



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“INFLUENCIA DEL REEMPLAZO PROPORCIONAL DEL AGREGADO FINO POR LA UTILIZACION DE PLASTICO (PET) Y FIBRA DE POLIPROPILENO (Sikacem®-1 Fiber) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, CASERIO LA BANDA, CAJAMARCA, 2017.”**

Trabajo de suficiencia profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Luis Alex Chavarri Vargas

Wilder Jesus Guevara Muñoz

Asesor:

Ing. Víctor Hugo Sánchez Terrones

Cajamarca – Perú

2018

## ÍNDICE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
ÍNDICE CONTENIDOS .....	12
ÍNDICE TABLAS .....	16
ÍNDICE DE FIGURAS .....	17
RESUMEN.....	18
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	20
1.1. Realidad problemática.....	20
1.2. Formulación del problema .....	21
1.3. Justificación de la investigación.....	21
1.4. Limitaciones.....	22
1.5. Objetivo de la investigación .....	22
1.5.1. Objetivo General.....	22
1.5.2. Objetivo Específicos.....	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.1.1. Internacionales .....	23
2.1.2. Nacionales.....	23
2.1.3. Locales .....	24
2.2. Bases teóricas .....	24
2.2.1. Materiales para el concreto .....	24
2.2.2. Cemento .....	25
2.2.3. Agua .....	27
2.2.4. Agregados .....	28
2.3. Plástico .....	29
2.3.1. Clasificación y uso del plástico .....	30
2.3.2. Tereftalato de polietileno .....	30
2.3.3. Propiedades del plástico .....	32
2.3.4. Reciclaje del plástico .....	33
2.3.5. Formas de reciclaje actuales de plástico .....	33
2.4. Fibra de polipropileno .....	33
2.4.1. Tipos de fibra de polipropileno.....	34
2.4.2. Concreto con fibras de polipropileno .....	35
2.5. Aditivos .....	36
2.5.1. Normalización de los aditivos .....	36

2.5.2. Los Aditivos se pueden clasificar.....	36
2.6 Aditivo sika® cem acelerante pe.....	37
2.6.1 Descripción general.....	37
2.6.2. Aplicación .....	38
2.6.3. Ventajas .....	38
2.6.4. Datos básicos .....	38
2.6.5. Datos técnicos .....	38
2.7 Aditivo sikacem® _ 1 fiber .....	38
2.7.1. Descripción general.....	38
2.7.2. Usos .....	39
2.7.3. Características/Ventajas.....	39
2.7.4. Datos básicos .....	39
2.7.5. Datos técnicos .....	39
2.8. Características físicas de los agregados según la norma ASTM/NTP .....	40
2.8.1 Granulometría (NTP 400.012) .....	40
2.8.1.1 Agregado fino.....	40
2.8.1.2 Agregado grueso.....	41
2.8.2 Módulo de finura (NTP 400.012).....	42
2.8.3. Peso unitario (NTP 400.017).....	43
2.8.4. Peso específico (NTP 400.022).....	44
2.8.5. Porcentaje de absorción (NTP 400.022) .....	44
2.8.6. Contenido de humedad (NTP 339.127).....	45
2.8.7. Abrasión (NTP 400.019).....	45
2.8.8. Tamaño máximo nominal (NTP 400.037).....	45
2.9. Diseño de mezclas .....	46
2.9.1. Secuencia de diseño de mezcla .....	46
2.10. Recomendaciones especiales de diseño.....	50
2.10.1. Selección de las propiedades del concreto método del módulo de finura de la combinación de agregados .....	50
2.11. Ensayos en el concreto según la norma ASTM/NTP .....	52
2.11.1. Ensayo a concreto fresco .....	52
2.11.2. Asentamiento o slump ASTM C143 / NTP 339.035.....	52
2.11.3. Peso unitario ASTM C 138 / NTP 339.046 .....	53
2.11.4. Temperatura del concreto ASTM C 1064 / NTP 339.184 .....	54
2.11.5. Ensayo a concreto endurecido .....	54
2.11.6. Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C 39 / NTP.....	54
2.11.7. Tipo de fracturas en los cilindros de concreto ASTM C-39 / NTP 339. 034.....	56
CAPÍTULO III. HIPOTESIS .....	57

CAPÍTULO IV.	INVESTIGACION .....	58
4.1.	Operacionalización de variables .....	58
4.2.	Alcance de la investigación.....	59
4.3.	Tipo de diseño de la investigación.....	59
4.4.	Unidad de estudio .....	59
4.5.	Población .....	59
4.6.	Muestra.....	59
4.7.	Metodologías para el análisis de información .....	60
4.8.	Técnicas de recolección de datos.....	61
4.9.	Procedimiento.....	61
CAPÍTULO V.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	64
5.1.	Resultados de las características físicas de los agregados.....	64
5.1.1.	Promedio agregado fino .....	64
5.1.1.1.	Análisis granulométrico .....	64
5.1.2.	Promedio agregado grueso .....	66
5.1.2.1.	Análisis granulométrico .....	66
5.1.3.	Promedio plástico .....	68
5.1.3.1.	Análisis granulométrico .....	68
5.2.	Resultados de diseño de mezclas .....	69
5.2.1.	Dosificación para 1 m <sup>3</sup> de concreto .....	70
5.2.2.	Dosificación para 9 probetas de concreto .....	70
5.3.	Resultados de los diseños de concreto fresco.....	71
5.3.1.	Asentamiento del concreto fresco .....	71
5.3.2.	Peso unitario del concreto fresco .....	73
5.3.3.	Temperatura del concreto fresco.....	74
5.4.	Resultado de las características del concreto endurecido .....	75
5.4.1.	Resistencia a compresión axial a diferentes edades.....	75
5.4.2.	Evolución de la resistencia a compresión axial a diferentes edades .....	77
5.5.	Valoración económica.....	78
CAPÍTULO 5.	CONCLUSIONES.....	82
CAPÍTULO 6.	RECOMENDACIONES.....	83
CAPÍTULO 7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
CAPÍTULO 8.	ANEXOS.....	87
ANEXO n° 1.	Hoja técnica del aditivo sika® cem acelerante PE .....	87
ANEXO n° 2.	Hoja técnica del aditivo sika cem® - 1 fiber .....	90
ANEXO n° 3.	Requerimientos que deberían cumplir los agregados para concreto. ....	93
ANEXO n° 4.	Propiedades físicas del agregado fino y grueso .....	97
ANEXO n° 5.	Análisis granulométrico y módulo de finura del Plástico .....	104
ANEXO n° 6.	Diseño de mezcla .....	108
ANEXO n° 7.	Resumen de ensayos a compresión axial del concreto .....	117

ANEXO n° 8. Resistencia a compresión axial del concreto y gráfico de esfuerzo Vs deformación .....	119
ANEXO n° 9. Costos unitarios concreto patrón $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	156
ANEXO n° 10. Panel Fotográfico .....	161

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Materiales del concreto. ....	25
Tabla 2. Resistencia a la compresión de los tipos de cemento. ....	26
Tabla 3. Límites permisibles para el agua de mezcla y curados según la norma NTP339.088 (ASTM C1602). ....	27
Tabla 4. Requisitos granulométricos del agregado fino.....	29
Tabla 5. Datos técnicos del PET. ....	32
Tabla 6. Usos granulométricos de agregado fino de la NTP 400.037. ....	40
Tabla 7. Usos granulométricos de agregado grueso de la NTP 400.037. ....	42
Tabla 8. Asentamiento del concreto. ....	47
Tabla 9. Volumen unitario de agua.....	48
Tabla 10. Contenido de aire atrapado. ....	49
Tabla 11. Módulo de finura de la combinación de agregados. ....	51
Tabla 12. Operacionalización de variable independiente. ....	58
Tabla 13. Operacionalización de variable dependiente.....	58
Tabla 14. Resultado promedio del ensayo granulométrico del agregado fino. ....	64
Tabla 15. Límites permisibles para el agua de mezcla y curados según la norma NTP339.088 (ASTM C1602). ....	65
Tabla 16. Resultado promedio del ensayo granulométrico del agregado grueso.....	66
Tabla 17. Resumen de las características físicas del agregado grueso.....	67
Tabla 18. Resumen promedio del ensayo granulométrico del plástico. ....	68
Tabla 19. Cantidad de material para 1 m <sup>3</sup> de concreto $f'_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	70
Tabla 20. Cantidad de material para 9 probetas de concreto $f'_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	70
Tabla 21. Asentamiento del concreto fresco y variación porcentual con respecto al concreto patrón. ....	71
Tabla 22. Peso unitario del concreto fresco y variación porcentual con respecto al concreto patrón. ....	73
Tabla 23. Temperatura del concreto fresco y variación porcentual con respecto al concreto patrón. ....	74
Tabla 24. Resistencia promedio a compresión axial de los diferentes tipos de concreto. ....	75
Tabla 25. Costos de los tipos de concreto por m <sup>3</sup> y su variación porcentual.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fibras de polipropileno.....	34
Figura 2. Procedimiento para medir asentamiento.....	53
Figura 3. Esquema de los tipos de fallas.....	56
Figura 4. Curva granulométrica promedio del agregado fino. ....	65
Figura 5. Curva granulométrica promedio del agregado fino. ....	67
Figura 6. Curva granulométrica promedio del plástico. ....	69
Figura 7. Variación porcentual del asentamiento con respecto al concreto patrón. ....	72
Figura 8. Variación porcentual del peso unitario con respecto al concreto patrón .....	73
Figura 9. Variación porcentual de la resistencia a compresión respecto al concreto patrón .....	76
Figura 10. Evolución de la resistencia a compresión a través del tiempo. ....	77
Figura 11. Variación porcentual de los costos del concreto por m <sup>3</sup> con respecto al concreto patrón.....	79

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia del reemplazo del agregado fino por Plástico (PET) y fibras de polipropileno (Sikacem® - 1 Fiber) en la resistencia a compresión del concreto  $f_c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>, para lo cual se determinó las características físicas de los materiales y luego se elaboró los diseños de mezcla según el método del “módulo de finura de la combinación de agregados”, tanto para el concreto patrón como para los concretos con reemplazo de 2%, 4% y 10% de plástico y fibras de polipropileno, según su especificación técnica, en cada uno de los tipos de concreto se realizaron ensayos de asentamiento, peso unitario y temperatura en el concreto fresco; de igual manera se ensayó en su estado endurecido a una edad equivalente de 7, 14 y 28 días, determinando la resistencia a compresión de los diferentes tipos de concreto, el cual causa efecto al incrementar el reemplazo del agregado fino por plástico y fibras de polipropileno respecto al concreto patrón.

**Palabras claves:** Plástico, fibras de propileo, resistencia a compresión, reemplazo



## ABSTRACT

The objective of the present investigation is to determine the influence of the replacement of the fine aggregate by plastic (PET) and polypropylene fibers (Sikacem® - 1 Fiber) on the concrete compressive strength  $f_c = 210$  kg / cm<sup>2</sup>, for which determined the physical characteristics of the materials and then elaborated the mixing designs according to the method of "fineness module of the combination of aggregates", both for the concrete pattern and for concrete with replacement of 2%,4%,10% of plastic and polypropylene fibers, according to their technical specification, in each of the types of concrete were performed settlement tests, unit weight and temperature in fresh concrete; similarly, it was tested in its hardened state at an equivalent age of 7, 14 and 28 days, determining the compressive strength of the different types of concrete, which causes effect by increasing the replacement of the fine aggregate by plastic and polypropylene fibers to the concrete pattern.

Keywords: Plastic, propylene fibers, compression resistance, replacement

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rivva López, E. (2017). Concreto. Materiales para el concreto. (3ra. Ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia-ICG.
- Rivva López, E. (2014). Diseño de mezclas (2da. ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia-ICG.
- Rivva López, E. (2014). Supervisión del concreto en obra (4ta ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia-ICG.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2018). Manual de la Construcción. (17ma. ed.). Lima, Perú. ICG.
- Reyna, C. (2016). Reutilización de plástico, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. Universidad nacional de Trujillo, Escuela de posgrado, Perú.
- Rivera, G. (2013). Concreto simple.[Versión Adobe Digital Editions]. Cauca, Colombia. Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Cauca. Recuperado de <https://inforcivilonline.wordpress.com/2015/05/23/concreto-simple-ing-gerardo-a-rivera-l/>
- López Roman (2015). “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado”.
- Barreda, M., Iaiani, C., & Sota, J. (Agosto de 2000). Hormigón reforzado con fibras de polipropileno: tramo experimental de un pavimento de hormigón. La Plata, Argentina.
- Eduardo Montalvo Guevara (2015). Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales.
- Alexander Jhoel Astopilco Valiente (2015). Comparación de las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de pvc.
- Huincho, E. (2011) "Concreto De Alta Resistencia Usando Aditivo Superplastificante, Microsílice Y Nanosílice Con Cemento Portland Tipo 1". Tesis Profesional. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Escobedo, P. (2014). “Incidencia de la nanosílice en la resistencia mecánica de un concreto de alta resistencia con cemento portland tipo 1” Tesis Profesional. Cajamarca. Universidad Privada del Norte.
- Hernández (2011). Perú: El 90% del reciclaje de plástico es informal. Recuperado de <https://sophimania.pe/medio-ambiente/contaminacion-y-salud-ambiental/pera-el-90-del-reciclaje-de-plasticos-es-informal/>
- Rodríguez, 2016. Tecnología concreto, En Blogger.  
<http://tecdelconcretorodriguez.blogspot.pe/2016/04/semana-3-los-aditivos.html>

- Zavala, G. (2015). “Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado” (Tesis de grado). Escuela especializada en ingeniería itca – fepade dirección de investigación y proyección social, Santa Tecla Mercado, M. P. (2010). Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto. Ciudad de México.
- NTP 334.009. (2011). Cemento portland. Requisitos. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP334.088. (2006). Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto). Especificaciones. 2a. ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.034. (2008) (revisada 2013). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3ª. ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.035. (2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.046. (2008) (revisada 2013). Método de ensayo normalizado para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). 2ª. Ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.088. (2006). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. 2ª. Ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.183. (2013). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 2ª. Ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.184. (2002). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Urna, Perú: indecopi
- NTP 339.185. (2013). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable del agregado por secado. 2ª. ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.010. (2011). Extracción y preparación de muestras. 3ª. ed. Lima, Perú: Indecopi. NTP 400.011. (2008). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.012. (2013). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª. ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.017. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 3ª. ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.018. (2013). Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 $\mu$  (N° 200). 3ª. ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.019. (2002). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores para abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. 2ª. ed. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.021. (2013). Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3ª. ed. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.022. (2013). Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3ª. Ed. Lima, Perú: Indecopi.

NTP 400.037. (2002). Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).2ª. Ed. Lima, Perú: Indecopi.

ASTM A 820. Standard Specification for Steel Fibers for Fiber – Reinforced Concrete.