



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“INFLUENCIA DEL AZÚCAR COMO ADITIVO NATURAL EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL Y EL TIEMPO DE FRAGUADO EN LOS MORTEROS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Mendoza Vásquez, José Luis

Asesor:

Ing. Gabriel Cachi Cerna

Cajamarca – Perú

2015

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **José Luis Mendoza Vásquez**, denominada:

**“INFLUENCIA DEL AZÚCAR COMO ADITIVO NATURAL EN LA RESISTENCIA
A COMPRESIÓN AXIAL Y EL TIEMPO DE FRAGUADO EN LOS MORTEROS
DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**

Ing. Gabriel Cachi Cerna
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Alejandro Cubas Becerra
JURADO

Ing. José Miguel Angel Vásquez Sevillano
JURADO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------------|
| APROBACIÓN DE LA TESIS..... | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| ÌNDICE DE CONTENIDOS..... | v |
| ÌNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÌNDICE DE GRÁFICOS..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT..... | x |
| | |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 11 |
| 1.2. Formulación del problema | 12 |
| 1.3. Justificación | 12 |
| 1.4. Limitaciones..... | 13 |
| 1.5. Objetivos..... | 13 |
| 1.5.1. <i>Objetivo General</i> | 13 |
| 1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> | 13 |
| | |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1. Antecedentes..... | 15 |
| 2.2. Bases Teóricas..... | 16 |
| 2.2.1. <i>Aditivos</i> | 16 |
| 2.2.1.2 <i>Aditivos acelerantes</i> | 17 |
| 2.2.1.3 <i>Aditivos retardadores</i> | 17 |
| 2.2.1.4 <i>Aditivos naturales y de procedencia corriente</i> | 18 |
| 2.2.2. <i>Morteros</i> | 18 |
| 2.2.2.1. <i>Resistencia</i> | 18 |
| 2.2.2.2. <i>Clasificación de los morteros</i> | 19 |
| 2.2.2.3. <i>Usos</i> | 20 |
| 2.2.3. <i>Azúcar</i> | 21 |
| 2.3. Definición de términos básicos | 23 |
| | |
| CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS..... | 25 |
| 3.1. Formulación de la hipótesis..... | 25 |
| 3.2. Operacionalización de variables..... | 26 |
| | |
| CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS..... | 27 |
| 4.1. Tipo de diseño de investigación..... | 27 |
| 4.2. Material..... | 27 |
| 4.2.1. <i>Unidad de estudio</i> | 27 |
| 4.2.2. <i>Población</i> | 27 |
| 4.2.3. <i>Muestra</i> | 27 |

| | | |
|--------------------|---|------------|
| 4.3. | Métodos..... | 27 |
| 4.3.1. | <i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i> | 27 |
| 4.3.2. | <i>Procedimientos</i> | 29 |
| CAPÍTULO 5. | DESARROLLO | 35 |
| CAPÍTULO 6. | RESULTADOS | 42 |
| CAPÍTULO 7. | DISCUSIÓN | 103 |
| CAPÍTULO 8. | REFERENCIAS | 109 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| TABLA 1. Resistencia del concreto estimado..... | 19 |
| TABLA 2. Usos de los morteros de cemento..... | 19 |
| TABLA 3. Contenido de humedad del agregado fino..... | 42 |
| TABLA 4. Pesos específicos y % de absorción..... | 42 |
| TABLA 5. Peso unitario suelto del agregado fino..... | 44 |
| TABLA 6. Módulo de finura..... | 46 |
| TABLA 7. Límites granulométricos ASTM C33..... | 46 |
| TABLA 8. Probeta N°01 – 0% de azúcar..... | 50 |
| TABLA 9. Probeta N°02 – 0% de azúcar..... | 51 |
| TABLA 10. Probeta N°03 – 0% de azúcar..... | 52 |
| TABLA 11. Probeta N°04 – 0% de azúcar..... | 54 |
| TABLA 12. Probeta N°05 – 0% de azúcar..... | 55 |
| TABLA 13. Probeta N°06 – 0% de azúcar..... | 57 |
| TABLA 14. Probeta N°07 – 0% de azúcar..... | 58 |
| TABLA 15. Probeta N°01 – 3% de azúcar..... | 60 |
| TABLA 16. Probeta N°02 – 3% de azúcar..... | 61 |
| TABLA 17. Probeta N°03 – 3% de azúcar..... | 62 |
| TABLA 18. Probeta N°04 – 3% de azúcar..... | 63 |
| TABLA 19. Probeta N°05 – 3% de azúcar..... | 64 |
| TABLA 20. Probeta N°06 – 3% de azúcar..... | 65 |
| TABLA 21. Probeta N°07 – 3% de azúcar..... | 66 |
| TABLA 22. Probeta N°01 – 6% de azúcar..... | 67 |
| TABLA 23. Probeta N°02 – 6% de azúcar..... | 68 |
| TABLA 24. Probeta N°03 – 6% de azúcar..... | 69 |
| TABLA 25. Probeta N°04 – 6% de azúcar..... | 70 |
| TABLA 26. Probeta N°05 – 6% de azúcar..... | 71 |
| TABLA 27. Probeta N°06 – 6% de azúcar..... | 72 |
| TABLA 28. Probeta N°07 – 6% de azúcar..... | 73 |
| TABLA 29. Probeta N°01 – 9% de azúcar..... | 74 |
| TABLA 30. Probeta N°02 – 9% de azúcar..... | 75 |
| TABLA 31. Probeta N°03 – 9% de azúcar..... | 76 |
| TABLA 32. Probeta N°04 – 9% de azúcar..... | 77 |
| TABLA 33. Probeta N°05 – 9% de azúcar..... | 78 |
| TABLA 34. Probeta N°06 – 9% de azúcar..... | 79 |
| TABLA 35. Probeta N°07 – 9% de azúcar..... | 80 |
| TABLA 36. Probeta N°01 – 12% de azúcar..... | 81 |
| TABLA 37. Probeta N°02 – 12% de azúcar..... | 82 |
| TABLA 38. Probeta N°03 – 12% de azúcar..... | 83 |
| TABLA 39. Probeta N°04 – 12% de azúcar..... | 84 |
| TABLA 40. Probeta N°05 – 12% de azúcar..... | 85 |
| TABLA 41. Probeta N°06 – 12% de azúcar..... | 86 |
| TABLA 42. Probeta N°07 – 12% de azúcar..... | 87 |
| TABLA 43. Cuadro resumen esfuerzo máximo – 14 días..... | 88 |
| TABLA 44. Descarte de datos..... | 89 |
| TABLA 45. Esfuerzo máximo a los 28 días estimado..... | 89 |
| TABLA 46. Cuadro comparativo de esfuerzos..... | 89 |
| TABLA 47. Cuadro consistencia normal..... | 94 |
| TABLA 48. Tiempo de fraguado – 0% de azúcar..... | 96 |
| TABLA 49. Tiempo de fraguado – 3% de azúcar..... | 97 |
| TABLA 50. Tiempo de fraguado – 6% de azúcar..... | 97 |
| TABLA 51. Tiempo de fraguado – 9% de azúcar..... | 98 |
| TABLA 52. Tiempo de fraguado – 12% de azúcar..... | 99 |
| TABLA 53. Cuadro resumen tiempos de fraguado..... | 100 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| GRÁFICO 1. Propiedades del concreto con y sin aditivo..... | 16 |
| GRÁFICO 2. Esquema de fabricación de sacarosa..... | 22 |
| GRÁFICO 3. Curva granulométrica agregado fino..... | 47 |
| GRÁFICO 4. Esfuerzo vs deformación 01 – 0% de azúcar..... | 51 |
| GRÁFICO 5. Esfuerzo vs deformación 02 – 0% de azúcar..... | 52 |
| GRÁFICO 6. Esfuerzo vs deformación 03 – 0% de azúcar..... | 53 |
| GRÁFICO 7. Esfuerzo vs deformación 04 – 0% de azúcar..... | 55 |
| GRÁFICO 8. Esfuerzo vs deformación 05 – 0% de azúcar..... | 56 |
| GRÁFICO 9. Esfuerzo vs deformación 06 – 0% de azúcar..... | 58 |
| GRÁFICO 10. Esfuerzo vs deformación 07 – 0% de azúcar..... | 59 |
| GRÁFICO 11. Esfuerzo vs deformación 01 – 3% de azúcar..... | 60 |
| GRÁFICO 12. Esfuerzo vs deformación 02 – 3% de azúcar..... | 61 |
| GRÁFICO 13. Esfuerzo vs deformación 03 – 3% de azúcar..... | 62 |
| GRÁFICO 14. Esfuerzo vs deformación 04 – 3% de azúcar..... | 63 |
| GRÁFICO 15. Esfuerzo vs deformación 05 – 3% de azúcar..... | 64 |
| GRÁFICO 16. Esfuerzo vs deformación 06 – 3% de azúcar..... | 65 |
| GRÁFICO 17. Esfuerzo vs deformación 07 – 3% de azúcar..... | 66 |
| GRÁFICO 18. Esfuerzo vs deformación 01 – 6% de azúcar..... | 67 |
| GRÁFICO 19. Esfuerzo vs deformación 02 – 6% de azúcar..... | 68 |
| GRÁFICO 20. Esfuerzo vs deformación 03 – 6% de azúcar..... | 69 |
| GRÁFICO 21. Esfuerzo vs deformación 04 – 6% de azúcar..... | 70 |
| GRÁFICO 22. Esfuerzo vs deformación 05 – 6% de azúcar..... | 71 |
| GRÁFICO 23. Esfuerzo vs deformación 06 – 6% de azúcar..... | 72 |
| GRÁFICO 24. Esfuerzo vs deformación 07 – 6% de azúcar..... | 73 |
| GRÁFICO 25. Esfuerzo vs deformación 01 – 9% de azúcar..... | 74 |
| GRÁFICO 26. Esfuerzo vs deformación 02 – 9% de azúcar..... | 75 |
| GRÁFICO 27. Esfuerzo vs deformación 03 – 9% de azúcar..... | 76 |
| GRÁFICO 28. Esfuerzo vs deformación 04 – 9% de azúcar..... | 77 |
| GRÁFICO 29. Esfuerzo vs deformación 05 – 9% de azúcar..... | 78 |
| GRÁFICO 30. Esfuerzo vs deformación 06 – 9% de azúcar..... | 79 |
| GRÁFICO 31. Esfuerzo vs deformación 07 – 9% de azúcar..... | 80 |
| GRÁFICO 32. Esfuerzo vs deformación 01 – 12% de azúcar..... | 81 |
| GRÁFICO 33. Esfuerzo vs deformación 02 – 12% de azúcar..... | 82 |
| GRÁFICO 34. Esfuerzo vs deformación 03 – 12% de azúcar..... | 83 |
| GRÁFICO 35. Esfuerzo vs deformación 04 – 12% de azúcar..... | 85 |
| GRÁFICO 36. Esfuerzo vs deformación 05 – 12% de azúcar..... | 86 |
| GRÁFICO 37. Esfuerzo vs deformación 06 – 12% de azúcar..... | 87 |
| GRÁFICO 38. Esfuerzo vs deformación 07 – 12% de azúcar..... | 88 |
| GRÁFICO 39. Comparación de resistencia a compresión en % a los 28 días estimado..... | 90 |
| GRÁFICO 40. Tiempo vs penetración – 0% de azúcar..... | 96 |
| GRÁFICO 41. Tiempo vs penetración – 3% de azúcar..... | 97 |
| GRÁFICO 42. Tiempo vs penetración – 6% de azúcar..... | 98 |
| GRÁFICO 43. Tiempo vs penetración – 9% de azúcar..... | 99 |
| GRÁFICO 44. Tiempo vs penetración – 12% de azúcar..... | 100 |
| GRÁFICO 45. Comparación de fraguado inicial..... | 100 |
| GRÁFICO 46. Comparación de fraguado final..... | 101 |

RESUMEN

Los morteros de cemento son materiales de construcción de uso cada vez más extendido y especializado dentro de la edificación, cuyas características y prestaciones son diferentes según sea el destino para el que están diseñados. Es por ello que se estudió la influencia del azúcar en los porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12% del peso del cemento en la resistencia a compresión axial y tiempo de fraguado. Para ello es necesario realizar varios ensayos en laboratorio a fin de realizar el diseño de mezcla. La información recogida permitió realizar 7 cubos de 5cm x 5 cm x 5cm para cada porcentaje de azúcar y otros 7 cubos sin adicionarle azúcar con norma ASTM C 109. Los cuales se sometieron a la máquina compresora a los 14 días, luego mediante factor (0.86) se estimó los resultados a los 28 días. Los resultados obtenidos determinaron que el azúcar acelera el tiempo de fraguado en al menos 50 minutos y los resultados de la resistencia a compresión determinaron que el azúcar les reduce 78% de resistencia a compresión axial con 3% azúcar, 88% de resistencia a compresión axial con 6%, 79% de resistencia a compresión axial con 9% y 64% de resistencia a compresión axial con 12% de azúcar del peso del cemento.

ABSTRACT

The cement mortars are building materials with increasingly widespread and specialized use in building, whose characteristics and performance are different according to the destination for which are designed. That's is why the influence of sugar was studied in percentages of 3%, 6%, 9% and 12% by cement weight in axial compressive strength and setting time. This requires performing several laboratory tests to make the mix design. The information collected allowed perform 7 cubes of 5cm x 5cm x 5cm for each percentage of sugar and another 7 cubes without adding sugar with the ASTM C 109 standard. Which are underwent to the compression machine at 14 days, then by factor (0.86) estimated results at 28 days. The results obtained determined that sugar can be accelerate the setting time almost in 50 minutes and the results of the compressive strength determined that sugar reduces 78% their resistance to axial compression with 3% of sugar, 88% resistance to axial compression with 6% of sugar, 79% their resistance to axial compression with 9% of sugar and 64% their resistance to axial compression with 12% of sugar by cement weight.

NOTA DE ACCESO

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

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS

1. AASHTO T131. (2006). *Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. ASTM.
2. ACI 116R-00. (2000). *Cement and Concrete Terminology*.
3. Alejandro, F. (2002). *Historia, Caracterización y Restauración de Morteros*. Sevilla.
4. Anabela, M. (2008). *Tiempo de Fraguado del Hormigón*. Obtenido de Tiempo de Fraguado del Hormigón: http://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/12/Tesis2008_Anabela-Gabalec_Tiempo-de-Fraguado-del-Hormigon.pdf
5. ASTM C109. (2008). *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)*. ASTM.
6. ASTM C128. (2004). *Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos*. West Conshohocken: ASTM.
7. ASTM C1329. (2015). *Standard Specification for Mortar Cement*. West Conshohocken: ASTM.
8. ASTM C136. (2005). *Método de Ensayo Normalizado para la Determinación Granulométrica de Agregados Finos y Gruesos*. West Conshohocken: ASTM.
9. ASTM C187. (1998). *Normal Consistency of Hydraulic Cement*. West Conshohocken: ASTM.
10. ASTM C191. (2009). *Standard Test Methods for time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. ASTM.
11. ASTM C29. (1997). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. West Conshohocken: ASTM.
12. ASTM C33. (1999). *Standard Specification for Concrete Aggregates*. West Conshohocken: ASTM.
13. ASTM C494. (2005). *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. West Conshohocken: ASTM.
14. ASTM C70. (1994). *Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate*. West Conshohocken: ASTM.
15. Bazid, K., & Bulent, B. (2002). *The Effect of Sugar On Setting-Time of Various Types of Cements*. Pakistan.
16. Crespo Escobar, S. (2010). *Materiales de Construcción para Edificaciones y Obra Civil*. Editorial Club Universitario.
17. Durán, L. (2001). Aditivos Naturales. *Arbor*, 107.
18. Gonzales, M. (2001). *Construcción*. Lima, Perú.
19. Gutiérrez, L. (2003). *El Concreto y Otros Materiales para la Construcción*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

20. Harmsen, T. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: Editorial fondo PUCP.
21. León, L., Vázquez, A., & Torres, M. (2012). *Estudio del surgimiento y desarrollo de los morteros en la construcción*. Cuba: Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
22. Levi, N. (1870). *The Sugar Beet*. Melbourne.
23. Melo Ruiz, V., & Cuamatzi Tapia, Ó. (2007). *Bioquímica de los Procesos Metabólicos, Segunda Edición*. México D.F.: Editorial Reverté.
24. NTP 334.009. (2005). *CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos*. Lima: Norma Técnica Peruana.
25. Pasquel, E. (1998). TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. En E. Pasquel, *TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO*. Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
26. Rana, S. (2014). *Effect of Sugar on Setting-time and Compressive Strength of Ordinary Portland cement Paste*. Kathmandu: BRCORP.
27. Rodríguez. (2004). *Morteros para Fábricas*. Madrid: Asociación Nacional de Fabricantes de Mortero.
28. Rodriguez, M. (2008). *Bases de la Alimentación Humana*. La Coruña: Miembro del foro Europeo de editores.
29. Salamanca, R. (2001). *La Tecnología de los Morteros*. Bogotá: Ciencia e Ingeniería Neogranadina Revista.
30. Sánchez, D. A. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Colombia: Bhandar Editores.
31. Tebar, D. G. (22 de Noviembre de 1984). *Aditivos para hormigones, morteros y pastas*. España: IETCC/CSIC. Obtenido de Consejo Superior de Investigaciones Científicas: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/943/1001>
32. Terán, P., Lazo, C., Sánchez, J., & Rojas, L. (2014). *COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA ENTRE EL MORTERO CONVENCIONAL, MORTERO DE CAL Y EL MORTERO DIABLO FUERTE*. Cajamarca.