

INGENIERÍA A PLENA VISTA

GUÍA DE CAMPO ILUSTRADA
SOBRE EL ENTORNO CONSTRUIDO

GRADY HILLHOUSE



Espacio de Diseño

Título de la obra original: *Engineering in Plain Sight. An Illustrated Field Guide to the Constructed Environment*

Realización de cubierta: Celia Antón Santos

Traducción: Claudia Valdés-Miranda Cros

Revisión: Yohana B. Martínez Abreu y Gelsys M. García Lorenzo

Maquetación: Claudia Valdés-Miranda Cros

Responsable editorial: Eugenio Tuya Feijó

Revisores técnicos: Thomas Overbye, Robert Weller, Laurence Rillet, Brian Gettinger, John Sobranjo, Erol Tutumluer, Tina McMartin, Jennifer Elms y Brandon White

Copyright © 2022 by Grady Hillhouse. Title of English-language original: *Engineering in Plain Sight: An Illustrated Field Guide to the Constructed Environment*, ISBN 9781718502321, published by No Starch Press Inc. 245 8th Street, San Francisco, California United States 94103. The Spanish-language 1st edition Copyright © 2024 by Grupo Anaya, S.A.U. (Anaya Multimedia) under license by No Starch Press Inc. All rights reserved.

All rights reserved. No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without the prior written permission of the copyright owner and the publisher.

Copyright © 2022 de Grady Hillhouse. Título del original en inglés: *Engineering in Plain Sight: An Illustrated Field Guide to the Constructed Environment*, ISBN 9781718502321, publicado por No Starch Press Inc. 245 8th Street, San Francisco, California Estados Unidos 94103. La primera edición en español Copyright © 2024 por Grupo Anaya, S.A.U. (Anaya Multimedia) bajo licencia de No Starch Press Inc. Todos los derechos reservados.

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaran, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

© EDICIONES ANAYA MULTIMEDIA
(GRUPO ANAYA S.A.U.), 2024
Valentín Beato, 21. 28037 Madrid
www.anayamultimedia.es



Depósito legal: M-33507-2023
ISBN: 978-84-415-4902-9
Printed in Spain

Agradecimientos

Debo un gran agradecimiento a quienes hicieron posible este libro:

A mi esposa, Crystal, infinitamente solidaria y ocasionalmente divertida: el amor de mi vida.

A mi hijo, Cliff, quien sin saberlo me empujó a elegir una carrera de ingeniería.

A mi hermano, Graham, quien me mostró cómo asumir riesgos; es la caja de resonancia de mis ideas y mi mejor crítico.

A mi primo, Samuel, el primer participante de «¿Qué es esa infraestructura?»: un juego que me inventé para hablar más sobre obras civiles en mis viajes por carretera.

A mi mejor amigo y colaborador, Wesley Crump, quien fue el primero en sugerirme que escribiera un libro y, cuando me decidí a hacerlo, se convirtió en miembro inestimable del equipo.

A mis padres, Joe y Carol, ejemplificación de todas las habilidades importantes de la vida, cuyo apoyo y aliento me condujeron a donde ellos sabían que quería ir.

A mi editora, Jill Franklin, y a todo el personal de No Starch Press, quienes entendieron de inmediato mi visión, me entrenaron con paciencia a través del proceso de su creación y trabajaron arduamente para crear algo especial.

A mi equipo de diseño de MUTI, dirigido por Brad Hodgskiss, que convirtió mi enjambre de garabatos e imágenes de *stock* en ilustraciones imaginativas.

A los revisores técnicos mencionados en la **página 4**, quienes aportaron toda su sabiduría y experiencia para mejorar cada capítulo y detectar mis errores.

A todos mis profesores de la Universidad Estatal de Texas y de la Universidad de Texas A&M y a todos mis antiguos colegas de Freese and Nichols, quienes compartieron conmigo su entusiasmo y experiencia en ingeniería, construcción, ciencias ambientales y mucho más.

Por último, a todos los seguidores de *Practical Engineering* en YouTube (y en otros medios), por sus comentarios y correos electrónicos. Nunca podría haber escrito este libro sin el aliento y los comentarios recibidos en los últimos seis años.

Índice de contenidos

| | |
|--|-----------|
| Introducción | 12 |
| 1 La red eléctrica | 15 |
| Introducción | 15 |
| Generalidades sobre la red eléctrica | 17 |
| Las centrales térmicas | 21 |
| Los parques eólicos | 25 |
| Las torres de transmisión | 29 |
| Los componentes de las líneas de transmisión | 33 |
| Las subestaciones | 37 |
| El equipamiento de las subestaciones | 41 |
| El poste de servicios públicos | 45 |
| Los equipos de distribución eléctrica | 49 |
| 2 Las comunicaciones | 53 |
| Introducción | 53 |
| Telecomunicaciones aéreas | 55 |
| Telecomunicaciones subterráneas | 59 |
| Torres de radiodifusión | 63 |
| Comunicaciones por satélite | 67 |
| Telefonía móvil | 71 |
| 3 Los caminos | 75 |
| Introducción | 75 |
| Las arterias urbanas y las vías colectoras | 77 |
| Infraestructura peatonal y ciclista | 81 |
| Los semáforos | 85 |
| Las señales y marcas viales | 89 |
| El movimiento de tierras y los muros de contención | 93 |
| La sección tipo de una carretera | 97 |
| El trazado tipo de una autovía | 101 |
| Los enlaces | 105 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4 | Puentes y túneles | 109 |
| | Introducción | 109 |
| | Los tipos de puentes | 111 |
| | La sección tipo de un puente | 115 |
| | Los túneles | 119 |
| | La sección transversal del túnel | 123 |
| 5 | Los ferrocarriles | 127 |
| | Introducción | 127 |
| | Las vías férreas | 129 |
| | Los aparatos de vía y las señales luminosas | 133 |
| | Los pasos a nivel | 137 |
| | Ferrocarriles electrificados | 141 |
| 6 | Presas, diques y estructuras costeras | 145 |
| | Introducción | 145 |
| | Las estructuras de protección de las costas | 147 |
| | Los puertos | 151 |
| | Las esclusas | 155 |
| | Los diques y los muros de contención | 159 |
| | Las presas de hormigón | 163 |
| | Presas de materiales sueltos | 167 |
| | Los aliviaderos y los desagües | 171 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7 | Redes de abastecimiento y saneamiento | 175 |
| | Introducción | 175 |
| | Las captaciones y las estaciones de bombeo | 177 |
| | Los pozos | 181 |
| | Las tuberías y acueductos de la red de distribución | 185 |
| | Las estaciones de tratamiento de agua potable | 189 |
| | El sistema de distribución de agua | 193 |
| | Las torres y los depósitos de agua | 197 |
| | La red de saneamiento y las EBAR | 201 |
| | Las estaciones depuradoras de aguas residuales EDAR | 205 |
| | La red de recogida de aguas pluviales | 209 |
| 8 | Construcción | 213 |
| | Introducción | 213 |
| | Una obra tipo | 215 |
| | Las grúas | 219 |
| | La maquinaria de construcción | 223 |
| | Glosario | 227 |
| | Índice alfabético | 251 |

INTRODUCCIÓN

A mediados de 2009, mientras el mundo atravesaba la crisis económica más severa desde los años treinta del siglo pasado, yo terminaba la universidad con un título en artes liberales sin la más mínima perspectiva de empleo remunerado. En vez de arriesgarme en el terrible mercado laboral, decidí dedicar un poco más de tiempo (y mucho más dinero) a mi educación. Frente a la difícil realidad de que un título universitario no me podía garantizar un trabajo, diligentemente hice una referencia cruzada entre mis diversos intereses con sus perspectivas ocupacionales para reenfocar mi trayectoria profesional en una dirección más confiable y menos ambigua. Me decidí por la ingeniería civil, un tema del que no sabía casi nada, pero que parecía emocionante y de responsabilidad. Increíblemente, me aceptaron en la escuela de posgrado (que era mi mejor opción) y comencé mis estudios ese otoño.

En cuanto terminé las clases básicas de matemáticas y ciencias que precisaba para ponerme al día con mis compañeros de posgrado, comencé los cursos de ingeniería. Siempre he sentido curiosidad por la ciencia, la tecnología y cómo funcionan las cosas. Aún así, nada podría haberme preparado para la gran transformación que tendría mi perspectiva durante el resto de mis estudios. Las clases de diseño estructural hicieron que empezara a observar todas las vigas y columnas visibles de cada nuevo sitio que visitaba. Las clases prácticas de circuitos eléctricos me mostraron los detalles y complejidades de las líneas transporte de electricidad y las subestaciones. Las conferencias de ingeniería hidráulica me obligaron a fijarme en cada drenaje, pozo y canal mientras me desplazaba por la

ciudad (andando, en bici o en coche). Todas y cada una de las clases encendían una lámpara que iluminaba algún nuevo rincón del entorno construido en el que nunca me había fijado. Y todo aquello me cautivó.

Terminé mi carrera no solo con un trabajo, sino también con una forma completamente nueva de ver el mundo. No pasó mucho tiempo para que todo ese entusiasmo por las infraestructuras desbordara mi vida personal, incluido mi canal de YouTube. Lo que comenzó como una forma de compartir mis proyectos de carpintería con otros artesanos se convirtió lentamente en una forma de introducir temas de ingeniería. Ahora produzco vídeos educativos a tiempo completo y *Practical Engineering* tiene millones de espectadores cada mes.

Incluso las partes menos excepcionales del entorno construido son monumentos a las soluciones de cientos de problemas prácticos de ingeniería. Comprender incluso un pequeño subconjunto de esos desafíos y sus resoluciones tenía el poder de asombrarme y extasiarme, y nunca dejé de sentirme así. Ahora toda mi vida es una búsqueda esencial de los tesoros que se esconden en todos los pequeños detalles interesantes del mundo construido. Mis paradas espontáneas ante cada presa y cada puente para tomar una fotografía y observarlos mejor vuelven loca a mi esposa en nuestros viajes por carretera. Es habitual que pierda el hilo de mis pensamientos durante mis paseos cuando detecto alguna infraestructura nueva o diferente. Y hay una pequeña parte de mi cerebro que se dedica a seguir el camino que tomarán las aguas pluviales, sin importar dónde esté o lo que esté haciendo. La ingeniería

me abrió los ojos a las infraestructuras que nos rodean y facilitan nuestras vidas en el mundo actual. Si algo de ese entusiasmo emana de este libro, habré logrado mi objetivo.

Esta no es una guía de campo completa. Las infraestructuras adoptan una miríada de formas por todo el mundo. Este libro se centra en Estados Unidos, pero las construcciones varían mucho incluso entre estados, condados y ciudades. No sería práctico intentar documentarlas todas. Además, arruinaría la diversión. Parte de la fascinación de ser un «observador de infraestructuras» radica en usar nuestras habilidades como detectives para deducir el propósito de las partes y detalles aleatorios. Espero que este libro tenga el don de seducirte y te convierta en espectador entusiasta del entorno construido.

—Grady Hillhouse