



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural reforzado con extracto de nopal y aloe vera en ambientes salinos

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Agüero Hualcas, Darwin Sergio (orcid.org/0000-0002-3643-122X)

Barco Tocto, Evelyn Katherine (orcid.org/0000-0003-2151-1283)

**ASESOR:**

Dr. Farfan Cordova, Marlon Gaston (orcid.org/0000-0001-9295-5557)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

Trujillo – Perú

2023

## **DEDICATORIA**

La presente Tesis se la dedico en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida, sabiduría, fortaleza y por permitirme llegar a este importante momento de mi formación profesional. A mis padres Irene Hualcas Coronel y Sergio Agüero Paredes, por ser el principal cimiento de mi vida profesional, por inculcarme valores, esfuerzo y valentía, por enseñarme a siempre luchar por nuestras metas. A mi hermana Kelita Yuly Agüero Hualcas, que siempre ha estado conmigo brindándome su apoyo y por inspirarme a ser un profesional de bien.

**Agüero Hualcas Darwin Sergio**

El presente trabajo de investigación está dedicado especialmente a mis padres, quienes me brindaron su apoyo económico en absoluto y su cariño incondicional persistente durante toda mi etapa profesional, permitiéndome cumplir unas de mis metas trazadas.

**Barco Tocto Evelyn Katherine**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer en primer lugar a Dios, por la vida, por la salud y la fuerza que día a día me brinda, a mis padres Irene y Sergio y hermanos por todo el apoyo moral y económico, por ser mi mayor fortaleza, mi guía durante el recorrido de mi etapa Universitaria y convertirme en un profesional con ética y moral, en gran parte se los debo a ustedes por alentarme a nunca persistir de mis sueños, agradecer también al Ingeniero Farfán Córdova Marlon Gastón, quien contribuyó con la culminación de mi carrera profesional. Por último, a mi compañera de tesis Barco Tocto Evelyn Katherine, por confiar en mí como su compañero de tesis y emprender este proyecto con dedicación y sobre todo entusiasmo.

### **Agüero Hualcas Darwin Sergio**

Agradezco a Dios, por brindarme salud y vida, a mis padres y hermana, por inculcarme valores y principios que me hicieron crecer como persona, a la Universidad César Vallejo, por permitirme adquirir conocimientos importantes mediante profesores partícipes en mi formación profesional, en especial al Ing. Farfán Córdova Marlon Gastón, por saber guiarme y brindarme sus conocimientos necesarios para la presentación de mi tesis.

### **Barco Tocto Evelyn Katherine**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, FARFAN CORDOVA MARLON GASTON, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural reforzado con extracto de nopal y aloe vera en ambientes salinos", cuyos autores son AGÜERO HUALCAS DARWIN SERGIO, BARCO TOCTO EVELYN KATHERINE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 19 de Junio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
FARFAN CORDOVA MARLON GASTON DNI: 03371691 ORCID: 0000-0001-9295-5557	Firmado electrónicamente por: MFARFANC el 12-07- 2023 22:47:28

Código documento Trilce: TRI - 0545452



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

## **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, AGÜERO HUALCAS DARWIN SERGIO, BARCO TOCTO EVELYN KATHERINE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural reforzado con extracto de nopal y aloe vera en ambientes salinos", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DARWIN SERGIO AGÜERO HUALCAS DNI: 61562262 ORCID: 0000-0002-3643-122X	Firmado electrónicamente por: DAGUEROHU23 el 19- 06-2023 14:23:30
EVELYN KATHERINE BARCO TOCTO DNI: 72106331 ORCID: 0000-0003-2151-1283	Firmado electrónicamente por: EKBARCOT el 19-06- 2023 14:23:09

Código documento Trilce: TRI - 0545450



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.1.1. Tipo de investigación: .....	11
3.1.2. Diseño de investigación: .....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.3.1. Población: .....	12
3.3.2. Muestra: .....	12
3.3.3. Muestreo: .....	13
3.3.4. Unidad de análisis:.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.4.1. Técnicas: .....	15
3.4.2. Instrumentos: .....	15
3.5. Procedimientos .....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos .....	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Caracterización de agregados .....	33
4.1.1. Análisis granulométrico.....	33
4.1.2. Contenido de humedad del agregado grueso y fino .....	35
4.1.3. Material pasante malla n°200 .....	35
4.1.4. Peso específico y grado de absorción del agregado grueso y fino .....	36

4.1.5. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso y fino .....	37
4.2. Diseño de mezcla.....	37
4.2.1. Proporcionamiento de las mezclas de concreto .....	38
4.3. Ensayos de las características físicas del concreto en estado fresco .....	43
4.3.1. Temperatura del concreto y del ambiente.....	43
4.3.2. Asentamiento del concreto .....	44
4.3.3. Peso unitario del concreto fresco.....	44
4.4. Ensayos de las propiedades mecánicas del concreto estado endurecido .	45
4.4.1. Resistencia a la compresión .....	45
4.4.2. Resistencia a la tracción .....	47
4.4.3. Resistencia a la flexión .....	49
4.5. Evaluación de la Corrosión del concreto mediante el proceso de carbonatación .....	51
4.6. Comparación de resultados de las propiedades físicas y mecánicas mediante software IBM SPSS y Excel .....	52
4.6.1. Propiedades físicas.....	52
4.6.2. Propiedades mecánicas.....	53
V. DISCUSIÓN.....	59
VI. CONCLUSIONES .....	68
VII. RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema de diseño de investigación .....	11
Tabla 2. Cantidad de muestras (estado fresco).....	12
Tabla 3. Cantidad de probetas (estado endurecido) .....	12
Tabla 4. Cantidad de probetas para el ensayo de resistencia a la compresión...	13
Tabla 5. Cantidad de probetas para el ensayo de resistencia a la tracción .....	13
Tabla 6. Cantidad de probetas para el ensayo de resistencia a la flexión.....	14
Tabla 7. Cantidad de probetas para el ensayo de evaluación de la corrosión .....	14
Tabla 8. Cantidad de muestras para el ensayo de temperatura, asentamiento y peso unitario.....	14
Tabla 9. Instrumentos de recolección de datos .....	15
Tabla 10. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso .....	33
Tabla 11. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino .....	34
Tabla 12. Contenido de humedad del agregado grueso .....	35
Tabla 13. Contenido de humedad del agregado fino.....	35
Tabla 14. Material pasante por la malla n°200 del agregado grueso .....	35
Tabla 15. Material pasante por la malla n°200 del agregado fino.....	36
Tabla 16. Peso específico y grado de absorción del agregado grueso .....	36
Tabla 17. Peso específico y grado de absorción del agregado fino .....	36
Tabla 18. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso .....	37
Tabla 19. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino .....	37
Tabla 20. Especificaciones técnicas del concreto .....	38
Tabla 21. Propiedades físicas de los materiales .....	38
Tabla 22. Proporcionamiento de la mezcla de concreto patrón.....	39
Tabla 23. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 2% de nopal .....	39
Tabla 24. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 6% de nopal .....	40
Tabla 25. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 10% de nopal .....	40
Tabla 26. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 0.5 de aloe vera.....	41
Tabla 27. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 1.5% de aloe vera.....	41



Tabla 28. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 3% de aloe vera.....	42
Tabla 29. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 2% de nopal y 0.5% de aloe vera .....	42
Tabla 30. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 6% de nopal y 0.5% de aloe vera .....	43
Tabla 31. Proporcionamiento de la mezcla de concreto con la adición del 10% de nopal y 3% de aloe vera.....	43
Tabla 32. Asentamiento del concreto .....	44
Tabla 33. Peso unitario del concreto .....	45
Tabla 34. Resultados de ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días..	45
Tabla 35. Resultados de ensayos de resistencia a la compresión a los 56 días..	46
Tabla 36. Resultados de ensayos de la resistencia a la tracción a los 28 días ....	47
Tabla 37. Resultados de ensayos de resistencia a la flexión a los 56 días .....	49
Tabla 38. Resultados de ensayos de resistencia a la flexión a los 90 días .....	49
Tabla 39. Resultados de los ensayos de evaluación de la corrosión a los 90 y 145 días .....	51
Tabla 40. Prueba de normalidad .....	53
Tabla 41. Prueba Kruskal-Wallis .....	53
Tabla 42. Comparaciones múltiples .....	54
Tabla 43. Prueba de normalidad .....	54
Tabla 44. Anova .....	55
Tabla 45. Comparaciones múltiples .....	55
Tabla 46. Prueba de normalidad .....	56
Tabla 47. Prueba Kruskal-Wallis .....	56
Tabla 48. Comparaciones múltiples .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peso del agregado fino para el análisis granulométrico. ....	17
Figura 2. Lavado de la muestra en el n°200.....	17
Figura 3. Tamices empleados. ....	17
Figura 4. Método del cuarteo del agregado grueso.....	17
Figura 5. Peso del agregado grueso para el análisis granulométrico.....	17
Figura 6. Tamices empleados. ....	17
Figura 7. Peso de la muestra del agregado fino.....	18
Figura 8. Peso de la muestra del agregado grueso.....	18
Figura 9. Peso de la muestra. ....	19
Figura 10. Peso del picnómetro.....	19
Figura 11. Colocación de la muestra al picnómetro. ....	19
Figura 12. Reposo de las muestras en el picnómetro. ....	19
Figura 13. Peso de la muestra + picnómetro + Agua. ....	19
Figura 14. Retiración de la muestra del picnómetro. ....	19
Figura 15. Muestra puesta en el horno.....	19
Figura 16. Retiración de la muestra del horno.....	19
Figura 17. Peso de la muestra secada al horno. ....	19
Figura 18. Método del cuarteo.....	20
Figura 19. Tamiz N°4. ....	20
Figura 20. Peso de la muestra. ....	20
Figura 21. Muestra del agregado puesto en agua.....	20
Figura 22. Muestra secada a temperatura ambiente.....	20
Figura 23. Peso de la muestra secada a temperatura ambiente. ....	20
Figura 24. Canastilla utilizada. ....	20
Figura 25. Peso de la muestra sumergida en el agua + el peso de la canastilla. .	20
Figura 26. Peso de la muestra secada al horno. ....	20
Figura 27. Peso del molde.....	21
Figura 28. Llenado de la piedra al molde. ....	21
Figura 29. Peso de la muestra en estado suelta. ....	21
Figura 30. Peso del molde.....	21
Figura 31. Llenado de la arena al molde. ....	21
Figura 32. Peso de la muestra en estado suelto. ....	21

Figura 33. Peso del molde.....	22
Figura 34. Llenado de la muestra al molde en tres capas. ....	22
Figura 35. Peso de la muestra en estado compactado. ....	22
Figura 36. Peso del molde.....	22
Figura 37. Llenado de la muestra al molde en tres capas. ....	22
Figura 38. Peso de la muestra en estado compactado ....	22
Figura 39. Pencas a utilizar del nopal. ....	23
Figura 40. El nopal en trozos pequeños.....	23
Figura 41. El nopal en agua por 24 horas ....	23
Figura 42. El nopal en cocción. ....	23
Figura 43. Colado del extracto de nopal.....	23
Figura 44. El nopal listo para la adición en la mezcla.....	23
Figura 45. Hojas frescas de la sábila. ....	24
Figura 46. Las hojas del aloe vera sumergidas en agua. ....	24
Figura 47. Obtención del gel mediante proceso de raspado. ....	24
Figura 48. Mezclado del gel en licuadora.....	24
Figura 49. Proceso de colado del extracto de aloe vera. ....	24
Figura 50. Extracto de aloe vera listo para agregar a la mezcla.....	24
Figura 51. Agregados pesados de acuerdo a la cantidad requerida. ....	24
Figura 52. Pesado del agua y cemento requerido.....	24
Figura 53. Total de materiales empleados en para un diseño.....	24
Figura 54. Colocación de los materiales al trompo.....	25
Figura 55. Adición del aditivo a la mezcla. ....	25
Figura 56. Vaciado de la mezcla a la carretilla. ....	25
Figura 57. Toma de temperatura del concreto. ....	25
Figura 58. Toma de temperatura ambiental. ....	25
Figura 59. Se humedeció el molde.....	26
Figura 60. Llenado de la mezcla al molde en 3 capas. ....	26
Figura 61. Medición del asentamiento.....	26
Figura 62. Peso del molde.....	26
Figura 63. Llenado de la muestra al molde. ....	26
Figura 64. Peso unitario. ....	26
Figura 65. Moldes para las probetas. ....	27

Figura 66. Llenado de las probetas. ....	27
Figura 67. Compactación para cada capa.....	27
Figura 68. Apisonado de las probetas.....	27
Figura 69. Enrazado de las probetas. ....	27
Figura 70. Probetas listas para su posterior curado. ....	27
Figura 71. Moldes utilizados para las vigas.....	27
Figura 72. Llenado de mezcla al molde para las vigas.....	27
Figura 73. Compactación de las vigas en cada capa. ....	27
Figura 74. Apisonado de las vigas. ....	28
Figura 75. Enrazado de las vigas. ....	28
Figura 76. Vigas listas para su posterior curado. ....	28
Figura 77. Probetas desencofradas. ....	28
Figura 78. Vigas desencofradas.....	28
Figura 79. Solución de sal.....	28
Figura 80. Agregando la solución de sal al 5% del volumen de agua. ....	28
Figura 81. Probetas y vigas puestas en la pileta para su curado. ....	28
Figura 82. Probetas en estado de curado para el ensayo de corrosión. ....	28
Figura 83. Probeta puesta en la máquina de ensayo. ....	29
Figura 84. Probeta ensayada. ....	29
Figura 85. Resultado de la resistencia en kg/cm <sup>2</sup> de la probeta ensayada. ....	29
Figura 86. Probeta puesta en la máquina de ensayo. ....	30
Figura 87. Probeta ensayada. ....	30
Figura 88. Resultado de la resistencia en Kgf de la probeta ensayada.....	30
Figura 89. Viga puesta en la máquina de ensayo. ....	30
Figura 90. Viga ensayada. ....	30
Figura 91. Resultado de la resistencia en Kgf de la viga ensayada. ....	30
Figura 92. Rociado de fenolftaleína en una cara de la probeta. ....	31
Figura 93. Probeta con la adición de fenolftaleína. ....	31
Figura 94. Toma de lectura de datos con regla. ....	31
Figura 95. Curva granulométrica del agregado grueso ....	33
Figura 96. Curva granulométrica del agregado fino ....	34
Figura 97. Temperatura del concreto y ambiente.....	44

Figura 98. Tendencia de los resultados de resistencia a la compresión a los 28 y 56 días. ....	47
Figura 99. Resistencia a la tracción a los 28 días. ....	48
Figura 100. Tendencia de los resultados de la resistencia a la flexión a los 56 y 90 días. ....	50
Figura 101. Evaluación de la corrosión a los 90 y 145 días. ....	51
Figura 102. Variación porcentual de asentamiento. ....	52
Figura 103. Variación porcentual del peso unitario del concreto. ....	52
Figura 104. Variación porcentual de la resistencia a la flexión a los 56 días. ....	57
Figura 105. Variación porcentual de la resistencia a la flexión a los 90 días. ....	58

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo, determinar el efecto que produce el extracto de nopal y aloe vera en las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural en ambientes salinos, se desarrolló empleando una metodología de investigación básica, diseño experimental, de tipo cuasi-experimental, la población de estudio fue el concreto  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de los aditivos obtenidos de las plantas de nopal y aloe vera provenientes de la ciudad de Huamachuco. La muestra fueron 130 probetas cilíndricas, 40 vigas y 10 muestras para los ensayos en estado fresco, usando porcentajes de nopal en 2%; 6% y 10% y el aloe vera 0.5%; 1.5% y 3%, asimismo, en conjunto de 2% de nopal + 0.5% de aloe vera y así respectivamente 6% + 1.5%; 10%+3%, en relación al peso del cemento. Para la recolección de información se empleó técnicas, como la observación y en instrumentos, la ficha de observación de laboratorio, obteniendo que, el asentamiento mejoró, asimismo, la máxima resistencia a la compresión a los 28 días fue  $443.4 \text{ kg/cm}^2$  y  $445.4 \text{ kg/cm}^2$  a los 56 días, resistencia a la tracción  $41.4 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, resistencia a la flexión  $72.8 \text{ kg/cm}^2$  a los 56 días,  $77.7 \text{ kg/cm}^2$  a los 90 días, la velocidad de carbonatación presentó disminución máxima de  $0.22 \text{ mm/año}$ , logrando determinar que estos aditivos han evidenciado incrementos en ambas propiedades del concreto, resaltando su porcentaje más óptimo de cada extracto, nopal su mejor uso fue al 2%, aloe vera 0.5% y en conjunto 2%N+0.5%AV.

### **Palabras clave:**

Concreto estructural, propiedades fisicomecánicas, corrosión, nopal, aloe vera.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to determine the effect of nopal extract and aloe vera on the physical and mechanical properties of structural concrete in saline environments. It was developed using a basic research methodology, experimental design, quasi-experimental type, the study population was concrete  $f'c=245$  kg/cm<sup>2</sup> with the addition of additives obtained from nopal and aloe vera plants from the city of Huamachuco. The sample consisted of 130 cylindrical specimens, 40 beams and 10 samples for the fresh state tests, using percentages of nopal in 2%; 6% and 10% and aloe vera 0.5%; 1.5% and 3%, as well as a set of 2% nopal + 0.5% aloe vera and thus respectively 6% + 1.5%; 10%+3%, in relation to the weight of the cement. For the collection of information, techniques were used, such as observation and in instruments, the laboratory observation sheet, obtaining that the settlement improved, likewise, the maximum compressive strength at 28 days was 443.4 kg/cm<sup>2</sup> and 445.4 kg/cm<sup>2</sup> at 56 days, tensile strength 41.4 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days, flexural strength 72.8 kg/cm<sup>2</sup> at 56 days, 77.7 kg/cm<sup>2</sup> at 90 days, the carbonation rate presented a maximum decrease of 0.22 mm/year, managing to determine that these additives have evidenced increases in both properties of the concrete, highlighting its most optimal percentage of each extract, nopal its best use was at 2%, aloe vera 0.5% and together 2%N+0.5%AV.

**Keywords:** Structural concrete, physicomechanical properties, corrosion, nopal, aloe vera.