	17/04/2016	14	20.30	10.18	7421	2	22.87			
07	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.20	10.11	10560	2	32.94	<b>31.94</b>		
08	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.40	10.10	10481	2	32.40			
09	M1 - Curado	03/04/2016	01/05/2016	28	20.40	10.09	9850	2	30.48			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

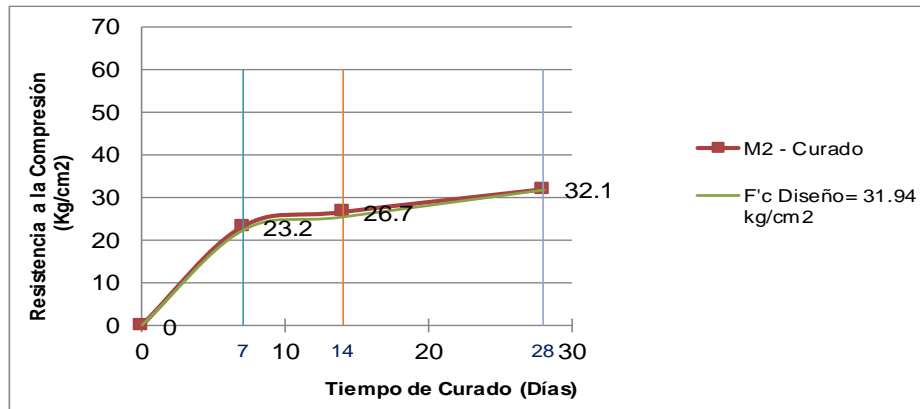
**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 0.5% de Concreto  
Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
10	M2 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.10	10.09	6824	2	21.43	23.16	31.94	73%
11	M2 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.20	10.09	7986	2	24.96			
12	M2 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.30	10.09	7431	2	23.11			
13	M2 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.20	10.09	8390	2	26.22	26.70	31.94	84%
14	M2 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.40	10.09	9130	2	28.25			
15	M2 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.30	10.09	8241	2	25.63			
16	M2 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	9781	2	30.57	32.06	31.94	100%
17	M2 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.40	10.09	10405	2	32.20			
18	M2 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.70	10.09	10954	2	33.41			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

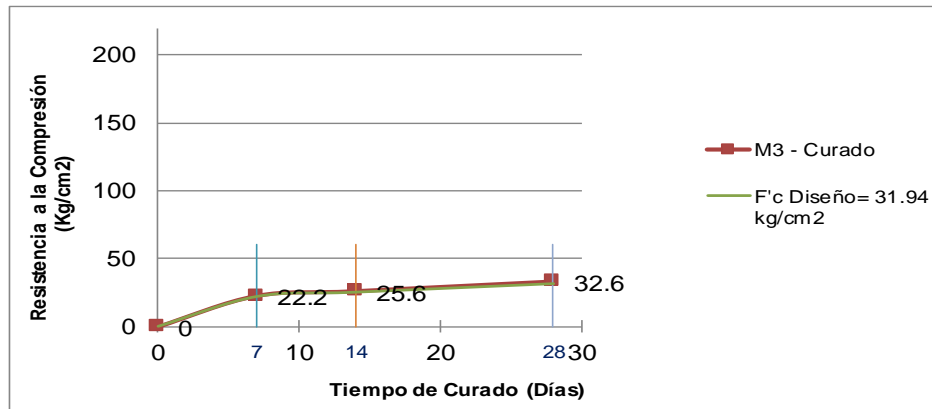
**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 1.5% de Concreto  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
19	M3 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.10	10.09	7241	1	22.74	22.18	31.94	69
20	M3 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.20	10.09	6992	1	21.85			
21	M3 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.30	10.09	7061	1	21.96			
22	M3 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.20	10.09	8566	1	26.77	25.63	31.94	80
23	M3 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.40	10.09	7941	1	24.57			
24	M3 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.30	10.09	8221	1	25.56			
25	M3 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	10761	1	33.63	32.57	31.94	102
26	M3 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.40	10.09	10471	1	32.40			
27	M3 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.70	10.09	10391	1	31.69			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

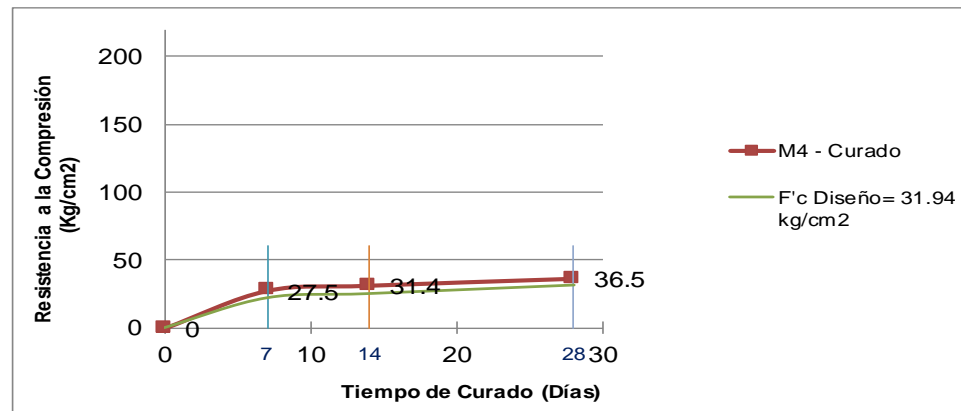
**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.

**Referencia** : NTP 339.034 : 2008

**Identificación** : Concreto Convencional  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 0.5% de Concreto  
 Aplicación de curado con Agua

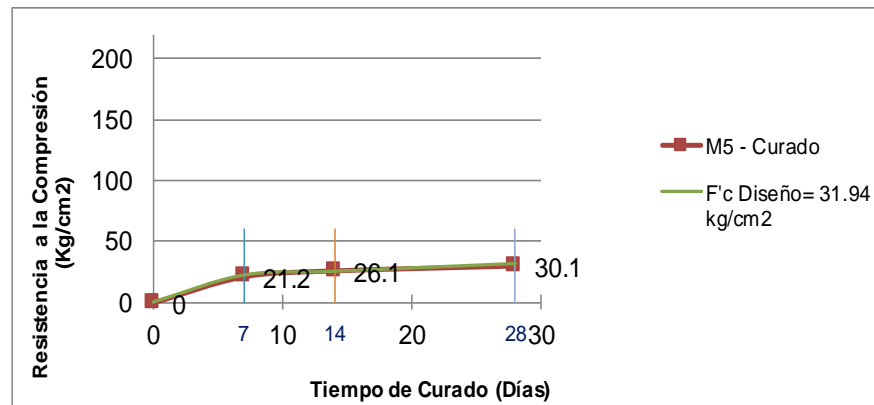
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
28	M4 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.10	10.09	9341	1	29.34	<b>27.54</b>	31.94	86
29	M4 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.20	10.09	8751	1	27.35			
30	M4 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.30	10.09	8341	1	25.94			
31	M4 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.20	10.09	10309	1	32.22	<b>31.40</b>	31.94	98
32	M4 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.40	10.09	9891	1	30.61			
33	M4 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.30	10.09	10091	1	31.38			
34	M4 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.09	12341	1	38.57	<b>36.53</b>	31.94	114
35	M4 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.40	10.09	11341	1	35.09			
36	M4 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.70	10.09	11779	1	35.92			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - CONCRETO CONVENCIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Referencia** : NTP 339.034 : 2008  
**Identificación** : Concreto Convencional f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 1.5% de Concreto

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	altura (cm)	Diametro (cm)	Carga (P) (Kg)	tipo de falla	σc (Kg/cm <sup>2</sup> )	σc promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	σc Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
28	M5 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.10	10.09	6725	1	21.12	<b>21.24</b>	31.94	67
29	M5 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.20	10.05	7326	1	22.99			
30	M5 - Curado	07/04/2016	14/04/2016	7	20.30	10.14	6341	1	19.62			
31	M5 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.20	10.21	8651	1	26.72	<b>26.11</b>	31.94	82
32	M5 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.40	10.18	8407	1	25.78			
33	M5 - Curado	07/04/2016	21/04/2016	14	20.30	10.11	8325	1	25.84			
34	M5 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.20	10.10	9891	1	30.88	<b>30.12</b>	31.94	94
35	M5 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.40	10.09	8908	1	27.57			
36	M5 - Curado	07/04/2016	05/05/2016	28	20.70	10.20	10581	1	31.92			



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

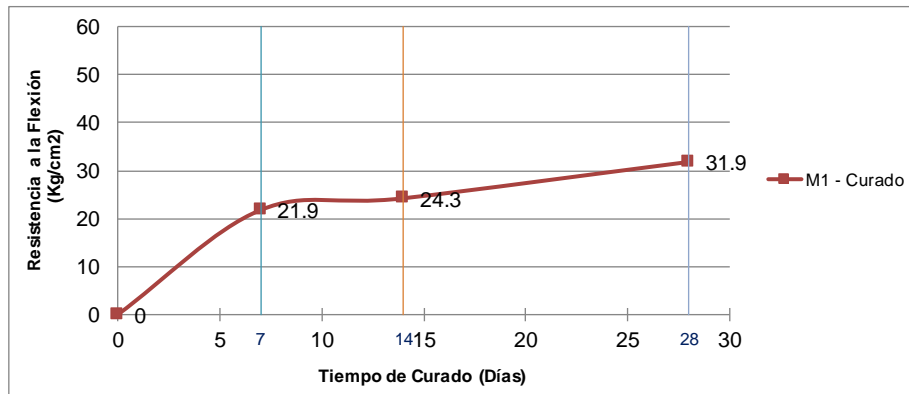
**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP

**Referencia** 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
01	M1 - Curado	09/04/2016	16/04/2016	7	53.10	15.40	15.55	45.10	1360	15.45	15.45	1	-	24.95	21.86	-	-
02	M1 - Curado	09/04/2016	16/04/2016	7	53.25	15.35	15.70	45.25	1090	15.55	15.60	1	-	19.55		-	-
03	M1 - Curado	09/04/2016	16/04/2016	7	53.40	15.30	15.60	45.40	1160	15.40	15.60	1	-	21.08		-	-
04	M1 - Curado	09/04/2016	23/04/2016	14	53.25	15.35	15.24	45.25	1296	15.40	15.50	1	-	23.77	24.33	-	-
05	M1 - Curado	09/04/2016	23/04/2016	14	53.30	15.30	15.60	45.30	1390	15.45	15.55	1	-	25.28		-	-
06	M1 - Curado	09/04/2016	23/04/2016	14	53.45	15.30	15.45	45.45	1290	15.40	15.45	1	-	23.92		-	-
07	M1 - Curado	09/04/2016	07/05/2016	28	53.30	15.40	15.50	45.30	1698	15.40	15.60	1	-	30.78	31.93	-	-
08	M1 - Curado	09/04/2016	07/05/2016	28	53.40	15.35	15.30	45.40	1740	15.40	15.40	1	-	32.44		-	-
09	M1 - Curado	09/04/2016	07/05/2016	28	53.30	15.30	15.24	45.30	1790	15.45	15.55	1	-	32.56		-	-



**8.1** Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metalicos de maquina de rotura y la muestra



**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO ADICIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

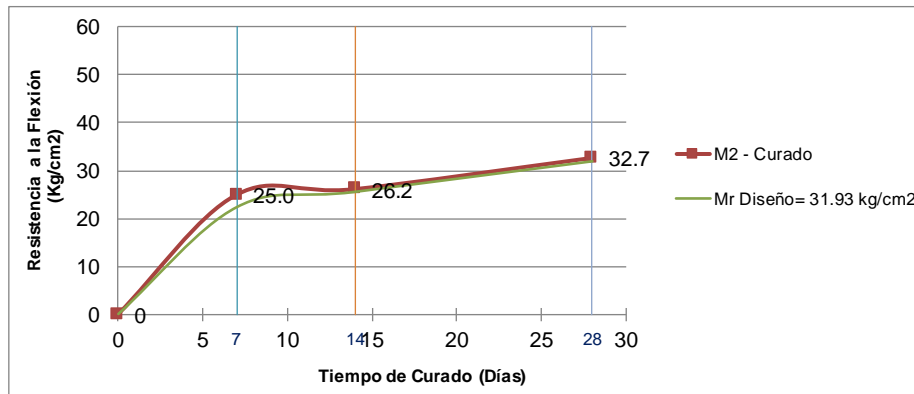
**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP

**Referencia** 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 0.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
10	M2 - Curado	11/04/2016	18/04/2016	7	53.50	15.40	15.30	45.50	1291	15.40	15.50	1	-	23.81	24.99	31.93	78
11	M2 - Curado	11/04/2016	18/04/2016	7	53.70	15.60	15.60	45.70	1461	15.60	15.60	1	-	26.38			
12	M2 - Curado	11/04/2016	18/04/2016	7	53.40	15.40	15.50	45.40	1350	15.45	15.50	1	-	24.78			
13	M2 - Curado	11/04/2016	25/04/2016	14	53.55	15.45	15.40	45.55	1521	15.45	15.50	1	-	27.99	26.19	31.93	82
14	M2 - Curado	11/04/2016	25/04/2016	14	53.50	15.40	15.40	45.50	1611	15.45	15.40	1	-	30.00			
15	M2 - Curado	11/04/2016	25/04/2016	14	53.60	15.40	15.50	45.60	1121	15.40	15.55	1	-	20.58			
16	M2 - Curado	11/04/2016	09/05/2016	28	53.50	15.55	15.55	45.50	1840	15.65	15.50	1	-	33.41	32.70	31.93	102
17	M2 - Curado	11/04/2016	09/05/2016	28	53.50	15.60	15.60	45.50	1731	15.45	15.40	1	-	32.24			
18	M2 - Curado	11/04/2016	09/05/2016	28	53.60	15.60	15.70	45.60	1860	15.70	15.80	1	-	32.47			



**8.1** Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg²).

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metálicos de máquina de rotura y la muestra

## RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO ADICIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

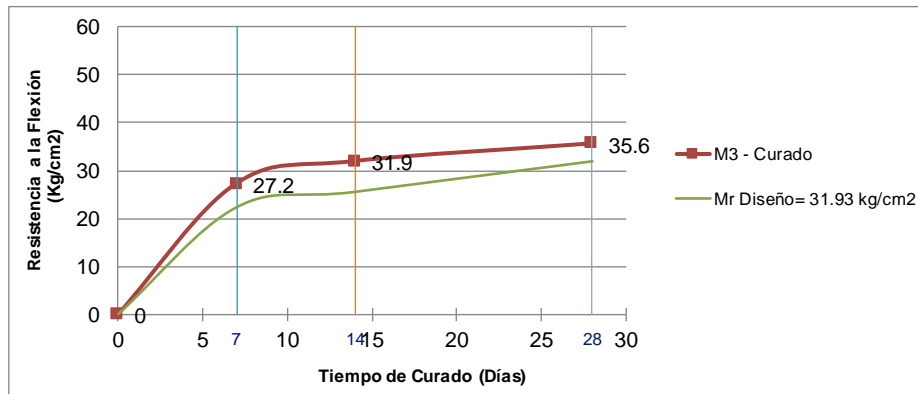
**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP

**Referencia** : 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 1.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
19	M3 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	53.60	15.50	15.55	45.60	1540	15.55	15.60	1	-	<b>27.84</b>	<b>27.24</b>	31.93	85
20	M3 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	53.40	15.40	15.70	45.40	1381	15.60	15.60	1	-	<b>24.77</b>			
21	M3 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	53.40	15.30	15.40	45.40	1531	15.30	15.30	1	-	<b>29.11</b>			
22	M3 - Curado	13/04/2016	27/04/2016	14	53.45	15.40	15.45	45.45	1781	15.40	15.60	1	-	<b>32.39</b>	<b>31.91</b>	31.93	100
23	M3 - Curado	13/04/2016	27/04/2016	14	53.40	15.35	15.40	45.40	1710	15.40	15.45	1	-	<b>31.67</b>			
24	M3 - Curado	13/04/2016	27/04/2016	14	53.60	15.35	15.35	45.60	1691	15.40	15.40	1	-	<b>31.66</b>			
25	M3 - Curado	13/04/2016	11/05/2016	28	53.10	15.20	15.50	45.10	1968	15.30	15.40	1	-	<b>36.68</b>	<b>35.56</b>	31.93	111
26	M3 - Curado	13/04/2016	11/05/2016	28	53.60	15.40	15.60	45.60	1927	15.40	15.40	1	-	<b>36.10</b>			
27	M3 - Curado	13/04/2016	11/05/2016	28	53.30	15.50	15.60	45.30	1894	15.60	15.60	1	-	<b>33.90</b>			



**8.1** Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metálicos de máquina de rotura y la muestra

**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO ADICIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

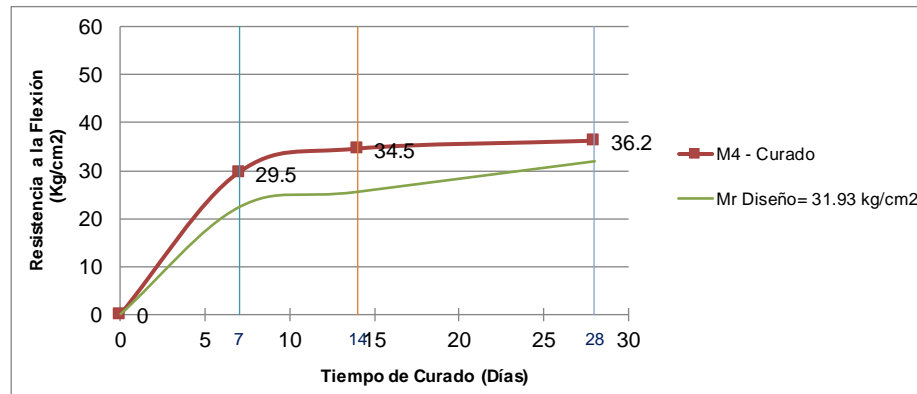
**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP

**Referencia** 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 0.5% de Concreto

Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
28	M4 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	53.50	15.50	15.55	45.50	1638	15.50	15.50	1	-	30.01	29.54	31.93	93
29	M4 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	53.30	15.30	15.50	45.30	1645	15.60	15.50	1	-	29.83			
30	M4 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	53.40	15.30	15.70	45.40	1595	15.50	15.60	1	-	28.79			
31	M4 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	53.50	15.30	15.50	45.50	1824	15.30	15.40	1	-	34.31	34.52	31.93	108
32	M4 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	53.30	15.40	15.50	45.30	1918	15.40	15.55	1	-	35.00			
33	M4 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	53.40	15.35	15.30	45.40	1837	15.40	15.40	1	-	34.26			
34	M4 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	53.40	15.20	15.50	45.40	1932	15.40	15.50	1	-	35.57	36.17	31.93	113
35	M4 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	53.30	15.30	15.40	45.30	1943	15.40	15.50	1	-	35.68			
36	M4 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	53.50	15.40	15.40	45.50	1995	15.40	15.40	1	-	37.27			



**8.1** Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

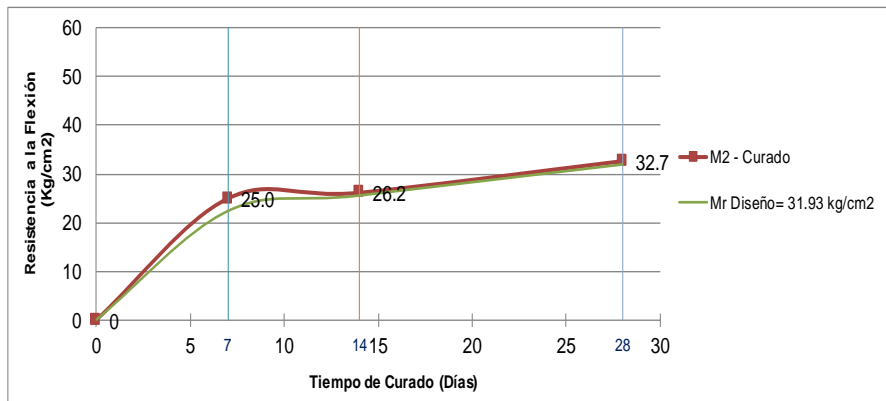
d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metalicos de maquina de rotura y la muestra

**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO ADICIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016  
**Ensayo** :  
**Referencia** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP 339.079 2012  
**Identificación** : Concreto Convencional f'c 210 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 1.5% de Concreto  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
10	M5- Curado	17/04/2016	24/04/2016	7	53.50	15.40	15.30	45.50	1456	15.40	15.50	1	-	26.86	26.39	31.93	83
11	M5- Curado	17/04/2016	24/04/2016	7	53.70	15.60	15.60	45.70	1398	15.60	15.60	1	-	25.25			
12	M5- Curado	17/04/2016	24/04/2016	7	53.40	15.40	15.50	45.40	1475	15.45	15.50	1	-	27.07			
13	M5- Curado	17/04/2016	01/05/2016	14	53.55	15.45	15.40	45.55	1594	15.45	15.50	1	-	29.35	29.57	31.93	93
14	M5- Curado	17/04/2016	01/05/2016	14	53.50	15.40	15.40	45.50	1685	15.45	15.40	1	-	31.39			
15	M5- Curado	17/04/2016	01/05/2016	14	53.60	15.40	15.50	45.60	1523	15.40	15.55	1	-	27.98			
16	M5- Curado	17/04/2016	15/05/2016	28	53.50	15.55	15.55	45.50	1882	15.65	15.50	1	-	34.17	32.74	31.93	103
17	M5- Curado	17/04/2016	15/05/2016	28	53.50	15.60	15.60	45.50	1737	15.45	15.40	1	-	32.36			
18	M5- Curado	17/04/2016	15/05/2016	28	53.60	15.60	15.70	45.60	1815	15.70	15.80	1	-	31.68			



8.1 Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg²).

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metalicos de maquina de rotura y la muestra

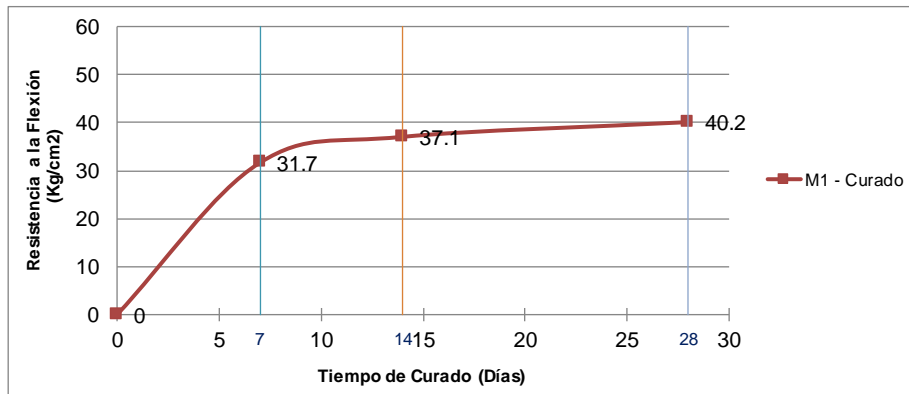
**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO CONVENCIONAL**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
01	M1 - Curado	09/04/2016	16/04/2016	7	53.40	15.35	15.50	45.40	1690	15.45	15.45	1	-	31.21	31.70	-	-
02	M1 - Curado	09/04/2016	16/04/2016	7	53.30	15.30	15.50	45.30	1846	15.55	15.60	1	-	33.14		-	-
03	M1 - Curado	09/04/2016	16/04/2016	7	53.30	15.40	15.55	45.30	1697	15.40	15.60	1	-	30.76		-	-
04	M1 - Curado	09/04/2016	23/04/2016	14	53.35	15.45	15.50	45.35	1990	15.40	15.50	1	-	36.59	37.12	-	-
05	M1 - Curado	09/04/2016	23/04/2016	14	53.40	15.30	15.60	45.40	1988	15.45	15.55	1	-	36.23		-	-
06	M1 - Curado	09/04/2016	23/04/2016	14	53.40	15.30	15.45	45.40	2081	15.40	15.45	1	-	38.54		-	-
07	M1 - Curado	09/04/2016	07/05/2016	28	53.40	15.45	15.60	45.40	2126	15.40	15.60	1	-	38.62	40.19	-	-
08	M1 - Curado	09/04/2016	07/05/2016	28	53.40	15.35	15.50	45.40	2268	15.40	15.40	1	-	42.29		-	-
09	M1 - Curado	09/04/2016	07/05/2016	28	53.35	15.40	15.55	45.35	2179	15.45	15.55	1	-	39.67		-	-



**8.1** Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

- R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).
- P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).
- L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).
- b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).
- d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metalicos de maquina de rotura y la muestra

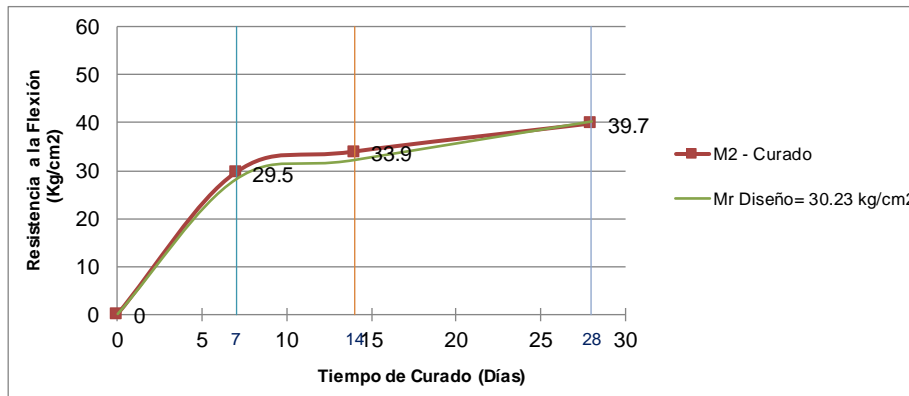
**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO ADICIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 280 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 0.5% de Concreto  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
10	M2 - Curado	11/04/2016	18/04/2016	7	53.50	15.40	15.30	45.50	1631	15.40	15.50	1	-	30.09	29.50	40.19	73
11	M2 - Curado	12/04/2016	19/04/2016	7	53.70	15.60	15.60	45.70	1583	15.60	15.60	1	-	28.59			
12	M2 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	53.40	15.40	15.50	45.40	1625	15.45	15.50	1	-	29.82			
13	M2 - Curado	14/04/2016	28/04/2016	14	53.55	15.45	15.40	45.55	1820	15.45	15.50	1	-	33.51	33.87	40.19	84
14	M2 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	53.50	15.40	15.40	45.50	1890	15.45	15.40	1	-	35.21			
15	M2 - Curado	16/04/2016	30/04/2016	14	53.60	15.40	15.50	45.60	1790	15.40	15.55	1	-	32.89			
16	M2 - Curado	17/04/2016	15/05/2016	28	53.50	15.55	15.55	45.50	2276	15.65	15.50	1	-	41.31	39.70	40.19	99
17	M2 - Curado	18/04/2016	16/05/2016	28	53.50	15.60	15.60	45.50	2121	15.45	15.40	1	-	39.51			
18	M2 - Curado	19/04/2016	17/05/2016	28	53.60	15.60	15.70	45.60	2194	15.70	15.80	1	-	38.29			



8.1 Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

- R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg²).
- P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).
- L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).
- b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).
- d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metalicos de maquina de rotura y la muestra

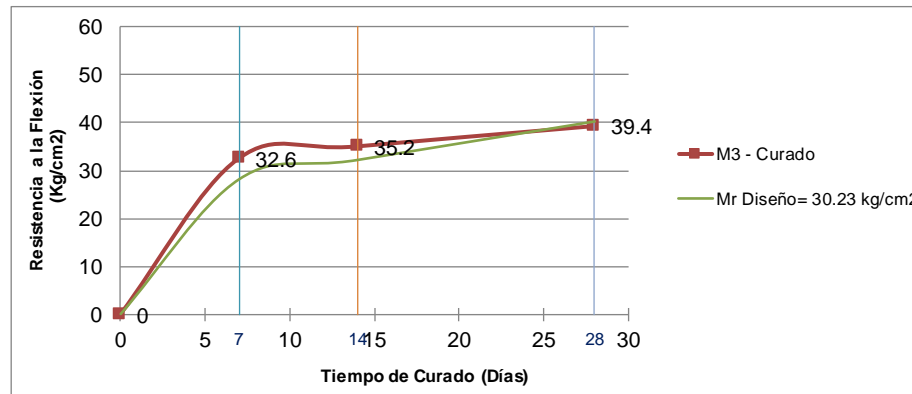
**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO ADICIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 280 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(2 cm.) proporción 1.5% de Concreto  
Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
19	M3 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	53.60	15.50	15.55	45.60	1764	15.55	15.60	1	-	31.88	32.62	40.19	81
20	M3 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	53.40	15.40	15.70	45.40	1827	15.60	15.60	1	-	32.77			
21	M3 - Curado	13/04/2016	20/04/2016	7	53.40	15.30	15.40	45.40	1746	15.30	15.30	1	-	33.20			
22	M3 - Curado	13/04/2016	27/04/2016	14	53.45	15.40	15.45	45.45	1922	15.40	15.60	1	-	34.96	35.16	40.19	87
23	M3 - Curado	13/04/2016	27/04/2016	14	53.40	15.35	15.40	45.40	1937	15.40	15.45	1	-	35.88			
24	M3 - Curado	13/04/2016	27/04/2016	14	53.60	15.35	15.35	45.60	1849	15.40	15.40	1	-	34.63			
25	M3 - Curado	13/04/2016	11/05/2016	28	53.10	15.20	15.50	45.10	2067	15.30	15.40	1	-	38.54	39.40	40.19	98
26	M3 - Curado	13/04/2016	11/05/2016	28	53.60	15.40	15.60	45.60	2238	15.40	15.40	1	-	41.91			
27	M3 - Curado	13/04/2016	11/05/2016	28	53.30	15.50	15.60	45.30	2109	15.60	15.60	1	-	37.75			



8.1 Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metalicos de maquina de rotura y la muestra

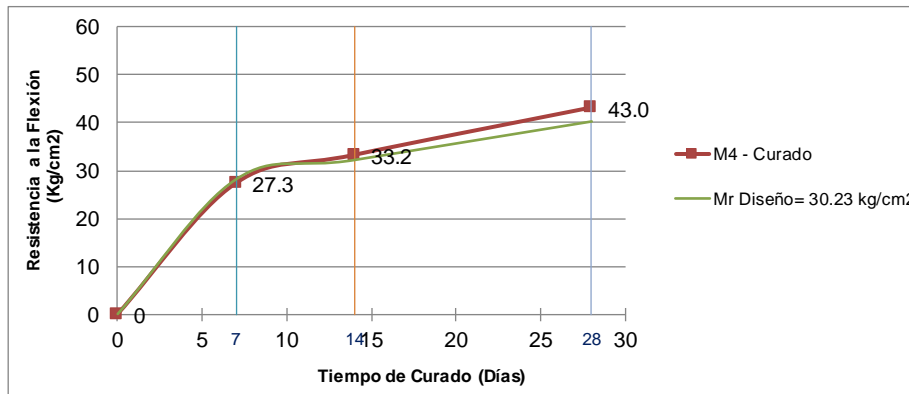
**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO ADICIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 0.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 280 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 0.5% de Concreto  
 Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
28	M4 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	53.50	15.50	15.55	45.50	1467	15.50	15.50	1	-	26.89	27.29	40.19	68
29	M4 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	53.30	15.30	15.50	45.30	1471	15.60	15.50	1	-	26.67			
30	M4 - Curado	15/04/2016	22/04/2016	7	53.40	15.30	15.70	45.40	1569	15.50	15.60	1	-	28.33			
31	M4 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	53.50	15.30	15.50	45.50	1732	15.30	15.40	1	-	32.58	33.20	40.19	83
32	M4 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	53.30	15.40	15.50	45.30	1790	15.40	15.55	1	-	32.66			
33	M4 - Curado	15/04/2016	29/04/2016	14	53.40	15.35	15.30	45.40	1843	15.40	15.40	1	-	34.36			
34	M4 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	53.40	15.20	15.50	45.40	2374	15.40	15.50	1	-	43.70	43.05	40.19	107
35	M4 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	53.30	15.30	15.40	45.30	2247	15.40	15.50	1	-	41.27			
36	M4 - Curado	15/04/2016	13/05/2016	28	53.50	15.40	15.40	45.50	2364	15.40	15.40	1	-	44.18			



**8.1** Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metalicos de maquina de rotura y la muestra



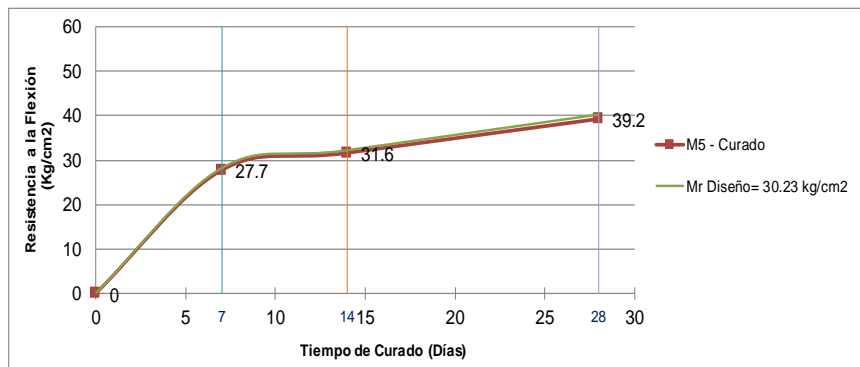
**RESULTADO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO ADICIONAL + FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5%**

**FECHA** : PIMENTEL, MAYO DEL 2016

**Ensayo** : CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición. NTP 339.079 2012

**Identificación** : Concreto Convencional f'c 280 kg/cm2 + Fibra de estopa de coco(5 cm.) proporción 1.5% de Concreto  
Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
28	M5 - Curado	17/04/2016	24/04/2016	7	53.50	15.50	15.55	45.50	1478	15.50	15.50	1	-	27.09	27.69	40.19	69
29	M5 - Curado	17/04/2016	24/04/2016	7	53.30	15.30	15.50	45.30	1521	15.60	15.50	1	-	27.58			
30	M5 - Curado	17/04/2016	24/04/2016	7	53.40	15.30	15.70	45.40	1573	15.50	15.60	1	-	28.40			
31	M5 - Curado	17/04/2016	01/05/2016	14	53.50	15.30	15.50	45.50	1637	15.30	15.40	1	-	30.79	31.60	40.19	79
32	M5 - Curado	17/04/2016	01/05/2016	14	53.30	15.40	15.50	45.30	1721	15.40	15.55	1	-	31.40			
33	M5 - Curado	17/04/2016	01/05/2016	14	53.40	15.35	15.30	45.40	1748	15.40	15.40	1	-	32.59			
34	M5 - Curado	17/04/2016	15/05/2016	28	53.40	15.20	15.50	45.40	2054	15.40	15.50	1	-	37.81	39.23	40.19	98
35	M5 - Curado	17/04/2016	15/05/2016	28	53.30	15.30	15.40	45.30	2167	15.40	15.50	1	-	39.80			
36	M5 - Curado	17/04/2016	15/05/2016	28	53.50	15.40	15.40	45.50	2145	15.40	15.40	1	-	40.08			



8.1 Se calcula el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg²).

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (lbf).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm (pulg).

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Se utilizó cuñas de cuero en el área de contacto entre los apoyos metalicos de maquina de rotura y la muestra

# PANEL FOTOGRAFICO

## 1. MATERIALES UTILIZADOS PARA ESTA INVESTIGACION

### AGREGADO FINO:

Arena amarilla Cantera la Victoria – Pátapo - Chiclayo

Foto 1



Foto 2



Foto 3



**b) AGREGADO GRUESO:**

Piedra chancada de ¾", cancha Tres Tomas- Ferreñafe

Foto 4



Foto 5



**c) CEMENTO: Tipo I**

Foto 6



**d) AGUA: del laboratorio de la USS**

Foto 7



## e) FIBRA DE ESTOPA DE COCO

Foto 8



## 2. ENSAYO A LOS MATERIALES EMPLEADOS

### a) AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO

Análisis granulométrico, Módulo de fineza, Peso específico y porcentajes de absorción, Contenido de humedad y pesos volumétricos secos, sueltos y compactados .

Foto 9



Foto 10



Foto 11



Foto 12



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16



### 3. ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Foto 17



Foto 18



Foto 19





# 1. ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Foto 20



Foto 21



Foto 22



Foto 23



Foto 24



Foto 25

