

**COSTOS DE OBRAS
CIVILES**

JORGE LUIS TEJADA

Tejada , Jorge Luis

Costos de obras civiles / Jorge Luis Tejada. -- 1a. ed. -- Bogotá : Ecoe Ediciones, 2019.
153 p. -- (Ingeniería y salud en el trabajo. Ingeniería civil)

Contiene bibliografía.

ISBN 978-958-771-738-9 -- 978-958-771-739-6 (e-book)

I. Industria de la construcción - Presupuestos y costos I. Título
II. Serie

CDD: 692.5 ed. 23

CO-BoBN- a1038069



Colección: *Ingeniería y Salud en el trabajo*

Área: *Ingeniería civil*

ECOE
EDICIONES


► Jorge Luis Tejada

© Ecoe Ediciones Limitada.

e-mail: info@ecoeediciones.com

www.ecoeediciones.com

Carrera 19 # 63C 32, Tel.: 248 14 49

Bogotá, Colombia

Primera edición: Bogotá, febrero de 2019

ISBN: 978-958-771-738-9

e-ISBN: 978-958-771-739-6

Dirección editorial: Angélica García Reyes

Corrección de estilo: Camilo Moreno

Diagramación: Denise Rodríguez Ríos

Carátula: Wilson Marulanda Muñoz

Impresión: La Imprenta Editores

Calle 77 # 27 A - 39

*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

CONTENIDO	V
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO 1: LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN	1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Tipos de contrato	2
1.2.1 Contrato por precios unitarios.....	3
1.2.2 Contrato a precio global.....	4
1.2.3 Contrato por administración delegada	4
1.2.4 Gerencia de obra	4
1.2.5 Contrato llave en mano	5
1.2.6 Los precios unitarios.....	5
1.3 Fundamento de los precios unitarios	5
1.4 Composición de los costos en la construcción	7

CAPÍTULO 2: COSTOS DIRECTOS	9
2.1 Elementos básicos para su cálculo.....	9
2.2 Definiciones.....	10
2.2.1 Herramienta menor	10
2.2.2 Equipo	11
2.2.3 Maquinaria.....	12
2.2.4 Materiales.....	12
2.2.5 Mano de obra.....	14
2.2.6 Especificaciones técnicas.....	14
2.2.7 Planos de construcción.....	15
2.2.8 Pliegos de condiciones.....	15
2.2.9 Cantidades de obra	16
2.2.10 Conocimiento del sitio de las obras.....	16
CAPÍTULO 3: EL COSTO DE LOS MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN.....	19
3.1 Factores que influyen en su costo	19
3.1.1 Precio de adquisición.....	20
3.1.2 Abundancia y escasez	20
3.1.3 Fluctuaciones	20
3.1.4 Transporte, carga y descarga de materiales	21
3.1.5 Derechos y regalías	23
3.1.6 Almacenamiento de materiales.....	23
3.1.7 Riesgos.....	23
3.2 Procedimiento para estimar el precio de los materiales	24
3.3 Análisis de precios unitarios para los materiales.....	24
3.3.1 Ejemplo 1.....	25
3.3.2 Ejemplo 2.....	26
3.3.3 Ejemplo 3.....	26
CAPÍTULO 4: EL COSTO DE LA MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN.....	29
4.1 Generalidades.....	29
4.2 Características de la mano de obra de la construcción.....	30
4.3 Sistemas de pago	31

4.3.1	Por administración	31
4.3.2	Al contrato	32
4.4	Contratos de trabajo. Definiciones	32
4.4.1	Clases de contrato	33
4.4.1.1	El contrato verbal	33
4.4.1.2	El contrato escrito	33
4.5	Obligaciones y derechos.....	34
4.6	Prohibiciones de las partes	34
4.7	Terminación del contrato.....	35
4.8	Examen médico de ingreso y egreso	35
4.9	Indemnización por falta de pago	36
4.10	Otros aspectos del contrato de trabajo.....	36
4.10.1	Período de prueba.....	36
4.10.2	Jornada de trabajo.....	36
4.10.3	Trabajo en horas extras, trabajo diurno y nocturno.....	37
4.10.3.1	Ejemplo.....	37
4.10.4	Descanso dominical remunerado	37
4.11	Obligaciones patronales.....	37
4.12	Salario mínimo.....	39
4.12.1	Cambios de las prestaciones y los parafiscales mensuales y anuales sobre el salario mínimo mensual vigente.....	39
4.13	Costo unitario de la mano de obra	42
4.13.1	Observaciones	45
4.13.2	Procedimientos para determinar el precio unitario de la mano de obra	45
4.14	Rendimientos de la mano de obra	46
4.14.1	Observaciones	47
4.15	Tablas de rendimiento.....	48
CAPÍTULO 5: COSTOS DEL EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN...		53
5.1	Tarifa horaria de los equipos y maquinarias	53
5.1.1	Generalidades.....	53
5.1.2	Costos de la maquinaria y equipo.....	55

5.1.3	Cálculo de Costo de Operación y Propiedad	56
5.2	Rendimiento de la maquinaria y equipo de construcción	72
5.2.1	Introducción	72
5.2.2	Aspectos básicos del movimiento de tierra	73
5.2.2.1	Los diferentes tipos de suelo o terrenos	73
5.2.2.2	Ciclo de operación de las maquinarias durante el movimiento de tierra.....	74
5.2.2.3	Producción y rendimiento	76
5.2.2.4	Tipos de maquinaria para construcción	78
5.3	Cálculo de rendimientos.....	87
5.3.1	Buldócer	87
5.4	Tablas de rendimientos de maquinaria y equipo de construcción....	91

CAPÍTULO 6: COSTOS DE LAS EXCAVACIONES EN ROCA Y USO

DE EXPLOSIVOS.....	93
6.1 Aspectos generales.....	93
6.2 Los explosivos.....	93
6.2.1 Definición.....	93
6.2.2 Características de los explosivos	94
6.2.2.1 Potencia relativa	94
6.2.2.2 Brisancia o poder rompedor.....	94
6.2.2.3 Densidad	95
6.2.2.4 Resistencia a la humedad	95
6.2.2.5 Velocidad de detonación	95
6.2.2.6 Simpatía o transmisión de la detonación.....	96
6.2.2.7 La estabilidad.....	96
6.2.2.8 Sensibilidad al calor	96
6.2.2.9 Sensibilidad al golpe	97
6.2.2.10 Categoría de humos	97
6.2.3 Clasificación de los explosivos	97
6.2.3.1 Explosivos químicos	98
6.2.3.2 Explosivos de uso comercial o civil	98
6.2.3.3 Productos Indumil.....	99

6.3	Campos de aplicación de la voladura.....	101
6.3.1	Tipo de cebado para las cargas.....	101
6.3.2	Barrenos pequeños.....	101
6.3.3	Método de iniciación de los explosivos.....	103
6.3.3.1	Tipos de métodos.....	103
6.3.3.2	Iniciación con mecha de seguridad.....	104
6.3.3.3	Iniciación con cordón detonante.....	104
6.3.3.4	Sistema de iniciación no eléctrica.....	105
6.3.3.5	Voladura eléctrica.....	106
6.4	Voladuras.....	106
6.4.1	Proceso de fracturación.....	106
6.4.2	Condiciones o parámetros de la voladura en roca.....	107
6.4.2.1	Parámetros de la roca.....	107
6.4.2.2	Parámetros del explosivo.....	108
6.4.2.3	Parámetros de la carga.....	108
6.4.2.4	Condiciones de seguridad de la voladura.....	109
6.4.2.5	Evaluación de la voladura.....	110
6.4.2.6	Campos de aplicación.....	111
6.4.2.6.1	Condiciones generales.....	111
6.4.2.7	Perforación.....	111
6.4.2.7.1	Generalidades.....	111
6.4.2.7.2	Equipos de perforación.....	112
6.4.2.7.3	Selección del equipo.....	113
6.5	Documentos para compra de explosivos y accesorios.....	113
6.5.1	Para entidades oficiales o semioficiales.....	113
6.5.2	Firmas industriales y comerciales.....	114
6.5.3	Personas naturales (colombianas o extranjeras).....	114
6.6	Medidas de seguridad con los explosivos.....	115
6.6.1	En el transporte.....	115
6.6.2	En el almacenamiento.....	116
6.6.3	En el uso.....	116
6.6.4	Antes y después del disparo.....	117
6.6.5	Destrucción de explosivos.....	117
6.7	Cuantificación de los costos.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Herramienta menor	10
FIGURA 2.	Equipo	11
FIGURA 3.	Maquinaria.....	12
FIGURA 4.	Almacenamiento de materiales de construcción.....	13
FIGURA 5.	Acopio de materiales prefabricados.....	13
FIGURA 6.	Cuadrilla de mampostería	14
FIGURA 7.	Plano arquitectónico a escala.....	15
FIGURA 8.	Ejemplo de condiciones del sitio de la obra.....	17
FIGURA 9.	Transporte de materiales a obra	22
FIGURA 10.	Transporte de material a lomo de mula	22
FIGURA 11.	Construcción muro en mampostería simple.....	30
FIGURA 12.	Jerarquía en la obra civil.....	44
FIGURA 13.	Imagen retroexcavadora Kobelco	57
FIGURA 14.	Términos de dimensiones de neumáticos.....	69
FIGURA 15.	Labrado llanta maquinaria.....	70
FIGURA 16.	Diversos tipos de labrado.....	70
FIGURA 17.	Muestra de un catálogo comercial de llantas para maquinaria.....	72
FIGURA 18.	Buldócer con Ripper	78
FIGURA 19.	Mototraílla	79
FIGURA 20.	Motoniveladora	80
FIGURA 21.	Cargador frontal.....	81
FIGURA 22.	Retroexcavadora sobre llantas	81
FIGURA 23.	Retroexcavadora sobre orugas.....	82
FIGURA 24.	Retroexcavadora de llantas	82
FIGURA 25.	Volqueta sencilla 7 m ³	83
FIGURA 26.	Volqueta de 22 m ³	83
FIGURA 27.	Rodillo pata de cabra.....	84
FIGURA 28.	Compactador autopropulsado.....	84

FIGURA 29. Compactador de llantas	85
FIGURA 30. Terminadora de asfalto.....	85
FIGURA 31. Terminadora de asfalto sobre orugas.....	86
FIGURA 32. Modelo de palagrúa	87
FIGURA 33. Prueba de HESS.....	94
FIGURA 34. Ensayo Duatriché (D´autriche) de velocidad de detonación.....	96
FIGURA 35. Pasos para la inserción del detonador	101
FIGURA 36. Diferentes tipos de barrenos pequeños.....	102
FIGURA 37. Diagramas de iniciación con mecha de seguridad	104
FIGURA 38. Proceso de fracturación de la roca en banco.....	107
FIGURA 39. Tiempo en meses.....	131

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Descripción del ítem y su unidad de medida	16
TABLA 2.	Desarrollo del ejemplo 1: Análisis de precios unitarios para los materiales.....	25
TABLA 3.	Desarrollo Ejemplo 2	26
TABLA 4.	Desarrollo ejemplo 3.....	26
TABLA 5.	Desarrollo del ejemplo 3 incluyendo desperdicios	27
TABLA 6.	Cantidad de materiales para diferentes tipos de mortero.....	27
TABLA 7.	Tabla de concretos, según las proporciones indicadas	28
TABLA 8.	Evolución del salario mínimo en colombia	39
TABLA 9.	Discriminación del factor prestacional	40
TABLA 10.	Prestaciones sociales	40
TABLA 11.	Seguridad social.....	40
TABLA 12.	Aportes parafiscales	40
TABLA 13.	Dotaciones y EPP	41
TABLA 14.	Valores de dotación y EPP	41
TABLA 15.	Valores de los implementos de seguridad a mayo de 2017.....	41
TABLA 16.	Organización cuadrilla	44
TABLA 17.	Tabla tipo 1: Rendimiento expresado en cantidad elaborada por el trabajador de la unidad de medida en una hora	48
TABLA 18.	Definición y denominación de tipos de cuadrillas	48
TABLA 19.	Tabla tipo 2: Expresión del rendimiento de acuerdo al tipo de cuadrilla y según la actividad, expresado en horas-hombre por unidad de medida	49
TABLA 20.	Otra manera de denominar cuadrillas y establecerlas	49
TABLA 21.	Tabla tipo 3: Expresión del rendimiento de acuerdo a la actividad desarrollada, la cuadrilla establecida, en horas de la cuadrilla empleadas para elaborar la unidad de medida básica.....	50
TABLA 22.	Lista de actividades, unidades de medida y valor de la mano de obra en pesos por unidad	51

TABLA 23.	Tabla de arrendamiento de equipos.....	54
TABLA 24.	Tabla de precios de equipos	54
TABLA 25.	Lista de precios de alguna maquinaria.....	55
TABLA 26.	Control de Costos para Cálculo del Valor Neto de Amortización (sin diligenciar).....	59
TABLA 27.	Control de Costos para Cálculo del Valor Neto de Amortización (diligenciado según el ejemplo).....	59
TABLA 28.	Factor valor promedio según vida útil en años	60
TABLA 29.	Factores de costo de propiedad	61
TABLA 30.	Resultados del ejercicio costo por hora de equipo o maquinaria.....	62
TABLA 31.	Factores de vida útil previstas para los neumáticos.....	64
TABLA 32.	Duración típica en horas de las piezas de cambio de la maquinaria (protección normal, hojas y baldes)	66
TABLA 33.	Formulario cálculo tarifa horaria.....	67
TABLA 34.	Cuadro de chequeo, seguimiento, operación maquinaria	67
TABLA 35.	Magnitud de la expansión del suelo.....	73
TABLA 36.	Clases de suelos	74
TABLA 37.	Tiempos agotados en un ciclo de operación de la maquinaria.....	76
TABLA 38.	Coefficiente de fricción.....	88
TABLA 39.	Pesos sueltos, en banco y factor volumétrico para varios materiales a excavar	88
TABLA 40.	Velocidad de avance y reversa según el cambio	89
TABLA 41.	Potencias de aspiración y a turbo del Case 550 H.....	90
TABLA 42.	Rendimiento compresor con dos martillos en varias labores	91
TABLA 43.	Rendimiento en obra de placa vibratoria.....	91
TABLA 44.	Rendimiento vibrador a gasolina para concreto	91
TABLA 45.	Rendimiento pluma grúa en diversos movimientos de carga vertical.....	92
TABLA 46.	Rendimiento por utilización del andamio tubular	92
TABLA 47.	Rendimiento de la motobomba.....	92

TABLA 48. Rendimientos del cargador frontal en diversas actividades	92
TABLA 49. Rendimiento del Buldócer D-6 en diversas actividades	92
TABLA 50. Dinamita, propiedades básicas	99
TABLA 51. Características del Superanfo	99
TABLA 52. Características de los agentes de voladura	100
TABLA 53. Características del Sismofex y el Pentofex	100
TABLA 54. Lista de precios unitarios de excavación en roca (del listado de precios unitarios 2018 de la Gobernación de Risaralda)	119
TABLA 55. Lista de verificación para cuantificación de costos según la disponibilidad de la sede.....	124
TABLA 56. Gastos aplicables a diversos tipos de proyectos.....	125
TABLA 57. Tarifas actualizadas y vigentes para el año 2014 a 2017	126
TABLA 58. Tabla de experiencia profesional y específica	127
TABLA 59. Ejemplo de pago al personal en el proyecto según la dedicación	127
TABLA 60. Distribución por mes de los gastos, valor cobrado en actas y el recurso neto a disponer	131
TABLA 61. Cálculo del área bajo la curva, para obtener el valor de los intereses a disponer desde el punto de vista financiero.....	132
TABLA 62. Frecuencia o probabilidad de ocurrencia.....	143
TABLA 63. Rango de la escala de valoración para medir efectividad	143
TABLA 64. Cuantificación de los niveles de riesgo.....	144
TABLA 65. Cálculo de prestaciones sociales.....	145
TABLA 66. Costo del personal de obra requerida por administración.....	146
TABLA 67. Gastos operacionales.....	146
TABLA 68. Impuestos, pólizas y garantías	147
TABLA 69. Factores para el cálculo de los reajustes de precios de obra.....	152

INTRODUCCIÓN

El presente escrito busca ilustrar la cuantificación de los costos de construcción.

El contenido de este texto comprende aspectos generales de la contratación de obras como la valoración de los costos directos de construcción, la cuantificación de los materiales, su costo en la construcción, los costos de mano de obra, del equipo y la maquinaria de construcción. Además, se cuantifican los costos indirectos de construcción y, finalmente, se trata el tema del reajuste de precios aplicado principalmente a los contratos estatales.

A continuación, se presentan todos estos temas de manera sencilla, pues se usan ejemplos ilustrativos de la vida práctica y propia de la experiencia del autor en este campo.

Se espera que este aporte sea de utilidad para profesionales, docentes y estudiantes de las diferentes disciplinas relacionadas como Arquitectura, Ingeniería Civil, Gestión de Construcción, Construcción de Obras Civiles, Tecnologías en Obras Civiles y para aquellos cursos relacionados que se dictan a nivel nacional en los diversos centros educativos del país.