



CURSO/GUÍA PRÁCTICA INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS

CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	24
PRELIMINAR	25
La ingeniería de infraestructuras en 7 preguntas y respuestas.	25
1. ¿Qué es la ingeniería de infraestructura?	25
a. El término "infraestructura"	25
b. ¿Por qué son tan importantes los proyectos de construcción de infraestructuras?	27
2. ¿Qué es la ingeniería civil?	27
a. Ingeniería hidráulica	27
b. Ingeniería de construcción y gestión	28
c. Ingeniería estructural	28
d. Ingeniería geotécnica	29
e. Ingeniería de transporte	29
3. ¿Cuáles son las principales infraestructuras?	30
a. Carreteras	30
b. Puentes	30
c. Transporte masivo, aeropuertos y vías aéreas	31
d. Recursos de gestión y suministro de agua	31
e. Gestión de residuos y gestión de aguas residuales	31
f. Generación y transmisión de energía	32
g. Telecomunicaciones	32
h. Eliminación y almacenamiento de desechos peligrosos	32
4. ¿Cuáles son las características del Ingeniero civil?	33
a. Ingeniero de Construcción Civil, Ingeniero Civil Ambiental, Ingeniero Civil de Diseño, Ingeniero Civil Estructural, Ingeniero Civil Junior, Ingeniero Civil Hidráulico, Ingeniero Civil Geotécnico	33
b. Principales responsabilidades	33
5. ¿Cómo funcionan las empresas de construcción de infraestructuras?	35
a. Las empresas de construcción de infraestructuras e ingeniería civil	35
b. Contratistas de ingeniería, adquisiciones y construcción (EPC)	35
c. Asociaciones Público-Privadas	36
d. Desarrollo privado de infraestructuras	37
e. Tecnología de las infraestructuras	37
f. Restricciones a las infraestructuras	38
g. Cronogramas y uso futuro desconocido	38
h. Costes de activos	38
i. Supervisión gubernamental	39
j. Recursos estratégicos	39
k. Clientes y operadores de activos	40
6. ¿Cuáles son los diferentes métodos de realización de proyectos de infraestructura?	40
a. Contrato de construcción	40
Ventajas	40
Inconvenientes	41
b. Contrato de construcción – gestión.	41
Ventajas	41
Inconvenientes	41
c. Diseño–construcción	41
d. Contrato de coste adicional.	42
Ventajas	42
Inconvenientes	42
e. Asociación Público Privada	42
Ventajas	42



Inconvenientes _____	43
f. Gestión de proyecto _____	43
Ventajas _____	43
Inconvenientes _____	43
g. Contrato llave en mano _____	43
Ventajas _____	44
Inconvenientes _____	44
h. Modos colaborativos (entrega de proyectos integrados y alianzas Integrated Project Delivery (IPR) _____	44
Ventajas _____	45
Inconvenientes _____	45
7. ¿Cómo es el proceso de diseño y construcción de infraestructuras? _____	45
a. El proyecto de una infraestructura es el conjunto de fases de planificación y decisión. ____	45
b. Diseño preliminar _____	46
c. Proyecto final. _____	48
Ejemplo de carreteras. _____	48
Ejemplo redes ferroviarias _____	48
Ejemplo de Puentes _____	49
Ejemplo de túnel _____	49
d. Estudio de impacto ambiental _____	50
e. Proyecto ejecutivo _____	51
PARTE PRIMERA _____	53
Introducción a la Ingeniería de infraestructuras. Carreteras, puentes, viaductos, túneles y puertos. _____	53
Capítulo 1. Fundamentos de Ingeniería de Infraestructuras _____	53
1. Introducción a la Ingeniería de Infraestructuras _____	53
2. El Rol de la Ingeniería de Infraestructuras en el Desarrollo Urbano y Rural _____	54
3. Historia y Evolución de las Infraestructuras _____	54
a. Trayectoria Histórica de la Ingeniería de Infraestructuras _____	54
b. Fundamentos e innovaciones de la Ingeniería de Infraestructuras _____	55
Hormigón Armado y Pretensado _____	55
Tecnologías de Excavación y Túneles _____	55
Sistemas de Información Geográfica (SIG) _____	55
Tecnología de Materiales _____	56
Digitalización y BIM (Modelado de Información de Construcción) _____	56
4. Evaluación Detallada de Proyectos de Ingeniería de Infraestructuras Significativos a Nivel Mundial _____	56
Proyectos de Puentes y Viaductos _____	56
Proyectos de Túneles _____	56
Proyectos de Transporte Urbano _____	57
Proyectos de Puertos _____	57
5. Aplicaciones Prácticas y Soluciones Innovadoras _____	57
Innovaciones en Materiales de Construcción _____	57
Tecnologías de Construcción Avanzadas _____	57
Soluciones Sostenibles y Ecológicas _____	58
Innovación en Diseño y Estética _____	58
Aplicaciones de Inteligencia Artificial y Automatización _____	58
6. Exploración de las Nuevas Tecnologías en la Ingeniería de Infraestructuras _____	58
Realidad Aumentada y Virtual (AR/VR) _____	58
Impresión 3D en la Construcción _____	59
Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning _____	59
Sensores y IoT (Internet de las Cosas) _____	59
Energías Renovables y Sostenibilidad _____	59



7. Evaluación del Impacto y la Sostenibilidad en Proyectos de Ingeniería de Infraestructuras	60
Análisis de Impacto Ambiental	60
Sostenibilidad en la Construcción	60
Evaluación de la Huella de Carbono	60
Impacto Social y Económico	60
Evaluación Post-construcción	60
Capítulo 2. Planificación y Diseño de Carreteras.	62
1. Clasificación y Características de Diferentes Tipos de Carreteras	62
2. Consideraciones de Diseño: Geometría, Drenaje, Pavimentación	63
3. Construcción de Carreteras	64
Materiales	64
Métodos Constructivos	64
4. Estrategias y Prácticas en la Gestión y Logística de Proyectos de Construcción de Carreteras	65
5. Técnicas y Enfoques para el Mantenimiento de Carreteras	66
6. Aspectos Cruciales en la Seguridad y Señalización de Carreteras	66
Capítulo 3. Puentes	68
1. Variedad y Características de los Diferentes Tipos de Puentes	68
Puentes Colgantes	68
Puentes Atirantados	68
Puentes de Viga	68
Puentes de Arco	69
Puentes Levadizos y Móviles	69
Puentes de Hormigón Pretensado y Postensado	69
2. Consideraciones sobre Cargas y Análisis Estructural en el Diseño de Puentes	69
Cargas Permanentes	69
Cargas Variables	70
Cargas Ambientales	70
Fuerzas Sísmicas	70
Análisis Estructural	70
3. Métodos Constructivos y Materiales Utilizados en la Construcción de Puentes	71
Técnicas Constructivas	71
Materiales	71
Tecnología en la Construcción	71
4. Análisis Detallado de Proyectos Emblemáticos en la Construcción de Puentes	72
5. Mantenimiento y Rehabilitación de Puentes	73
a. Procesos y Técnicas de Inspección y Diagnóstico en Puentes	73
Inspecciones Visuales	73
Inspecciones Estructurales Detalladas	73
Monitoreo Continuo	73
Evaluación de la Capacidad de Carga	74
Identificación de Necesidades de Reparación o Reforzamiento	74
b. Estrategias y Métodos para el Reforzamiento y Reparación de Puentes	74
Reparación de Daños Superficiales	74
Refuerzo Estructural	74
Reparación de Elementos de Hormigón	74
Reemplazo de Componentes Críticos	75
Tecnologías Avanzadas	75
6. Fundamentos de Diseño de Viaductos.	75
a. Diferencias con Puentes. Características Distintivas de los Viaductos en Comparación con los	



Puentes	75
Propósito y Función	75
Diseño y Estructura	76
Longitud y Construcción	76
Aspectos Estéticos y Ambientales	76
b. Elementos Clave en el Diseño de Viaductos	76
Integración con el Paisaje	76
Consideraciones Geotécnicas	77
Diseño Estructural	77
Accesibilidad y Seguridad	77
Sostenibilidad	77
c. Métodos y Tecnologías en la Construcción de Viaductos	77
Técnicas de Construcción Modular	78
Métodos de Lanzamiento Incremental	78
Tecnologías de Soporte y Cimbrado	78
Integración de BIM (Modelado de Información de Construcción)	78
Uso de Drones y Tecnología de Sensores	78
d. Avances en Materiales Utilizados en la Construcción de Viaductos	79
Hormigón de Alto Rendimiento	79
Acero de Alta Resistencia	79
Materiales Compuestos y Polímeros Reforzados con Fibra	79
Tecnologías de Aislamiento Sísmico	79
Materiales Sostenibles y Reciclados	79
e. Mantenimiento y Seguridad de Viaductos	80
Estrategias y Prácticas en el Mantenimiento de Viaductos	80
Inspecciones Regulares	80
Mantenimiento Preventivo	80
Mantenimiento Correctivo	80
Evaluación y Mejora de la Seguridad	80
Planificación a Largo Plazo	80
f. Mantenimiento y Seguridad de Viaductos. Análisis de Riesgos y Seguridad	81
Evaluación y Gestión de Riesgos para la Seguridad en Viaductos	81
Identificación de Riesgos	81
Evaluación de Vulnerabilidades	81
Medidas de Mitigación	81
Monitoreo Continuo	82
Formación y Concienciación	82
Capítulo 4. Diseño de Túneles	83
1. Clasificación y Características de Diversos Tipos de Túneles	83
Túneles de Carretera	83
Túneles Ferroviarios	83
Túneles Urbanos	83
2. Consideraciones de Diseño de túneles.	84
3. Técnicas Avanzadas en el Diseño y Modelado de Túneles	84
Análisis Geotécnico	84
Modelado Computacional	85
Diseño Estructural	85
Consideraciones de Seguridad y Accesibilidad	85
Sostenibilidad y Impacto Ambiental	85
4. Técnicas Utilizadas en la Excavación y Soporte de Túneles	86
a. Métodos de Excavación	86
Tuneladora (TBM)	86
Método de Perforación y Voladura	86
Método 'Cut and Cover'	86
b. Sistemas de Soporte	86
Revestimiento con Hormigón	86
Bulones y Mallas de Acero	86



Anillos de Hormigón Prefabricados	86
c. Gestión de Riesgos y Seguridad	87
d. Tecnología y Innovación	87
5. Estrategias para la Gestión de Riesgos y la Seguridad en la Construcción de Túneles	87
Evaluación de Riesgos	87
Monitoreo Continuo	87
Equipos y Tecnologías de Seguridad	88
Formación y Capacitación	88
Gestión del Tráfico y del Entorno	88
6. Operación y Mantenimiento de Túneles, epígrafe "Sistemas de Ventilación y Drenaje".	89
a. Importancia y Diseño de Sistemas de Ventilación y Drenaje en Túneles	89
Sistemas de Ventilación	89
Sistemas de Drenaje	89
Innovaciones y Tecnologías	89
Mantenimiento y Operación	89
b. Estrategias y Prácticas en el Mantenimiento de Túneles	90
Mantenimiento Preventivo	90
Mantenimiento Correctivo	90
Gestión del Tráfico Durante el Mantenimiento	90
Capacitación y Preparación del Personal	90
Capítulo 5. Puertos	92
1. Diversidad y Funcionalidad de Diferentes Tipos de Puertos	92
Puertos Comerciales	92
Puertos de Pasajeros	92
Puertos Pesqueros	93
Puertos Industriales	93
Puertos de Ocio y Deporte	93
2. Consideraciones en Diseño y Planificación de puertos.	93
Estrategias y Consideraciones en la Planificación y Diseño Espacial de Puertos	94
Zonificación y Distribución Espacial	94
Accesibilidad y Conectividad	94
Consideraciones Ambientales	94
Integración con la Comunidad y el Paisaje Urbano	94
Uso de Tecnología Avanzada	95
3. Componentes Clave y Consideraciones en la Construcción de Infraestructuras Portuarias	95
Muelles y Amarres	95
Terminales de Carga y Descarga	95
Almacenamiento y Logística	96
Instalaciones para Pasajeros	96
Sistemas de Seguridad y Vigilancia	96
Infraestructura de Apoyo	96
4. Estrategias y Sistemas para la Gestión Eficiente de Operaciones y Logística en Puertos	97
Sistemas de Gestión Portuaria	97
Optimización del Flujo de Carga	97
Coordinación del Transporte Multimodal	97
Gestión de la Cadena de Suministro	97
Seguridad y Cumplimiento Regulatorio	98
5. Enfoques y Prácticas para el Mantenimiento Eficiente de Puertos	98
Mantenimiento de Infraestructura Física	98
Mantenimiento de Equipos	98
Gestión de Sistemas de Tecnología de la Información	98



Sostenibilidad y Medio Ambiente	99
Formación y Desarrollo de Personal	99

6. Mantenimiento y Modernización de Puertos. Estrategias para la Actualización y Crecimiento de las Instalaciones Portuarias 99

Modernización de Infraestructuras	99
Expansión de Capacidad	100
Tecnologías Sostenibles	100
Integración de Sistemas Inteligentes	100
Mejoras en Seguridad y Accesibilidad	100

Capítulo 6. Futuro de la Ingeniería de Infraestructuras 101

1. Exploración de Innovaciones y Tendencias Futuras en la Ingeniería de Infraestructuras 101

Digitalización y Automatización	101
Sostenibilidad y Construcción Ecológica	101
Adaptación al Cambio Climático	101
Movilidad y Transporte Innovador	102
Tecnologías de Materiales Avanzados	102

2. Avances Futuros en Materiales de Construcción y Métodos Constructivos 102

Materiales Inteligentes	102
Nanotecnología en la Construcción	102
Impresión 3D en Construcción a Gran Escala	103
Construcción Modular y Prefabricación	103
Tecnologías Sostenibles	103

3. El Rol Transformador de la Digitalización y la Inteligencia Artificial en la Ingeniería de Infraestructuras 104

Diseño y Planificación Asistidos por IA	104
Automatización y Robótica en la Construcción	104
Gestión Inteligente de Infraestructuras	104
Integración de IoT en Infraestructuras	104
Impacto en la Sostenibilidad	105

PARTE SEGUNDA 106

Las infraestructuras civiles. 106

Capítulo 7. Las infraestructuras civiles. 106

1. Infraestructuras primarias, secundarias y terciarias. 106

Infraestructuras Primarias	106
Infraestructuras Secundarias	107
Infraestructuras Terciarias	107

2. Proyecto de Construcción de una infraestructura. 108

a. Contenido del proyecto	108
b. Estudio geotécnico	109
c. Proyecto de salud y seguridad. Memoria de prevención de riesgos laborales.	110
d. Estudio de impacto medioambiental	112
e. Disposiciones relativas al control de calidad en obra.	113

3. Agentes implicados en el proyecto de obra civil. 114

4. Movimientos de tierras. 115

Operaciones del Movimiento de Tierras	116
Tipos de Excavación	116

5. Caso Práctico: Proyecto de Construcción de una Infraestructura 117

PARTE TERCERA. 119

Ingeniería de carreteras. 119



Capítulo 8. Las infraestructuras viarias (autopistas, autovías y carreteras).	119
1. Las infraestructuras viarias (autopistas, autovías y carreteras).	119
Componentes de una Carretera	119
Funciones de un Firme	120
Características Superficiales de los Firmes	120
Tipos de Firmes	120
2. Clases de infraestructuras viarias (carreteras).	121
a. Obras de Nuevo Trazado	121
b. Modificación del Trazado Existente	121
c. Variantes	121
d. Mejora de Firmes	122
Capítulo 9. Ingeniería de carreteras. Normativa técnica de carreteras.	123
1. Introducción a la terminología de la ingeniería de carreteras.	123
2. La comprobación de la seguridad de la cimentación de una obra de carreteras.	127
3. Proyecto o estudio de una cimentación.	128
4. Situaciones de proyecto	129
5. Caso Práctico: Ingeniería de Carreteras - Normativa Técnica de Carreteras	131
Capítulo 10. Reconocimiento del terreno para carreteras.	133
1. Reconocimiento del terreno para carreteras.	133
Estudio Informativo y/o Previo	133
Anteproyecto	133
Proyecto de Construcción	134
Problemas Específicos	134
2. Estudio informativo preliminar.	134
Delimitación de los Macizos Rocosos y Formaciones Geológicas	134
Análisis General de la Estabilidad de las Laderas	135
Localización de Formaciones Problemáticas	135
Estimación de la Reutilización de Terrenos	135
Delimitación de Zonas Homogéneas para la Explanada	135
Evaluación de Materiales y Yacimientos	135
3. Anteproyecto	136
Estudio del Movimiento de Tierras	136
Identificación de Préstamos de Materiales para Explanadas	136
Identificación de Materiales Disponibles para Firmes	136
Determinación del Tipo de Firme	136
Determinación de la Estabilidad	136
Identificación de Obras Específicas sobre Zonas Problemáticas	137
4. Proyecto de construcción.	137
Definición de Cimentaciones	137
Tipología de Cimentaciones	137
Consideración de Unidades de Obra	138
Auscultación y Precauciones durante la Explotación	138
Reconocimientos Geotécnicos en la Fase de Construcción	138
5. El estudio del terreno en fase activa de construcción.	138
Profundidades de Cimentación	139
Delimitación de Zonas Blandas	139
Cimentaciones de Instalaciones Auxiliares	139
Anomalías durante la Construcción	139
Pruebas en el Terreno	139
6. Caso Práctico: Reconocimiento del Terreno para Carreteras	140



Capítulo 11. Estudios geotécnicos preliminares.	142
1. Estudios geotécnicos preliminares.	142
Información Geológica General	142
Condiciones del Suelo Superficial	142
Información Hidrogeológica	142
Historial de Eventos Geotécnicos	143
Evaluación de Riesgos Geotécnicos	143
Reconocimientos de Campo Iniciales	143
Mapas y Gráficos Geológicos	143
Recomendaciones Iniciales	143
2. Información geológica previa.	144
Estructura Geológica Regional y Local	144
Columnas Tipo de Formaciones Rocosas y Suelos	144
Características de Identificación	144
Identificación de Riesgos Geotécnicos	144
Evaluación Preliminar de Propiedades Geotécnicas	145
Datos Hidrogeológicos	145
Otros Datos Relevantes	145
3. Métodos de prospección	145
Sondeos a Rotación	145
Calicatas	146
Ensayos de Penetración Estándar (SPT)	146
Penetrómetros Estáticos (CPT y CPTU)	146
Ensayos de Laboratorio	146
Perfilaje Geofísico	146
Pruebas de Carga	146
Muestreo de Agua Subterránea	147
Inspección Visual	147
4. Cartografía geológica	147
Planta y Perfiles Geológicos a Escala Detallada (E = 1/5.000 o más)	147
Régimen Hidrogeológico Local	147
Cartografía de Rasgos Geomorfológicos	148
Censo de Litoclasas	148
5. Caso Práctico: Estudios Geotécnicos Preliminares	148
Capítulo 12. El informe geotécnico	150
1. El informe geotécnico	150
Estructura del Informe	150
Contenido de la Memoria	150
Contenido de los Anejos	151
Presentación Gráfica	151
Coordinación con el Proyecto	151
2. La memoria	152
Título Descriptivo	152
Antecedentes	152
Descripción del Proyecto u Obra	152
Información Preexistente	152
Condiciones Geológico-Geotécnicas e Hidrogeológicas	152
Trabajos de Campo Realizados	153
Trabajos de Laboratorio	153
Descripción Geotécnica del Terreno	153
Recomendaciones	153
Cumplimiento de Objetivos	153
Otros Aspectos Relevantes	153
3. Anejos de trabajos de campo.	154



Anejo de Trabajos de Campo	154
Anejo de Ensayos de Laboratorio	155
4. Caso Práctico: El Informe Geotécnico	155
5. Caso Práctico: Optimización de Cimentaciones de Carreteras Mediante Procedimientos Geofísicos Avanzados	156
Uso de la Sísmica de Refracción	157
Técnicas de Propagación de Ondas y Tomografía Sísmica	157
Geofísica Eléctrica para Detección de Zonas Húmedas	157
Complementariedad con Sondeos Mecánicos	157
Aplicación de Técnicas Específicas para Estudios de Pavimentos	157
Documentación y Precisión en la Ejecución de Calicatas	157
Objetivos y Resultados Esperados	157
6. Caso Práctico: Eficiencia y Precisión en Sondeos Mecánicos para Proyectos de Cimentación. Implementación de Sondeos Mecánicos en la Construcción de una Nueva Carretera.	159
Precisión en los Sondeos Mecánicos	159
Obtención de Información Crucial	160
Documentación y Metodología	160
Integración con Otros Métodos	160
Enfoque Estratégico y Coste-Eficiencia	160
Análisis Especializado y Uso de Tecnología	160
Objetivos y Resultados Esperados	160
7. Caso Práctico: Optimización de Sondeos Mecánicos en Proyectos de Infraestructura. Implementación de Sondeos Mecánicos para la Construcción de una Autopista.	162
Precisión en Sondeos Mecánicos	162
Obtención de Datos Cruciales	162
Documentación y Registro Rigurosos	162
Reconocimientos Especiales	162
Ensayos 'In Situ' y Toma de Muestras	163
Análisis Especializado y Uso de Tecnología	163
Objetivos y Resultados Esperados	163
8. Caso Práctico: Implementación del Ensayo Edométrico en un Proyecto de Construcción de un Puente	164
Selección y Preparación de Muestras	164
Realización del Ensayo Edométrico	165
Análisis de Resultados	165
Adaptación del Diseño del Puente	165
9. Caso Práctico: Control de Calidad en la Construcción de Terraplenes para una Nueva Autovía.	166
Selección de Muestras y Preparación	166
Realización de Ensayos Próctor	166
Análisis de Resultados	166
Aplicación Práctica en la Obra	166
10. Caso Práctico: Evaluación Geotécnica de Rocas para la Construcción de un Viaducto	167
11. Caso Práctico: Determinación de la Profundidad de Prospecciones para Cimentaciones de Terraplenes y Estructuras. Evaluación Geotécnica para la Cimentación de un Puente	168
Limitaciones de las Técnicas de Prospección	169
Cimentaciones de Terraplenes	169
Cimentaciones de Estructuras	169
Objetivos y Resultados Esperados	169
12. Caso Práctico: Implementación de Pilotes en la Construcción de una Carretera en Terreno Inestable	171



Selección de Pilotes _____	171
Diseño y Ejecución _____	171
Implementación y Control de Calidad _____	171
Capítulo 13. Estabilización del suelo. _____	173
1. Técnicas de mejora del terreno _____	173
Identificación del Problema _____	173
Estudio de las Condiciones Actuales _____	173
Cálculo de Asientos y Estabilidad _____	173
Evaluación de Técnicas de Mejora _____	174
Análisis de Costes y Beneficios _____	174
Evaluación de Impacto Ambiental _____	174
Diseño del Tratamiento del Terreno _____	174
Control y Monitoreo _____	174
2. Estudio geotécnico del terreno. _____	175
3. Soluciones a los problemas del terreno. Técnicas de mejoras. _____	176
a. Precargas _____	176
b. Mechas drenantes _____	177
c. Vibración profunda _____	177
d. Compactación dinámica _____	177
e. Inyecciones _____	177
f. Inyecciones de alta presión (Jet-Grouting) _____	177
4. El tratamiento mediante columnas de grava. Bulones, geosintéticos, etc. _____	178
Columnas de Grava con Tubos Metálicos _____	178
Reducción de Asientos _____	178
Mejora de la Resistencia _____	178
Columnas de Suelo-Cemento _____	178
Bulones (Soil Nailing) _____	179
Geosintéticos _____	179
Otros Procedimientos _____	179
5. Caso Práctico: Estabilización del Suelo _____	179
6. Caso Práctico: Proyecto de Tratamiento del Terreno _____	181
1. Estudio del Comportamiento de la Obra y Reconocimiento del Terreno _____	181
2. Consideraciones en el Proyecto de Mejora del Terreno _____	181
3. Control de Ejecución _____	181
4. Criterios de Aceptación y Documentación _____	181
7. Caso Práctico: Patologías de las Cimentaciones _____	183
1. Seguimiento y Control del Comportamiento de las Cimentaciones _____	184
2. Desplazamiento Horizontal: Control de la Colimación _____	184
3. Los Medidores de Convergencia _____	184
4. La Inclinación de una Pila: Clinómetros _____	184
5. Nivel de Carga Hidrostática del Agua: Piezómetros _____	185
6. Equipos de Medición: Extensómetros _____	185
7. Equipos de Control en Terraplén: Placas de Asiento _____	185
8. Equipos de Medición de Descensos de Cimientos: Células Hidráulicas de Asiento, Inclinómetros	185
9. Células de Presión _____	185
10. Equipos de Control de Juntas _____	186
8. Caso Práctico: Proyecto e Instalación del Sistema de Control _____	186
1. Proyecto e Instalación del Sistema de Control _____	187
2. Programa de Control _____	187
3. Determinación de Casos Patológicos: Soluciones Propuestas _____	188
9. Caso Práctico: Deslizamiento de Terraplenes y Patologías por Deslizamientos en las Cimentaciones _____	189
1. Deslizamiento de Terraplenes _____	190



2. Fallos del Cimiento en Muros de Contención	190
3. Fallo de la Cimentación de la Pila	191
10. Caso Práctico: Firmes y Explanadas - Estabilización de Suelos con Cementos Especiales y Adiciones	191
1. Evaluación Inicial del Suelo	191
2. Elección de Cementos Especiales y Adiciones	191
3. Diseño de la Mezcla	192
4. Aplicación en Campo	192
5. Control de Calidad y Pruebas	192
6. Observación Post-Aplicación	192
PARTE CUARTA	193
Ingeniería de puentes y viaductos.	193
Capítulo 14. Las infraestructuras de puentes y viaductos.	193
1. Las infraestructuras de puentes y viaductos.	193
2. Tipología de puentes en función de los materiales.	194
Puentes de Mampostería	194
Puentes Metálicos	194
Puentes de Hormigón Armado	195
Puentes de Hormigón Pretensado	195
3. Tipología de puentes en función de su estructura.	195
Sistemas Estáticos Determinados	195
Sistemas Estáticos No Determinados	196
4. Puentes fijos	196
Puentes de Vigas	196
Puentes Pórticos	197
Puentes de Arcos:	197
5. Puentes colgantes	198
Pilones	198
Elementos Portadores	198
Cables Suspensores	199
Losa de la Calzada	199
6. Puentes móviles	199
Puentes Levadizos o Basculantes	200
Puentes de Elevación Vertical	200
Puentes Giratorios	200
Puentes Deslizantes	200
Puentes sobre Pontones	201
7. Técnicas de construcción de puentes.	201
Construcción en Sitio	201
Prefabricación	201
Hormigón Pretensado	202
Voladizos Sucesivos	202
Cajones Flotantes	202
Tirantes en Voladizo	202
Puente de Barca Flotante	202
8. Técnica de cimbras en la construcción de puentes.	203
Función de las Cimbras	203
Materiales de Construcción	203
Diseño y Cálculo	203
Costes	203
Riesgos	203
Cimbras Deslizantes	204



9. Técnica de deslizamiento por tramos o secciones en la construcción de puentes.	204
Proceso de Construcción _____	204
Elemento Frontal de Acero _____	204
Dirección del Deslizamiento _____	205
Construcción In Situ _____	205
Aplicabilidad _____	205
Riesgos _____	205
Aplicación en Puentes de Vigas de Acero _____	205
10. Técnica de instalación de prefabricados en la construcción de puentes.	206
11. Técnica de Voladizo con hormigón in situ en la construcción de puentes.	206
12. Técnica de Cimentaciones y anclajes para puentes colgantes.	208
13. Técnica de deslizamiento de puentes de vigas.	210
14. El riesgo de construcción de puentes. Precauciones.	210
Diseño de vanos anchos _____	211
Influencia del viento _____	211
Cimientos en aguas corrientes _____	211
Flotación de secciones de calzada _____	211
Daños durante la construcción y el montaje _____	211
Potencial de peligros en trabajos complicados _____	212
15. Caso Práctico: Técnicas de construcción de puentes.	212
a. Construcción de Puentes Mediante Cimbras _____	212
b. Construcción de Puentes por Deslizamiento por Tramos o Secciones _____	212
c. Instalación de Prefabricados _____	212
d. Construcción en Voladizo con Hormigón In Situ _____	213
e. Cimentaciones y Anclajes para Puentes Colgantes _____	213
f. El Deslizamiento de Puentes de Vigas _____	213
Capítulo 15. La construcción de puentes.	214
1. Terminología técnica de la ingeniería de puentes.	214
2. La construcción de puentes.	218
3. Funcionalidad en la construcción de puentes.	219
4. Planteamiento de construcción de puentes.	220
5. Adaptación al entorno geológico en la construcción del puente.	221
Capítulo 16. Estructura de un puente.	223
1. Estructura central de un puente. Armadura. Tablero.	223
Armaduras de apoyo _____	223
Tablero _____	223
Arriostramientos laterales o vientos _____	223
2. Infraestructura de puentes. Cimientos, estribos y pilas.	224
Cimientos _____	224
Estribos _____	224
Pilas _____	224
3. Puentes de hormigón armado y hormigón pretensado.	225
Hormigón Armado _____	225
Hormigón Pretensado _____	225
4. Caso Práctico: Estructura de un Puente	226
1. Estructura Central de un Puente: Armadura y Tablero _____	226
2. Infraestructura: Cimientos, Estribos y Pilas _____	226
5. Caso Práctico: Puentes de Hormigón Armado y Hormigón Pretensado	227
1. Diseño y Construcción de Puentes de Hormigón Armado _____	227



2. Diseño y Construcción de Puentes de Hormigón Pretensado	228
6. Caso Práctico: Puente Viga	228
Capítulo 17. La construcción de puentes.	231
1. Fase preliminar en la construcción de puentes.	231
Replanteo	231
Pilotaje en la Península o Ataguía	231
Colocación del Hierro en el Encepado	232
Encofrado del Encepado	232
2. Fases en construcción de vigas de cargadero en la construcción de puentes.	232
Fase 1 - Preparación de la Viga Cargadero	232
Fase 2 - Aplicación de Hormigón de Limpieza	233
Fase 3 - Continuación de la Construcción de la Viga Cargadero	233
3. Colocación de dinteles prefabricados en la construcción de puentes.	234
4. Replanteo de meseta de hormigón en la construcción de puentes.	234
a. Autonivelante	234
b. Neopreno	234
5. Lanzado de vigas en la construcción de puentes.	235
6. Colocación de placas de hormigón prefabricado. Prelosas de hormigón de encofrado.	236
7. Colocación de hierro corrugado y hormigonado en la construcción de puentes.	238
Colocación de Hierro Corrugado	238
Hormigonado de la Losa del Puente	238
8. Barreras de seguridad en la construcción de puentes.	239
9. Losas de transición del puente	240
Losa de Transición Inclinada (Para Pavimentos Bituminosos)	240
Losa de Transición Superficial (Para Pavimentos de Hormigón Vibrado)	240
Losa de Transición con Pavimento Bituminoso (Para Pavimentos Mixtos)	240
10. Caso Práctico: La Construcción de Puentes	241
Capítulo 18. Apoyos y tableros de puentes.	243
1. Apoyos y grandes tableros de puentes.	243
2. Reconocimiento geológico-geotécnico para la construcción de puentes.	244
3. Tipología de la cimentación para puentes	245
Zapatas	245
Pilotes	245
4. Cimentaciones superficiales. Cimentación de pilas para puentes	246
5. Cimentaciones profundas para puentes	247
Excavaciones	247
Plataforma de Trabajo	248
Pilotes	248
Sistema de Protección e Inspección	248
6. Caso Práctico: Apoyos y Tableros de Puentes	249
PARTE QUINTA.	251
Ingeniería de Túneles.	251
Capítulo 19. Las infraestructuras de túneles.	251
1. Las infraestructuras de túneles.	251
2. Métodos de construcción de túneles.	252



3. Precauciones en la construcción de túneles	253
Capítulo 20. Ingeniería de Túneles.	255
1. Utilidad de la Ingeniería de Túneles.	255
2. Antecedentes de las obras subterráneas.	256
3. Factores funcionales del túnel.	257
4. Robótica en túneles. Tunneladoras.	258
a. Definición y Tipos	258
b. La Robótica en las Tunneladoras	259
c. Casos de Estudio y Aplicaciones	259
d. Futuro de las Tunneladoras y Tendencias	259
5. Robótica en túneles. Tunneladoras. Secuencias y planificación del proceso de perforación.	260
a. Tipos de Tunneladoras	260
b. Componentes Principales	260
c. Planificación y Secuencia del Proceso de Perforación	260
Preparación Inicial	260
Fase de Excavación	261
Instalación de Revestimientos	261
Mantenimiento y Resolución de Problemas	261
Finalización y Desmontaje	261
d. Avances Tecnológicos en Tunneladoras	261
e. Desafíos y Soluciones	261
Capítulo 21. Proyecto de construcción de un túnel.	263
1. Estudio geológico preliminar a la construcción de un túnel.	263
Recopilación de Información Preliminar	263
Métodos de Investigación Detallada	264
Observaciones Clave	264
2. Fases de construcción de túneles.	265
a. Estudio Geotécnico	265
1. Estudio Preliminar	265
2. Redacción de Anteproyecto	265
3. Redacción del Proyecto Completo	265
4. Fases en la Construcción del Túnel	265
b. Métodos de Construcción	265
Método Inglés	265
c. Proceso de Excavación de la Bóveda	266
Método de las Tres Galerías (Alemán)	266
Método de las Dos Galerías (Austriaco)	266
d. Procedimientos de Avance en Túnel	266
3. Rendimientos según los métodos de excavación y de construcción de túneles.	267
Método de Excavación con Explosivos	267
Método de Excavación por Medios Mecánicos	267
Método de Excavación Mecánica con Rozadora	267
Método de Excavación con Tunneladora	267
4. Caso Práctico: Proyecto de Construcción de un Túnel	268
PARTE SEXTA	270
Ingeniería de Puertos.	270
Capítulo 22. Ingeniería de Puertos. Análisis del proyecto de puerto.	270
1. Memoria del proyecto de construcción de un puerto.	270
Antecedentes	270



Objeto del Proyecto	270
Estudio de Soluciones Alternativas	271
Descripción de la Solución Adoptada	271
Anejos	271
2. Emplazamiento del puerto.	273
a. Nivel de Referencia	273
b. Aspectos Medioambientales	273
c. Clima Marítimo y Meteorología	273
d. Topografía y Batimetría	273
e. Geología y Geotecnia	274
f. Sismicidad y Terremotos	274
3. Materiales de construcción de puertos. Las características de los buques tipo. Las cargas de uso y explotación. Las cargas de atraque y amarre.	274
Materiales de Construcción de Puertos	274
Características de los Buques	275
Cargas de Uso y Explotación	275
Cargas de Atraque y Amarre	275
Repercusión de Otros Proyectos	275
Medios de Producción	275
Muelles Auxiliares, Puertos de Servicio y Fondeaderos	276
4. Análisis del proyecto	276
a. Toma de Datos	276
b. Control de Suministros en Zona (Canteras)	276
c. Comprobación de Cálculos y Planos	277
5. Caso Práctico: Ingeniería de Puertos - Análisis del Proyecto de Puerto	277
Capítulo 23. Extracción de terrenos. Dragados, rellenos y escolleras naturales.	280
1. Dragados, rellenos, escolleras y prefabricados.	280
2. Calados	282
3. Vertidos	283
4. Tipos de dragas.	284
a. Dragas de cuchara	284
b. Dragas de pala	285
c. Dragas de rosario	285
d. Dragas de succión estacionaria	285
e. Dragas de succión en marcha	285
5. Explosiones. Voladuras submarinas	286
6. Equipos auxiliares de dragado (gánguiles, embarcaciones, estaciones, etc.)	287
Geometría del dragado	287
Vertidos	288
7. Rellenos.	289
Rellenos generales de procedencia terrestre	289
Rellenos procedentes de dragado	289
Rellenos especiales	290
8. Suministro y control de los materiales	290
9. La colocación de los materiales de los rellenos	291
10. Plan de Vertido.	293
11. Rellenos con materiales reciclados	294
11. Sustitución del terreno.	295
12. Vibración profunda	296



Vibroflotación	297
Vibrosustitución	297
13. Columnas de grava por vibrosustitución.	297
14. Inyecciones de impregnación, compactación y fracturación.	299
Inyecciones de Impregnación	299
Inyecciones de Compactación	300
Inyecciones de Fracturación	300
Inyecciones de Alta Presión (Jet-Grouting)	300
15. Caso Práctico: Extracción de Terrenos - Dragados, Rellenos y Escolleras Naturales	301
Capítulo 24. Diques y obras portuarias de abrigo.	304
1. Diques en talud (manto, losa, espaldón, etc.)	304
2. Mejoras de suelo y cargas sobre el terreno.	305
3. Prevención de daños producidos por el oleaje en el proceso constructivo.	306
4. Actuaciones de comprobación preliminar a la fase de obra.	307
a. Examen de zona	307
b. Examen de material de obra	308
5. Instalaciones. Control de instalación.	309
Equipos marítimos para la colocación del núcleo y de los mantos	309
Elección de equipos marítimos	309
6. Diques verticales. Cajones de hormigón.	310
7. Caso Práctico: Diques y Obras Portuarias de Abrigo	311
Capítulo 25. Project Management y auditoría en la construcción de un puerto.	313
1. Project Management y auditoría en la construcción de un puerto.	313
Análisis del Proyecto	313
Verificación del Proyecto	313
Coherencia entre Documentos del Proyecto	313
Plazos y Calendario	313
Control de Disponibilidades	314
Materiales Principales	314
Análisis de Condiciones	314
Clima Marítimo y Meteorología	314
Condicionantes Ambientales	314
Condicionantes Arqueológicos	314
Condiciones de Seguridad	315
2. Licencias y permisos (dragados, extracciones, vertidos, explosivos, etc.)	315
Dentro del Ámbito Portuario	315
Dentro del Ámbito de la Administración Autonómica	315
Dentro de las Distintas Administraciones Centrales	316
3. Plan de ejecución	316
Obligaciones Contractuales, Licencias y Permisos	316
Instalaciones	317
Análisis del Plan de Ejecución	317
4. Diseño de instalaciones	318
Plantas de Machaqueo de Áridos	318
Plantas de Fabricación de Hormigón	318
Parques de Fabricación de Bloques y Prefabricados de Hormigón	318
Grandes Encofrados	318
Instalaciones para la Fabricación de Cajones	319
5. Cantidades de obra. Unidad de producción.	319



Medición de la Unidad de Producción _____	319
Ajustes de Cantidades de Obra _____	319
Control de Calidad y Medición Detallada _____	320
Registro y Documentación _____	320
Comunicación y Acuerdos con el Contratista _____	320
Revisión y Aprobación _____	320
Seguimiento Continuo _____	320
6. Asignación de recursos (mano de obra, maquinaria, materiales). _____	321
Asignación de Recursos _____	321
Estimación de Rendimientos _____	321
Determinación de la Duración de las Actividades _____	321
Relaciones Entre Actividades _____	321
Programa de Trabajos _____	322
Procedimientos de Ejecución _____	322
Actualización y Seguimiento _____	322
7. Caso Práctico: Project Management y Auditoría en la Construcción de un Puerto _____	323
PARTE SÉPTIMA _____	326
Casos prácticos de la Ingeniería de infraestructuras. Carreteras, puentes, viaductos, túneles y puertos. _____	326
Capítulo 26. Casos prácticos de la Ingeniería de infraestructuras. Carreteras, puentes, viaductos, túneles y puertos. _____	326
Caso Práctico 1: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Deslizamiento de Suelo en una Carretera Recién Construida. _____	326
Causa del Problema _____	326
Soluciones Propuestas _____	327
Estabilización del Suelo _____	327
Mejora del Sistema de Drenaje _____	327
Reconstrucción del Pavimento _____	327
Consecuencias Previstas _____	327
Resultados de las Medidas Adoptadas _____	327
Lecciones Aprendidas _____	327
Caso Práctico 2: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Corrosión en la Estructura de un Puente Antiguo _____	329
Causa del Problema _____	329
Soluciones Propuestas _____	329
Inspección y Evaluación Detallada _____	329
Reparación y Reforzamiento _____	329
Mejoras en el Diseño de Drenaje _____	329
Recubrimientos Protectores _____	329
Consecuencias Previstas _____	330
Resultados de las Medidas Adoptadas _____	330
Lecciones Aprendidas _____	330
Caso Práctico 3: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Inundaciones Repetidas en un Túnel Urbano _____	331
Causa del Problema _____	331
Soluciones Propuestas _____	331
Mejora del Sistema de Drenaje _____	331
Impermeabilización y Reforzamiento de la Estructura _____	331
Gestión de Aguas Superficiales _____	331
Consecuencias Previstas _____	332
Resultados de las Medidas Adoptadas _____	332
Lecciones Aprendidas _____	332



Caso Práctico 4: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Fallo Estructural en un Viaducto de Gran Altura	333
Causa del Problema	333
Fallo Estructural en un Viaducto de Gran Altura	333
Soluciones Propuestas	333
Evaluación Estructural Detallada	333
Refuerzo de Pilares y Tablero	333
Revisión del Diseño de Cargas	333
Mejora en la Selección de Materiales	333
Consecuencias Previstas	334
Resultados de las Medidas Adoptadas	334
Lecciones Aprendidas	334
Caso Práctico 5: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Colapso Parcial de un Muelle en un Puerto	335
Causa del Problema	335
Soluciones Propuestas	335
Inspección y Evaluación Urgente	335
Reparación y Reforzamiento de la Estructura	335
Mejoras en el Diseño y Materiales	335
Restauración del Servicio Portuario	335
Consecuencias Previstas	336
Resultados de las Medidas Adoptadas	336
Lecciones Aprendidas	336
Caso Práctico 6: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Deterioro de la Superficie de Rodadura en una Carretera Principal.	337
Causa del Problema	337
Soluciones Propuestas	337
Reconstrucción del Pavimento	337
Mejora del Sistema de Drenaje	337
Implementación de Medidas de Mantenimiento Regular	337
Consecuencias Previstas	337
Resultados de las Medidas Adoptadas	338
Lecciones Aprendidas	338
Caso Práctico 7: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Desprendimientos en un Túnel de Montaña	339
Causa del Problema	339
Soluciones Propuestas	339
Estabilización del Túnel	339
Sistemas de Detección y Alerta	339
Mejoras en el Drenaje	339
Consecuencias Previstas	339
Resultados de las Medidas Adoptadas	340
Lecciones Aprendidas	340
Caso Práctico 8: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Sobrecarga y Daño Estructural en un Puente Antiguo	341
Causa del Problema	341
Soluciones Propuestas	341
Evaluación Estructural y Refuerzo	341
Restricciones de Tráfico y Alternativas de Ruta	341
Mejoras en el Mantenimiento	341
Monitoreo Continuo	341
Consecuencias Previstas	342
Resultados de las Medidas Adoptadas	342
Lecciones Aprendidas	342



Caso Práctico 9: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Saturación y Colapso de un Terraplén en una Nueva Carretera.	343
Causa del Problema	343
Soluciones Propuestas	343
Reconstrucción del Terraplén	343
Mejora del Sistema de Drenaje	343
Control y Monitoreo Durante la Construcción	343
Medidas de Estabilización Adicionales	343
Consecuencias Previstas	344
Resultados de las Medidas Adoptadas	344
Lecciones Aprendidas	344
Caso Práctico 10: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Fallos en la Señalización y Seguridad Vial en un Tramo de Carretera Recientemente Ampliado.	345
Causa del Problema	345
Soluciones Propuestas	345
Revisión y Rediseño de la Señalización	345
Instalación de Barreras de Seguridad	345
Mejoras en la Iluminación y Marcado de la Carretera	345
Campañas de Concienciación y Educación Vial	346
Consecuencias Previstas	346
Resultados de las Medidas Adoptadas	346
Lecciones Aprendidas	346
Caso Práctico 11: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Congestión y Retrasos en un Puerto Comercial Importante	347
Causa del Problema	347
Soluciones Propuestas	347
Ampliación de la Capacidad Portuaria	347
Optimización del Diseño del Puerto	347
Mejoras en la Gestión Logística	347
Incorporación de Tecnología Automatizada	347
Consecuencias Previstas	348
Resultados de las Medidas Adoptadas	348
Lecciones Aprendidas	348
Caso Práctico 12: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Problemas de Estabilidad en un Talud de Corte en una Carretera	349
Causa del Problema	349
Soluciones Propuestas	349
Estabilización del Talud	349
Mejora del Sistema de Drenaje	349
Revegetación y Control de la Erosión	349
Monitoreo Continuo y Mantenimiento	349
Consecuencias Previstas	350
Resultados de las Medidas Adoptadas	350
Lecciones Aprendidas	350
Caso Práctico 13: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Fallos en la Iluminación de un Túnel de carretera.	351
Causa del Problema	351
Soluciones Propuestas	351
Modernización del Sistema de Iluminación	351
Implementación de un Sistema de Control Automático:	351
Mejoras en el Mantenimiento	351
Medidas de Seguridad Adicionales Durante los Fallos	351



Consecuencias Previstas _____	352
Resultados de las Medidas Adoptadas _____	352
Lecciones Aprendidas _____	352

Caso Práctico 14: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Inundaciones en un Área de Almacenamiento de un Puerto Marítimo _____	353
Causa del Problema _____	353
Soluciones Propuestas _____	353
Elevación y Reforzamiento del Área de Almacenamiento _____	353
Mejora del Sistema de Drenaje _____	353
Barreras de Protección contra Inundaciones _____	353
Sistemas de Alerta Temprana y Planes de Emergencia _____	354
Consecuencias Previstas _____	354
Resultados de las Medidas Adoptadas _____	354
Lecciones Aprendidas _____	354

Caso Práctico 15: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Daños Severos en la Superficie de un Viaducto Debido a Heladas y Sales de Deshielo _____	355
Causa del Problema _____	355
Soluciones Propuestas _____	355
Reparación y Reforzamiento del Hormigón _____	355
Implementación de un Nuevo Sistema de Deshielo _____	355
Mejoras en el Diseño de Drenaje _____	355
Programa de Mantenimiento y Monitoreo _____	356
Consecuencias Previstas _____	356
Resultados de las Medidas Adoptadas _____	356
Lecciones Aprendidas _____	356

Caso Práctico 16: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Sobrecargas y Vibraciones en un Puente Colgante Histórico _____	357
Causa del Problema _____	357
Soluciones Propuestas _____	357
Evaluación y Fortalecimiento Estructural _____	357
Restricciones de Tráfico y Alternativas de Ruta _____	357
Reducción de Vibraciones _____	357
Monitoreo y Mantenimiento Continuos _____	357
Consecuencias Previstas _____	358
Resultados de las Medidas Adoptadas _____	358
Lecciones Aprendidas _____	358

Caso Práctico 17: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Erosión y Deslizamientos en las Aproximaciones de un Puente _____	359
Causa del Problema _____	359
Soluciones Propuestas _____	359
Mejora del Sistema de Drenaje: _____	359
Estabilización de los Taludes: _____	359
Construcción de Estructuras de Soporte: _____	359
Monitoreo y Mantenimiento Continuo: _____	359
Consecuencias Previstas _____	360
Resultados de las Medidas Adoptadas _____	360
Lecciones Aprendidas _____	360

Caso Práctico 18: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Degradación de la Infraestructura en un Puerto Pequeño Debido a Condiciones Meteorológicas Extremas: _____	361
Causa del Problema _____	361
Soluciones Propuestas _____	361
Fortalecimiento de los Muelles y Sistemas de Amarre _____	361



Construcción de Rompeolas y Barreras de Protección	361
Mejoras en el Sistema de Drenaje y Manejo de Aguas	361
Planes de Emergencia y Respuesta a Tormentas	362
Consecuencias Previstas	362
Resultados de las Medidas Adoptadas	362
Lecciones Aprendidas	362

Caso Práctico 19: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Desgaste Prematuro del Pavimento en una Carretera con Alto Tráfico de Vehículos Pesados **363**

Causa del Problema	363
Soluciones Propuestas	363
Reconstrucción del Pavimento con Materiales Mejorados	363
Rediseño de la Sección Transversal de la Carretera	363
Implementación de un Sistema de Gestión de Tráfico	363
Mejoras en el Mantenimiento y Monitoreo	364
Consecuencias Previstas	364
Resultados de las Medidas Adoptadas	364

Caso Práctico 20: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Interferencia de la Fauna Silvestre con el Tráfico en una Carretera Rural **365**

Causa del Problema	365
Soluciones Propuestas	365
Construcción de Pasos de Fauna y Túneles Ecológicos	365
Implementación de Señalización y Sistemas de Alerta	365
Cercas y Barreras de Protección	365
Campañas de Concienciación y Educación	366
Consecuencias Previstas	366
Resultados de las Medidas Adoptadas	366
Lecciones Aprendidas	366

Caso Práctico 21: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Colapso Parcial de un Muelle de Carga Debido a la Corrosión y Sobrecarga **367**

Causa del Problema	367
Soluciones Propuestas	367
Reconstrucción y Reforzamiento del Muelle	367
Mejoras en el Manejo y Distribución de Cargas	367
Protección contra la Corrosión	367
Monitoreo Continuo y Mantenimiento Preventivo	368
Consecuencias Previstas	368
Resultados de las Medidas Adoptadas	368
Lecciones Aprendidas	368

Caso Práctico 22: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Congestión y Desorden en la Zona de Carga y Descarga de un Puerto Pequeño **369**

Causa del Problema	369
Soluciones Propuestas	369
Rediseño y Expansión de la Zona de Carga y Descarga	369
Implementación de un Sistema de Gestión de Tráfico Portuario	369
Mejoras en las Infraestructuras de Almacenamiento	369
Formación y Capacitación del Personal	369
Consecuencias Previstas	370
Resultados de las Medidas Adoptadas	370
Lecciones Aprendidas	370

Caso Práctico 23: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Daño Extensivo en la Superficie de un Túnel Debido a Infiltraciones de Agua **371**

Causa del Problema	371
--------------------	-----



Soluciones Propuestas	371
Reparación y Reforzamiento del Revestimiento del Túnel	371
Mejora del Sistema de Impermeabilización	371
Rediseño y Mejora del Sistema de Drenaje	371
Monitoreo y Mantenimiento Continuos	371
Consecuencias Previstas	372
Resultados de las Medidas Adoptadas	372
Lecciones Aprendidas	372

Caso Práctico 24: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Fallo Estructural en las Pilas de un Puente Debido a la Corrosión del Acero de Refuerzo **373**

Causa del Problema	373
Soluciones Propuestas	373
Reparación y Reforzamiento de las Pilas del Puente	373
Mejoras en la Protección contra la Corrosión	373
Monitoreo Continuo de la Integridad Estructural	373
Programa de Mantenimiento y Prevención	374
Consecuencias Previstas	374
Resultados de las Medidas Adoptadas	374
Lecciones Aprendidas	374

Caso Práctico 25: INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURAS. CARRETERAS, PUENTES, VIADUCTOS, TÚNELES Y PUERTOS. Inundaciones Repetitivas en un Área de Almacenamiento Portuario **375**

Causa del Problema	375
Soluciones Propuestas	375
Reestructuración y Mejora del Sistema de Drenaje	375
Elevación y Reforzamiento del Terreno	375
Implementación de Soluciones de Infraestructura Verde	375
Desarrollo de Planes de Emergencia y Respuesta a Inundaciones	375
Consecuencias Previstas	376
Resultados de las Medidas Adoptadas	376
Lecciones Aprendidas	376



¿QUÉ APRENDERÁ?



- Fundamentos de diseño y construcción de infraestructuras viales y portuarias.
- Técnicas avanzadas de planificación y diseño de carreteras.
- Principios de ingeniería y construcción de puentes y viaductos.
- Métodos de análisis estructural para infraestructuras de transporte.
- Estrategias de mantenimiento y gestión para carreteras y puentes.
- Soluciones de ingeniería para desafíos en túneles urbanos y rurales.
- Tecnologías emergentes y su aplicación en infraestructuras.
- Gestión de proyectos y logística en construcciones de gran escala.
- Estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en infraestructuras.
- Innovaciones en materiales y métodos constructivos.
- Análisis de impacto ambiental y sostenibilidad en proyectos de infraestructura.
- Estudios de caso globales sobre proyectos emblemáticos de infraestructura.

PRELIMINAR

La ingeniería de infraestructuras en 7 preguntas y respuestas.



1. *¿Qué es la ingeniería de infraestructura?*

a. El término "infraestructura"