

FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

ANDRÉS LEONARDO SILVA BALAGUERA
LAURA ALEJANDRA PEDRAZA FLORES
DIEGO FERNANDO GUALDRÓN ALFONSO

Silva Balaguera, Andrés Leonardo, autor

Fundamentos de investigación en Ingeniería Civil / Andrés Leonardo Silva Balaguera, Laura Alejandra Pedraza Flores, Diego Fernando Gualdrón Alfonso -- Primera edición -- Bogotá : Ecoe Ediciones, 2023.

137 páginas. -- (Ingeniería y afines. Ingeniería civil)

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-503-569-0 -- 978-958-503-570-6 (e-book)

1. Ingeniería civil - Investigaciones - Fundamentos 2. Investigación científica - Metodología 3. Metodología científica I. Pedraza Flores, Laura Alejandra, autor II. Gualdrón Alfonso, Diego Fernando, autor

CDD: 624.072 ed. 23

CO-BoBN- a1106140



Área: Ingeniería y afines

Subárea: Ingeniería civil

ECOE
EDICIONES

© Andrés Leonardo Silva Balaguera
© Laura Alejandra Pedraza Flores
© Diego Fernando Gualdrón Alfonso

© Ecoe Ediciones S.A.S.
info@ecoeediciones.com
www.ecoeediciones.com
Carrera 19 # 63 C 32 - Tel.: 919 80 02
Bogotá, Colombia

Primera edición: Bogotá, enero del 2023

ISBN: 978-958-503-569-0
e-ISBN: 978-958-503-570-6

Directora editorial: Claudia Garay Castro
Coordinadora editorial: Paula Bermúdez B.
Corrección de estilos: Andrés Díaz
Diagramación: Magda Rocio Barrero
Carátula: Wilson Marulanda Muñoz
Impresión: Xpress Estudio Gráfico y digital
Carrera 69 H # 77 - 40

*Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.*

Impreso y hecho en Colombia - Todos los derechos reservados

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. LA CIENCIA Y EL CONOCIMIENTO	1
1.1 ¿Qué es ciencia?	2
1.1.1 Conocimiento empírico.....	2
1.1.2 Conocimiento científico.....	2
1.2 Aspectos generales del conocimiento	2
1.3 Teoría del conocimiento.....	3
1.4 La posibilidad del conocimiento según Hessen	4
1.5 Niveles de abstracción.....	4
1.6 Evolución histórica del conocimiento científico.....	5
1.7 Clasificación de las ciencias	13
1.7.1 Según el objetivo que persiguen	14
1.7.2 Según el objeto de estudio	14
1.7.3 Según su grado de adelanto.....	14
1.8 El método científico	14
1.8.1 La observación	14
1.8.2 La hipótesis.....	14
1.8.3 La experimentación.....	15
1.8.4 La teoría	15
1.8.5 La ley	15
1.9 Marco teórico.....	15
1.9.1 Revisión de literatura	16
1.9.2 Ajuste del modelo teórico.....	17
1.10 Estado del arte	18

1.11 Comparación entre marco teórico y estado del arte.....	20
1.12 Ciencia abierta	20
1.12.1 Grados de apertura en la ciencia abierta	20
1.12.2 Vías para publicar de forma libre	21
CAPÍTULO 2. INVESTIGACIÓN	23
2.1 Conceptos generales en investigación	23
2.1.1 ¿Qué es una teoría?.....	23
2.1.2 ¿Qué es una ley?	24
2.1.3 ¿Qué es un axioma?.....	25
2.1.4 ¿Qué es un paradigma?.....	25
2.2 Características de la investigación científica	25
2.3 Tipos de investigación	26
2.3.1 Investigación según el tiempo en que se presenta.....	26
2.3.2 Clasificación de la investigación de acuerdo con el tipo de inferencia	27
2.3.3 De acuerdo con el fin que persigue.....	28
2.3.4 De acuerdo con los tipos de datos analizados	30
2.3.5 De acuerdo con la metodología para demostrar la hipótesis	31
2.4 Metodologías de investigación	34
2.4.1 Método cuantitativo	35
2.4.2 Método cualitativo.....	35
2.4.3 Método inductivo	35
2.4.4 Método deductivo	36
2.4.5 Método analítico.....	36
2.4.6 Método sintético.....	36
2.4.7 Método científico.....	36
2.4.8 Método comparativo.....	37
2.4.9 Método mixto	37
2.5 Relación entre tipos de investigación y las diferentes metodologías....	38
CAPÍTULO 3. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA	39
3.1 Proyectos de investigación	40
3.1.1 Planteamiento de ideas	41
3.1.2 Búsqueda de información preliminar	41
3.1.3 Descripción del proyecto.....	42
3.1.4 Propuesta de investigación.....	44
3.1.5 Construcción del documento final	49
3.1.6 Presentación de la investigación.....	51
3.2 Proyectos de ingeniería.....	54
3.2.1 Fases en el proyecto de ingeniería	54

3.3 Comparación entre proyecto de ingeniería y proyecto de investigación.....	56
3.4 Clasificación de proyectos de investigación en ingeniería por su metodología.....	57
3.4.1 Metodología según la problemática en Ingeniería Civil	58
3.4.2 Tema de investigación.....	60
3.5 Artículo de investigación.....	61
3.5.1 Tipos de enfoque en artículos.....	63
3.5.2 Artículo de revisión.....	64
3.5.3 Artículo de investigación.....	67
3.6 El ensayo	69
3.6.1 Tipos de ensayos	70
3.6.2 Estructura de un ensayo	70
3.6.3 Ejemplo de redacción de un ensayo	73
3.7 Gestores de bibliografías.....	74
3.7.1 Mendeley	74
3.8 Normas APA	75
3.8.1 Orden de las páginas	76
3.8.2 Citación normas APA	77
3.8.3 Referencias.....	77
3.9 Ejemplos de proyectos típicos de ingeniería.....	78
3.9.1 Ejemplos de proyectos comunes en ingeniería civil.....	78
CAPÍTULO 4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	81
4.1 Tipos de variabilidad.....	82
4.2 Hipótesis y variables.....	82
4.2.1 Tipos de variables.....	83
4.2.2 Operacionalización de variables.....	84
4.2.3 Aspectos principales de las hipótesis	86
4.2.4 Tipos de hipótesis	87
4.2.5 Prueba de hipótesis	88
4.3 Población y muestra	88
4.4 ¿Cómo seleccionar una muestra?	89
4.4.1 Tamaño de la muestra	89
4.5 Muestreo	92
4.6 Tipos de muestreo	93
4.6.1 Muestra sesgada.....	93
4.6.2 Muestreo objetivo	94
4.6.3 Ejemplos.....	96

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS.....	97
5.1 Estadística descriptiva.....	98
5.1.1 Análisis de frecuencias.....	98
5.1.2 Análisis gráfico de datos	100
5.1.3 Medidas de tendencia central	104
5.1.4 Medidas de dispersión	106
5.2 Estadística inferencial.....	108
5.2.1 Análisis paramétrico	108
REFERENCIAS	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de conocimientos	2
Figura 2. El pensamiento humano según su grado de objetividad	10
Figura 3. El pensamiento humano a través de los años y sus principales representantes.....	11
Figura 4. Clasificación de las ciencias formales y fácticas.....	13
Figura 5. Pasos del método científico	15
Figura 6. Investigación según los datos analizados	31
Figura 7. Proceso de escritura de un entregable investigativo.....	40
Figura 8. Requisitos científicos de un proyecto de investigación tipo tesis.....	40
Figura 9. Factores en el planteamiento de ideas	41
Figura 10. Ejemplo de pregunta de investigación.....	43
Figura 11. Verbos para objetivos generales y específicos	45
Figura 12. Verbos para objetivos según su nivel.....	46
Figura 13. Organización de diapositivas para la sustentación de un proyecto	53
Figura 14. Tipos de proyectos de ingeniería.....	58
Figura 15. Vista general de un artículo de investigación.....	63

Figura 16. Cómo hacer un artículo de revisión	66
Figura 17. Interfaz inicial Mendeley.....	75
Figura 18. Clases de muestras	89
Figura 19. Estadística descriptiva y estadística de inferencia.....	98
Figura 20. Gráfico de frecuencias en barra.....	100
Figura 21. Gráfico de frecuencias en forma de pastel.....	101
Figura 22. Gráfico de frecuencias en un diagrama de puntos	101
Figura 23. Ejemplo de comportamiento lineal de un conjunto de datos.....	102
Figura 24. Gráfico de comportamiento exponencial de un conjunto de datos	103
Figura 25. Ejemplo de comportamiento cuadrático (polinomial)	104
Figura 26. Gráfica desviación estándar	107
Figura 27. Valores críticos de T-Student.....	110
Figura 28. Dispersión de la prueba T-Student. Ejemplo 2.....	113
Figura 29. Gráfica ANOVA	118
Figura 30. Coeficiente de correlación de Pearson	120
Figura 31. Distribución de ji-cuadrado con diferentes grados de libertad .	124
Figura 32. Distribución de ji-cuadrado	124
Figura 33. Diferencias y similitudes Rho de Sperman y ji-cuadrado.....	125
Figura 34. Valores críticos de ji-cuadrado.....	126
Figura 35. Valores críticos de ji-cuadrado (continuación).....	128
Figura 36. Distribución de ji-cuadrado para ejemplo 1.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos de escritos investigativos	62
Tabla 2.	Ejemplo de matriz analítica de contenido.....	65
Tabla 3.	Partes de un ensayo según su finalidad.....	71
Tabla 4.	Conectores según su significado	71
Tabla 5.	Recomendaciones generales normas APA 7. ^a edición	75
Tabla 6.	Operacionalización de variables	84
Tabla 7.	Operacionalización de variables. Ejemplo 1	86
Tabla 8.	Operacionalización de variables. Ejemplo 1 (continuación).....	86
Tabla 9.	Coefficientes de confiabilidad	91
Tabla 10.	Clasificación para el muestreo.....	96
Tabla 11.	Valores para diagrama de barras y pastel.....	99
Tabla 12.	Tabla de valores de comportamiento lineal	102
Tabla 13.	Tabla de valores para comportamiento exponencial.....	103
Tabla 14.	Tabla de valores para comportamiento cuadrático (polinomial)	104
Tabla 15.	Datos ejemplo 1	104
Tabla 16.	Notas de estudiantes materia de cálculo	117
Tabla 17.	Cálculos estadísticos	117

Tabla 18. Nivel de ruido vehicular (dB)	118
Tabla 19. Cálculos estadísticos ANOVA	119
Tabla 20. Datos ejemplo 1. Coeficiente de correlación de Pearson.....	122
Tabla 21. Resultados ejemplo 1. Coeficiente de correlación de Pearson ...	122
Tabla 22. Datos ejemplo 1. Ji-cuadrado	130