

# Índice

## **PARTE 1**

### **PRÓLOGO / XXXIX**

### **TEMA 1. EL PROCESO INVERSIONISTA / 1**

#### **Introducción / 1**

#### **Breve reseña histórica / 1**

#### **Objetivos / 2**

#### **Contenido y estructura / 3**

#### **Definiciones básicas / 3**

#### **Dirección Integrada de Proyecto (DIP) / 4**

Concepto de Proyecto / 4

Tipos de proyectos / 5

Características de los proyectos / 6

Ciclo de vida de un Proyecto / 6

Fases del ciclo de vida de un Proyecto / 6

Actividades de la DIP en cada fase del ciclo de vida del Proyecto / 7

Concepto de Dirección Integrada de Construcción (DIC) / 8

#### **Tipos y categorías de inversión / 9**

#### **Sujetos del Proceso Inversionista / 11**

#### **El Plan de Inversiones / 12**

#### **El presupuesto de la inversión y cronograma / 13**

#### **La programación de la inversión / 14**

#### **Etapas de la ingeniería / 16**

#### **Avales / 16**

#### **Fases. Alcance / 17**

Fase de preinversión / 17

El Estudio de Factibilidad / 17

Tablas propuestas / 18

Programa y valor de la producción / 19

Desglose de los consumos fundamentales / 19

Fuerza de trabajo y salarios / 20

Calendario de ejecución / 24

Estados de ingresos netos / 25

Sobre la fase de ejecución / 27

Sobre la fase de desactivación / 28

**Esquema resumen / 29**

**Ejercicios propuestos / 30**

**Anexos / 30**

Anexo 1. Documentos / 30

Anexo 2. Contrato / 33

**TEMA 2. MOVIMIENTO DE TIERRA / 47**

**Generalidades / 47**

**Definición / 47**

**Clasificación / 48**

Tipo de Obra / 48

Obras lineales / 48

Obras concentradas / 48

Según la magnitud del volumen total de tierra a mover / 50

Compensadas / 50

No compensadas / 50

**Trabajos preliminares / 51**

**Clasificación de las excavaciones / 53**

**Fuentes de materiales / 53**

**Material para relleno / 53**

**Ejecución de rellenos / 53**

**Estado del material / 54**

**Fases del suelo y sus principales propiedades / 58**

**Diagrama de masas (obras lineales) / 58**

Propiedades del diagrama de masas / 59

**Medidas de seguridad y protección / 59**

**Métodos de Cálculo del Movimiento de Tierra / 64**

**Método del centroide / 66**

Introducción / 66

Procedimiento de cálculo / 66

Estudio preliminar de la zona de emplazamiento / 67

Limpieza, descortezado y desbroce del área de emplazamiento / 67

Nivelación topográfica por cuadrículas / 67  
Confección del plano con las cuadrículas / 67  
Cálculo de la posición planimétrica del centroide / 68  
Cálculo de la cota del centroide / 69  
Características de la rasante de la explanación / 70  
Determinación de la cota de rasante en los vértices de las cuadrículas / 70  
Cálculo de las diferencias de altura / 72  
Diferentes casos de cuadrículas para determinar volúmenes / 73

### **Cálculo del volumen de los taludes / 79**

Ejemplo de cálculo / 83

### **Método de los volúmenes mixtos / 93**

Procedimiento de cálculo / 93

Ejemplo / 97

### **Modelo digital del terreno (MDT) / 105**

Introducción / 105

Fuentes de datos de los modelos digitales / 106

Breve reseña histórica / 106

Modelos matemáticos para la representación del terreno / 107

Definiciones / 107

El modelo digital del terreno por prismatoides / 108

Ejemplo de cálculo de la función de ajuste / 109

Modelo digital del terreno. Perfiles / 111

### **Anexos / 115**

Anexo 1. Peso de los materiales / 115

Anexo 2. Ángulo de reposo / 116

Anexo 3. Clasificación de suelos / 117

Anexo 4. Clasificación de suelos / 118

Anexo 5. Clasificación de suelos para obras del transporte / 119

Anexo 5A. Clasificación de suelos para obras del transporte. Grupos y subgrupos / 120

Anexo 6. Taludes en excavaciones de cimientos / 121

## **TEMA 3. MAQUINARIA DE OBRA / 123**

### **Generalidades / 123**

El motor y sus características / 124

El chasis / 125

Diferenciales / 125  
Sistema hidráulico / 125  
Transmisión / 126

### **Parámetros fundamentales de los equipos / 127**

Potencia / 127  
Velocidad de los equipos de construcción / 128  
Torque del motor / 128  
Potencia motriz / 129  
Pérdidas de potencia debido a los órganos de transmisión / 129  
Pérdidas de potencia debido al desgaste de la máquina / 131  
    Efecto de la altura y la temperatura / 131  
Fuerza motriz / 133  
Resistencias al movimiento / 133  
    Resistencia total / 136  
Fuerza de adherencia / 138  
Fuerza en el gancho / 140  
La producción de las máquinas / 141

### **Tractores / 146**

Características generales / 146  
Importancia de los tractores / 147  
Metodología para el cálculo de los parámetros del tractor / 149  
Ejemplo de cálculo / 150

### **Excavadora universal / 155**

Generalidades / 155  
Características de las excavadoras universales / 156  
Características particulares / 157  
    Frente Pala / 157  
    Retroexcavadora / 159  
Campo de aplicación de las excavadoras universales / 170  
    Excavadora Frente Pala / 170  
    Retroexcavadora / 171  
    Excavadora con cuchara de arrastre / 171  
Esquema y rendimiento / 171  
    Excavadora Frente Pala / 172  
    Rendimiento nominal sin desplazamiento (sobre desmonte) / 176

Rendimiento de la excavadora Frente Pala con desplazamiento (RnCD) / 176

Retroexcavadora / 178

Excavadora con cuchara de arrastre / 178

Excavadora con cucharas prensadoras / 179

Problema No. 1 / 180

Problema No. 2 / 180

### **Buldócer / 188**

Generalidades / 188

Tipos de buldócer / 189

Características de los buldócer / 189

Campo de aplicación de los buldócer / 193

Esquema y rendimiento de los buldócer / 194

Tiempo de ciclo para los topadores frontales / 195

Volumen que excava el buldócer o capacidad de arrastre / 197

Pérdidas de rendimiento en cada ciclo / 199

Selección del equipo / 200

Metodología para el cálculo de los topadores / 201

### **Problema / 202**

### **Traíllas y mototraíllas / 207**

Características de las traíllas y mototraíllas / 207

Campo de aplicación de las traíllas y mototraíllas / 208

Esquema y rendimiento / 209

Tiempo de ciclo de las traíllas y mototraíllas / 209

Operaciones del tiempo de ciclo / 209

Volumen de transporte de las traíllas y mototraíllas / 211

Empujador. Pusher o chivo / 212

### **Cargadores / 214**

Introducción / 215

Tipos de cargadores / 215

Campo de aplicación / 217

Clasificación / 218

Rendimiento / 218

### **Unidades de transporte / 220**

Introducción / 220

Camiones de volteo / 221

Camiones fuera de camino / 224

Selección de las unidades de transporte / 225

Ciclo de trabajo de los camiones / 226

Carga de material / 227

Transportación / 230

Descarga de material / 230

Regreso al punto de carga / 230

Rendimiento de los camiones / 232

### **Motoniveladoras / 233**

Niveladoras y motoniveladoras / 233

Características / 234

Rango de aplicación / 234

Rendimiento / 235

Selección del equipo / 236

### **Compactadores / 236**

Generalidades / 237

Características generales de los compactadores / 238

Tipos de compactadores / 238

Campo de aplicación de los compactadores / 240

Esquema y rendimiento / 241

### **Ejercitación del cálculo de la maquinaria de obra / 242**

Problema 1 / 242

Problema 2 / 243

Criterios para la selección de velocidades / 249

Velocidad de excavación / 249

Velocidad de transporte / 250

Velocidad de regreso / 250

### **Anexos / 251**

Anexo 1 / 251

Anexo 2 / 253

Anexo 3 / 254

Anexo 4 / 255

## **PARTE 2**

### **TEMA 4. ACERO DE REFUERZO / 261**

#### **Generalidades / 261**

#### **Propiedades fundamentales / 262**

#### **Peculiaridades del acero de refuerzo / 264**

#### **El taller de acero de refuerzo / 265**

#### **Recepción y almacenaje del acero de refuerzo para las construcciones / 268**

Recepción del acero de refuerzo / 268

En forma de barras / 269

En forma de rollos o bobinas / 269

Almacenaje del acero de refuerzo / 270

Almacenaje de barras / 271

Almacenaje de producto terminado / 273

#### **Elaboración del acero / 274**

Generalidades / 274

El corte de barras / 275

El doblado de barras / 279

Principales dobleces / 279

Principales esquemas de barras / 280

Las mesas y cepos para el doblado de barras rectas / 282

Bancos o mesas de doblado / 282

Las mesas y cepos para el doblado de barras curvas / 284

Bancos o mesas de doblado para barras curvas / 284

#### **Diferentes tipos de talleres de acero / 290**

#### **Colocación del acero / 291**

#### **El cuadro de acero o despiece / 293**

Metodología para la confección del cuadro de acero / 294

Metodología para la solicitud de suministro / 295

#### **Valoración económica de los trabajos de acero / 300**

#### **Indicadores para estimar el acero de refuerzo / 301**

Ejemplo 1 / 302

Ejemplo 2 / 305

Problema 1 / 308

Problema 2 / 311

## **La corrosión de las armaduras en los elementos de hormigón armado / 316**

Prevención del deterioro / 316

Corrosión iniciada por iones cloruro / 316

Corrosión iniciada por carbonatación / 317

## **Ejercicios propuestos / 317**

## **TEMA 5. ENCOFRADOS / 325**

### **Introducción / 325**

### **Definición de encofrado / 325**

### **Clasificación de los moldes o encofrados / 327**

Encofrados tradicionales / 327

Encofrados modulares / 331

Encofrados perdidos / 331

Encofrados deslizantes / 331

El planeamiento de las obras ejecutadas con encofrados deslizantes / 332

Encofrados desplazables / 338

### **Principios para el diseño y construcción de encofrados / 340**

### **La madera en la construcción de encofrados / 341**

### **Propiedades físicas de la madera / 342**

### **Maderas más usadas en Cuba / 343**

### **Ventajas y desventajas de la madera / 344**

### **Secciones o escuadría de la madera / 344**

Elementos usados en la unión de la madera / 345

Recomendaciones para realizar la clavazón en los encofrados de madera / 345

### **Almacenaje y recepción de la madera / 346**

Cubicación de la madera / 347

### **Secuencia constructiva del encofrado / 348**

Sistema constructivo / 349

### **Sistema constructivo de vigas y losas / 351**

Sistema constructivo / 353

### **Desencofre / 354**

Orden del desencofrado / 355



## **Estimación de la cantidad de madera / 355**

Valoración de los trabajos de encofrados / 356

Diseño del encofrado / 358

Medidas de maderas más usadas / 358

Control técnico / 359

## **Diseño de encofrados / 360**

### **Ejercicio 1 / 366**

### **Ejercicio 2 / 369**

## **TEMA 6. CIMENTACIONES / 371**

### **Generalidades / 371**

### **Tipos de cimentaciones. Características / 371**

### **Proceso de ejecución de las cimentaciones superficiales / 376**

#### **Secuencia constructiva / 376**

Replanteo / 377

Excavación y perfilado / 380

Cálculo de los volúmenes de excavación y perfilado / 381

Cálculo del volumen de material a colocar entre dos huecos / 383

Algunas situaciones en las excavaciones / 384

Sello / 386

Colocación acero plato y pedestal / 387

Encofrado plato / 388

Hormigonado del plato / 389

Encofrado pedestal / 390

Hormigonado del pedestal / 391

Desencofre / 392

Relleno / 392

### **Proceso de ejecución de cimentaciones bajo agua / 396**

### **Abatimiento del nivel freático en excavaciones / 397**

### **Métodos sencillos para el control de flujo hacia excavaciones poco profundas / 398**

### **Métodos modernos comunes para control del flujo de agua hacia excavaciones / 399**

### **Proceso de ejecución de las cimentaciones profundas / 402**

Cajones / 402

Puesta en obra de los cajones / 403

Artificios que permiten disminuir el rozamiento / 405

Pilotes / 406

Pilotes de madera / 407

Estructura de los pilotes de madera / 407

Puesta en obra de los pilotes / 409

Ventajas e inconvenientes de los pilotes / 412

Pilotes prefabricados de hormigón / 412

Fabricación / 414

Puesta en obra / 416

Ventajas e inconvenientes de los pilotes prefabricados de hormigón / 417

Pilotes de hormigón moldeados *in situ* / 418

Diversos procedimientos de puesta en obra / 419

Procedimiento benoto con hincas por excavación / 423

Procedimiento con entubado provisional y hormigonado en seco / 424

Pilotes de suelo de cemento / 425

Control de los pilotes de hormigón moldeados *in situ* / 426

Ventajas e inconvenientes de los pilotes de hormigón moldeados *in situ* / 426

Pilotes metálicos y pilotes metálicos hincados / 426

Pilotes encamisados / 427

Ventajas e inconvenientes de los pilotes metálicos / 428

## **TEMA 7. EL HORMIGÓN / 429**

### **Introducción / 429**

### **Breve reseña histórica / 430**

### **La producción de hormigón / 432**

### **El proceso de hormigonado / 433**

Área de Producción del hormigón / 435

### **Producción del hormigón / 436**

Dosificación del hormigón / 436

Generalidades / 436

Tipos de dosificación / 437

Métodos para la dosificación del hormigón / 440

Dosificaciones / 440

Materiales / 443

Control técnico a los materiales usados en las dosificaciones de los hormigones / 448

Ensayos realizados a los materiales y requisitos que deben cumplir / 448

Mezcla / 453

Generalidades / 453

Proceso de mezclado en hormigoneras a pie de obra / 454

Proceso de mezclado en camiones hormigoneras / 457
Proceso de mezclado a mano / 458
Proceso de mezclado en plantas de hormigón / 459
Transporte / 460
Generalidades / 460
Medios de transporte / 462
<b>Colocación del hormigón / 469</b>
Control de calidad del hormigón en obras / 469
Generalidades / 469
Punto de control del hormigón en las obras / 472
Documentación del material suministrado / 473
Comprobación del volumen de hormigón servido por la planta / 474
Comprobación de la temperatura de la mezcla / 474
Comprobación de la consistencia de la mezcla / 474
Muestreo / 475
Transportación de la muestra al laboratorio / 477
Curado de la muestra / 478
Colocación del caping a las probetas / 478
Ensayos de laboratorio realizados a la muestra / 479
Informe del laboratorio / 480
Resultados de baja resistencia en la muestra / 481
Control del hormigón colocado en la obra / 483
Colocación / 486
Generalidades / 486
Preparación para la colocación / 486
Medios para la colocación / 488
Hormigón bombeable / 493
Compactación del hormigón / 513
Compactación manual / 513
Vibradores de inmersión / 514
Vibradores de superficie / 51+
Curado / 517
Generalidades / 517
Métodos para el curado / 517
Planeamiento del hormigonado / 522
Hormigonado con hormigoneras / 536
El hormigonado con winche / 538
Hormigonado con grúa y cubo / 540

**Anexos / 557**

Anexo1. Gráficos de comportamiento de la resistencia del hormigón / 557

Anexo 2. Gráficos para selección de grúas / 558

Anexo 3. Gráficos de rendimiento de los equipos de PUTZMEISTER / 561

**BIBLIOGRAFÍA / 579**