Gestión y Administración de Áreas Verdes Manual práctico

Martha Tamosiunas

Lucía Puppo

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
COMISIÓN SECTORIAL DE ENSEÑANZA

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY

comisión sectorial de enseñanza

Martha Tamosiunas
Lucía Puppo

Gestión y Administración de Áreas Verdes

Manual práctico

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
UDELAR

CURE
Centro Universitario Regional del Este

Facultad de Agronomía

comisión sectorial de enseñanza

Universidad de la República
Uruguay

Gestión y Administración de Áreas Verdes. Manual práctico / Martha Tamosiunas, Lucía Puppo. – Montevideo : Universidad de la República. Comisión Sectorial de Enseñanza, 2023.

192 p. -- (Manuales didácticos / Comisión Sectorial de Enseñanza)

ISBN: 978-9974-0-2062-7

1. PAISAJISMO
2. AREAS VERDES
3. PRESUPUESTOS
I. Tamosiunas, Martha II. Puppo, Lucía

CDD: 743.836

La publicación de este libro fue realizada con el apoyo de la Comisión Sectorial de Enseñanza (CSE) de la Universidad de la República (Udelar).

Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0, Martha Tamosiunas, Lucía Puppo. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/

Comunicación y Publicaciones, CSE, Udelar
Alberto Lasplaces 1620, 11600 Montevideo, Departamento de Montevideo
Tels.: (+598) 2400 8393

www.cse.udelar.edu.uy
comunicacion@cse.udelar.edu.uy

ISBN: 978-9974-0-2062-7

Coordinación editorial: Vanesa Sanguinetti
Corrección de estilo: Victoria Olivari Pérez
Diseño de tapa: Gabriela Pérez Caviglia
Diagramación: Levy Apolinar

Tabla de contenido

Introducción 13
Objeto del manual 13
Conformación del manual 14
Preguntas guía del manual 15

Capítulo 1 19
La gestión y administración de áreas verdes 19
1.1. El objeto de estudio 15
1.2. Ámbito de aplicación 20
1.3. ¿Quiénes intervienen? 21
1.4. Las etapas de una obra de paisajismo 23
1.5. Síntesis 24

Capítulo 2 25
El ciclo de la gestión 25
2.1. Propósito del capítulo 25
2.2. El proceso de gestión y los registros 25
2.3. El presupuesto como punto de partida 29
2.4. ¿Qué incluir en un presupuesto? 32
2.5. Síntesis 33

Capítulo 3 35
Estimación de materiales 35
3.1. Propósito del capítulo 35
3.2. Razón y proporción 35
3.3. Porcentajes 37
3.4. Incrementos y descuentos 38
3.5. Áreas y volúmenes 39
3.6. Insumos: costos asociados a materiales 46
3.7. Síntesis 45
3.8. Ejercicios 45

Capítulo 4 49
Los precios de los materiales 49
4.1. Propósito del capítulo 49

4.2. El valor tiempo del dinero 49
4.3. Precio efectivo 52
4.4. Inflación y tipo de cambio 53
4.5. El lugar de la cotización 55
4.6. Precio minorista o mayorista 55
4.7. Síntesis 56
4.8. Ejercicios 56

Capítulo 5 59
Estimación de los salarios 59
5.1. Propósito del capítulo 59
5.2. Tipos de remuneración 59
5.3. Salario nominal y aportes 61
5.4. El costo promedio por cuadrilla 64
5.5. Tiempo efectivo de trabajo 66
5.6. Costos extras asociados a la mano de obra 67
5.7. Síntesis 67
5.8. Ejercicios 68

Capítulo 6 71
Costo del equipo 71
6.1. Los costos variables 73
6.2. Propósito del capítulo 73
6.3. Los costos fijos 74
6.3.1. Depreciación 75
6.3.2. Interés 76
6.3.3. Costos de mantenimiento 78
6.4. Punto de equilibrio 79
6.5. Síntesis 80
6.6. Ejercicios 81

Capítulo 7 87
Gastos generales en obra 87
7.1. Propósito del capítulo 87
7.2. Las categorías incluidas 87
7.3. Síntesis 89

Capítulo 8 91
Gastos generales y de administración 91
8.1. Propósito del capítulo 91

8.2. Las funciones de una empresa 91
8.3. Métodos para asignar gastos generales y de administración 92
8.3.1. Método de porcentaje fijo 92
8.3.2. Sistema de porcentaje de recuperación múltiple 93
8.3.3. Sistema de recuperación según horas de trabajo 94
8.4. Síntesis 97

Capítulo 9 99
Análisis y conformación del presupuesto anual 99
9.1. Propósito del capítulo 99
9.2. Indicadores y ratios 99
9.3. Análisis de un caso 103
9.3.1. Descripción de un ejemplo de aplicación 103
9.3.1.1. Descripción de la empresa 103
9.3.1.2. Presupuesto de costos por año 106
9.3.1.3. Indicadores 109
9.4. Síntesis 109
9.5. Ejercicios 110

Capítulo 10 115
La administración del tiempo 115
10.1. Propósito del capítulo 115
10.2. Red PERT 115
10.3. Estrategias para reducir plazos 119
10.4. Carta Gantt 123
10.5. Aplicación a la gestión del proyecto 119
10.6. Control de obra 120
10.7. Estudio del tiempo de trabajo 122
10.7. Síntesis 124
10.7. Ejercicios 125

Capítulo 11 127
Administración financiera del proyecto 127
11.1. Propósito del capítulo 127
11.2. Ingreso y costo en efectivo y no efectivo 127
11.3 El estado de resultados y los indicadores económicos 128
11.4. El estado de fuentes y usos de fondos 131
11. 5. El flujo de caja proyectado 133
11.6. Evaluación de alternativas de diseño 136
11.7. El costo de la financiación 137

11.8. Perfil de servicio de deuda 138
11.9. Síntesis 141
11.10. Ejercicios 141

Capítulo 12 145
Ficha para plantación de florales, árboles o arbustos 145
12.1. Propósito del capítulo 145
12.2. Pautas generales 145
12.3. Rendimientos 143
12.4. Estimación del número de plantas 154

Capítulo 13 155
Ficha para instalación de césped 155
13.1. Propósito del capítulo 155
13.2. Pautas generales 155
13.3. Zanjas de drenaje 158
13.2. Control de erosión 159

Capítulo 14 163
Ficha para mantenimiento de césped 163
14.1. Propósito del capítulo 163
14.2. Pautas generales 163

Capítulo 15 171
Ficha para mantenimiento de árboles, arbustos, florales 171
15.1. Propósito del capítulo 171
15.2. Pautas generales 171
15.3. Rendimientos de la faena 172
15.4. Aplicación de productos químicos 176

Capítulo 16 179
Ficha para riego y obras hidráulicas 179
16.1. Propósito del capítulo 179
16.2. Coeficientes técnicos fuentes de agua 179
16.3. Transmisión del agua 183

Capítulo 17 185
Ejercicios integrados 185
Propuesta 1 185
Propuesta 2 186

Propuesta 3 187
Propuesta 4 188
Referencias bibliográficas 189
Bibliografía 190

Al Prof. Dr. Carlos Pellegrino, por su confianza.

Introducción

Objeto del manual

El manual tiene por objetivo facilitar la aplicación práctica de los conceptos teóricos presentados en el curso de Gestión y Administración de Áreas Verdes (en adelante, GAAV) de la Licenciatura en Diseño de Paisaje de la Universidad de la República (Udelar).

Se entiende que el egresado de la Licenciatura en Diseño de Paisaje (en adelante, LDP) debe tener competencias en cálculo de costos, planificación temporal de las actividades y análisis financiero a fin de:

- estimar el monto de inversión y de mantenimiento de sus obras,
- evaluar alternativas de diseño adecuados al presupuesto y preferencia de su cliente,
- tener criterios para definir la información crítica a incluir en la memoria descriptiva y los planos a fin de asegurar una correcta interpretación de la obra por parte de contratistas y supervisores de obra.

La formulación de presupuestos involucra técnicas específicas tanto en la fase del diseño como en la de decisión; el profesional egresado de la LDP debe evaluar la factibilidad de contar fuentes de fondos suficientes para la ejecución y mantenimiento de sus obras, por tanto, debe conocer los componentes de los costos directos, los costos generales de obra y los costos accesorios cuando las obras son ejecutadas por contratistas.

Al seleccionar empresas contratistas, debe comprender los criterios con los cuales fueron construidas las ofertas para poder identificar la mejor relación calidad-precio.

Por lo expresado, el manual dedica los primeros ocho capítulos a la estimación de los componentes de un presupuesto de obra, como auxilio se incluyen en los capítulos 12 a 16 fichas organizadas por actividad donde se concentra la información técnica para realizar estimaciones en la fase de proyecto.

Además de la formulación del plan y la selección de contratistas, el egresado de la LDP en su rol de director de obra debe verificar que sus especificaciones técnicas y los plazos preestablecidos se cumplan. Para ello, se presentan las técnicas de registro y control de procesos habituales en obras de paisajismo.

También el manual inicia en el uso de herramientas para las decisiones financieras dentro del proyecto, en lo que hace a atrasos/adelantos de obra, decisiones de inversión/gasto periódico y a la evaluación de los costos de las diferentes fuentes de financiamiento de la obra.

En síntesis, el presente manual es un apoyo a las prácticas del curso de GAAV con el objeto de generar competencias para la formulación de presupuestos de actividades de paisajismo y para la formulación de los planes, ejecución y seguimiento de la obra.

Sin perjuicio de su objetivo principal, el manual se propone como una herramienta de autoaprendizaje para un público lector sin preparación en gestión, pero con conocimiento de las actividades de paisajismo que hacen a la GAAV. Por esta razón, se considera un texto útil para empresarios que habitualmente toman decisiones económicas en trabajos de jardinería y paisajismo, así como para cualquier persona interesada en el tema.

Conformación del manual

La presente introducción finaliza con una sección de preguntas guía relacionadas con los temas del manual. Se incluyen al inicio con hipervínculos a las secciones del libro que tienen su respuesta para facilitar una lectura del libro no lineal centrada en la resolución de problemas. También sirven como herramienta de autoevaluación previo a las pruebas formales de evaluación de la asignatura para aquellos estudiantes que necesitaran rendir la asignatura en forma libre.

El capítulo1 presenta el objeto de estudio y el ámbito de aplicación de la asignatura y el capítulo 2 presenta el proceso de formulación de un presupuesto de obra, sus principales partidas y componentes.

El capítulo 3 incluye un espacio para repasar conceptos incorporados en el acervo cultural del lector durante su trayectoria educativa, tales como relaciones matemáticas de razón, proporción, porcentaje aplicado a problemas habituales en el presupuesto de obra y cálculo de áreas de diferentes formas geométricas y también de volumen de material. Este repaso tiene por fin nivelar conceptos para estimar la cantidad de materiales necesarios en un proyecto.

En el capítulo 4 el objetivo es la selección de los precios de los materiales a usar en un proyecto: se discuten los efectos del tipo de cambio y la tasa de inflación; se incorporan, además, los conceptos de *interés*, *precio efectivo* (incluyendo actualización y capitalización), *costo de oportunidad*.

En el capítulo 5 se analiza el costo de la mano de obra, los salarios por categoría, las cargas sociales y los aportes de la empresa, y la forma de estimar el costo medio por hora de trabajo. En este capítulo se incluyen vínculos a las páginas del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social para conocer los salarios mínimos vigentes de los trabajadores de áreas verdes y a la página del Banco de Previsión Social para acceder a los simuladores de aportes según salarios de los trabajadores.

En el capítulo 6 se analiza el costo de la maquinaria por hora de trabajo incluyendo en ella los costos fijos y los costos variables.

Los capítulos 7 a 9 analizan los costos adicionales sobre el presupuesto de obra que representan entre el 40 y el 50% del valor final de una tarifa. En el capítulo 7 se discuten los costos generales que determinan las diferencias en precio por metro cuadrado entre los presupuestos de diferentes contratistas para igual proceso de ejecución. El capítulo 8 hace referencia a la forma de incluir los gastos generales y de administración dentro del presupuesto y se realiza la síntesis de los anteriores en el capítulo 9.

El capítulo 10 refiere a las herramientas de planificación temporal de un proyecto, al control de ejecución de obra y a la medición de tiempos de actividad.

El capítulo 11 se centra en la administración financiera, los costos asociados al financiamiento y a las decisiones que involucran más de un ejercicio.

Finalmente, los capítulos 13 a 16 presentan las fichas con coeficientes técnicos útiles para estimar rendimientos de obra y requerimientos de materiales organizados según actividad. El foco está en las obras de plantación y mantenimiento de vegetales; el presupuesto y los datos técnicos para las obras de infraestructura y obra civil se han visto en el segundo semestre de la carrera dentro del curso Técnicas y Procedimientos Constructivos y pueden ser consultados en textos de arquitectura y construcción. Los requerimientos específicos para obras de riego se han discutido en el curso Hidrología y Riego.

De acuerdo al interés del lector, cada capítulo se puede abordar por separado; cuando se hace referencia a aspectos anteriormente discutidos, se indica en el propio texto.

La lista de preguntas de autoevaluación es otra forma de leer el libro, en ese caso orientado por problemas, ya que se vinculan las preguntas con el capítulo que aporta la información. Las preguntas también sirven como guía para el estudio de la asignatura por ser preguntas tipo de parciales y exámenes.

La organización de cada capítulo tiene una indicación de su propósito y su alcance, una breve referencia teórico-conceptual que se presenta con ejemplos de cálculo. Luego de presentados los aspectos del capítulo, hay una sección de ejercicios, que están resueltos en una planilla de cálculo a la que se accede por medio del hipervínculo a un archivo disponible de libre acceso ubicado en la plataforma de Facultad de Agronomía de la Udelar. Por último, cada capítulo presenta una lista de referencias a fin de profundizar en los temas presentados.

El diseño de cada capítulo fue planificado con el objeto de permitir a cada lector completar los ejercicios propuestos luego de hacer la primera lectura del capítulo. En caso de no poder resolverlos, se sugiere retomar la lectura y consultar las soluciones presentadas ampliando la información con las referencias bibliográficas.

Preguntas guía del manual

Cada pregunta tiene una sección de referencia donde está la información para elaborar la respuesta, luego de la palabra *Ver* se encuentra el enlace a dicha referencia. Se debe presionar la tecla CTRL simultáneamente con el botón izquierdo del mouse para dirigirse automáticamente al sitio sugerido.

1. ¿Qué etapas componen el ciclo de la gestión? Ver «2.1. Propósito del capítulo».
2. ¿Qué diferencias hay entre el concepto de *gestión* y el de *administración*? Ver «1.4. Las etapas de una obra de paisajismo».
3. ¿Cuáles son las funciones habituales que una empresa debe cubrir a lo largo de un ciclo productivo? Ver «8.2. Las funciones de una empresa».
4. ¿Qué es un presupuesto y cuándo se realiza? Ver «2.3. El presupuesto como punto de partida».
5. ¿Cuáles son las etapas habituales que se siguen cuando se debe presupuestar una obra de paisajismo? Ver «2.3.1. Las etapas de formalización de un presupuesto».
6. ¿Quiénes son los actores que se vinculan con una obra de paisajismo? Ver «1.3. ¿Quiénes intervienen?»
7. ¿Cuáles son las partidas habituales que se integran en un presupuesto? Ver «2.4. Qué incluir en un presupuesto».
8. ¿Qué tipo de precios se usan para valorar los materiales de un proyecto? Ver «4.6. Precio minorista o mayorista».
9. ¿Cómo se resuelve el problema de un presupuesto que demora en aprobarse y se formula en un contexto de alta inflación? Ver «4.4. Inflación y tipo de cambio».
10. ¿En qué moneda debe presentarse un presupuesto de paisajismo? Ver «4.6. Precio minorista o mayorista».
11. ¿Cuál es la diferencia entre precio nominal, precio corriente y precio efectivo? Ver «4.3. Precio efectivo».

12. ¿Qué es y cómo se estima el costo de oportunidad del capital? Ver «4.2. El valor tiempo del dinero».
13. ¿Cuál es la forma habitual de pago de los operarios de un proyecto? Ver «5.2. Tipos de remuneración».
14. ¿Qué es el laudo, dónde se consigue la información y para qué sirve? Ver «5.2. Tipos de remuneración».
15. ¿En qué forma se incluye el costo del aguinaldo y del salario vacacional de los operarios dentro del costo de un presupuesto? Ver «5.3. El costo promedio por cuadrilla (CPH)».
16. ¿Qué son los aportes patronales y qué porcentaje del salario nominal se aplica? Ver «5.2. Tipos de remuneración».
17. ¿Cuál es la diferencia entre salario nominal y salario real? ¿Qué consecuencias trae presupuestar los trabajos con base en el salario real? Ver «5.2. Tipos de remuneración».
18. ¿Qué es el costo medio por hora de cuadrilla, cómo se estima y para qué se usa? Ver «5.3. El costo promedio por cuadrilla (CPH)».
19. ¿Qué se entiende por costos fijos y variables y a quién aplica? Ver capítulo 6 «Costo del equipo».
20. ¿Qué es el punto de equilibrio y cuál es la diferencia con el punto de quiebre de un presupuesto? Ver «6.4. Punto de equilibrio».
21. ¿De qué forma se remunera al propietario de una empresa en cada trabajo? Ver «9.3. Análisis de un caso».
22. ¿Cuál es la diferencia entre margen bruto y margen neto? ¿De qué sirve esa información?, ¿cómo se estima? Ver «9.2 Indicadores y ratios».
23. ¿Qué son los gastos de administración? Ver «8.2. Las funciones de una empresa».
24. ¿Cuáles son las tres formas posibles de incluir los gastos de administración dentro de un presupuesto? Ver «8.3. Métodos para asignar gastos generales y de administración».
25. En una obra, existen costos directos y costos generales, ¿qué incluyen los segundos? Ver «7.2. Las categorías incluidas».
26. Al finalizar la formulación de un presupuesto se evalúa su coherencia a través de ratios e indicadores. Nombre tres e indique qué informan. Ver «9.2. Indicadores y ratios».
27. Al diseñar una obra de paisaje se debe estimar su costo, ¿qué herramientas puede usar para tomar la decisión entre elevada inversión inicial y reducido costo de mantenimiento, o a la inversa, reducida inversión y altos costos de mantenimiento? Ver «11.6. Evaluación de alternativas de diseño».
28. ¿Cómo estima la rentabilidad de una empresa? Ver «11.2. Ingreso y costo en efectivo y no efectivo».
29. ¿Es posible tener ingresos y costos sin que exista una transacción monetaria asociada? Mencione ejemplos. Ver «11.4. El estado de fuentes y usos de fondos».
30. ¿Qué es una red PERT y para qué sirve? Ver «10.2. Red PERT».
31. ¿Qué entiende por la carta Gantt y cuál es la fuente de información para construirla? Ver «10.4. Carta Gantt».
32. ¿Qué relación existe entre el cuadro de fuentes y usos de fondos y la denominada *curva S*? Ver «11. 5. El flujo de caja proyectado».
33. ¿Cuál es la información básica que se debe tener de un préstamo para decidir su conveniencia? Ver «11.8. Perfil de servicio de deuda».
34. ¿Cómo se puede saber cuál es el costo de una financiación (tasa de interés) cuando se sabe el valor contado y el plan de pago que establece el proveedor pero no los intereses? Ver «11.7. El costo de la financiación».
35. ¿Qué se entiende por un plan de pagos de una deuda en amortización constante? Ver «11.8. Perfil de servicio de deuda».

36. Cuando se habla del perfil de servicio de deuda, ¿de qué información se está hablando? Ver «11.8. Perfil de servicio de deuda».
37. ¿Qué es y para qué sirve el coeficiente de recuperación del capital? Ver «11.8. Perfil de servicio de deuda».
38. Cuando un préstamo tiene opciones de gracia, ¿de qué se está hablando?, ¿cómo afecta la forma de pago del crédito y su costo? Ver «11.8. Perfil de servicio de deuda».
39. ¿Qué decisiones debe tomar un empresario que no logra cubrir sus gastos de administración con los contratos planificados para el año? Ver «9.2. Indicadores y ratios».
40. Un egresado de la LDP, ¿cuándo debería aplicar los conceptos del manual? Ver «1.4. Las etapas de una obra de paisajismo».
41. Indique los criterios de valoración de materiales. Ver «3.6. Insumos: costos asociados a materiales».
42. Si se estiman los costos directos de una obra como si se tuviera una cuadrilla y equipo propios, pero en la ejecución sabe que se operará con contratistas, ¿cuánto se debe incrementar el costo directo calculado? Ver capítulo 11 «Administración financiera del proyecto».
43. ¿Cuál es el margen habitual de imprevistos que se agregan al presupuesto y sobre qué monto se aplica? Ver «9.3. Análisis de un caso».
44. Cuando se estima un 20% como margen del empresario, ¿sobre qué valor se aplica dicho incremento? ¿De dónde surge dicho porcentaje? Ver «9.3. Análisis de un caso».
45. ¿Cuál es la importancia de los registros durante la ejecución de una obra y para qué sirve dicha información? Ver «2.2. El proceso de gestión y los registros».
46. El costo de mano de obra se estima en función de las horas que trabajó la cuadrilla, ¿cuál es la diferencia entre los conceptos de *hora paga*, *hora efectiva*, *hora puerta a puerta?* ¿Cuál elegiría en el presupuesto? Ver «5.4. Tiempo efectivo de trabajo».
47. El tiempo en obra se descompone en varias clases, ¿cuáles son? ¿Los coeficientes técnicos de rendimiento a qué clase se refieren? Ver «10.5. Aplicación a la gestión del proyecto».
48. Los equipos de seguridad y uniformes necesarios para la cuadrilla conforme a la reglamentación vigente ¿en qué partida presupuestal se incluyen y quién es el responsable de pagarlas? Ver «7.2. Las categorías incluidas».
49. ¿Cómo estimaría el costo asociado al contrato de una empresa de flete encargada de llevar y traer a los operarios hacia y desde el lugar de trabajo? La camioneta, el chofer y los materiales no son parte de los costos habituales de su empresa. Ver capítulo 8 «Gastos generales y de administración».
50. ¿Qué es la vida útil de un bien de capital, para qué sirve esa información y qué consecuencias trae en la administración de los equipos? Ver «6.3.1. Depreciación».

Capítulo 1

La gestión y administración de áreas verdes

1.1. El objeto de estudio

Las actividades prácticas del presente manual se formulan como herramientas de apoyo a la gestión y a la administración.

Por una parte, la *gestión* es una tecnología que se define como un conjunto de procedimientos para medir los resultados obtenidos de un proceso de trabajo y su posterior comparación con los planificados, a fin de analizar e interpretar las causas que determinaron las diferencias (Álvarez y Falcao, 2009).

El campo de estudio de la gestión es el uso eficiente y eficaz de los recursos, entendiendo por *eficiente* el logro de los resultados con la menor cantidad de recursos y *eficaz* por el cumplimiento de las metas con la calidad deseada y en el plazo planificado. La gestión es un proceso circular y dinámico que comienza con la fijación de metas, sigue con la organización de las actividades, el registro de los resultados, su análisis e interpretación para poder fijar nuevas metas.

Ejemplo 1.1

Una empresa contratista de mantenimiento de jardines tiene como meta conseguir un beneficio del 30% sobre los costos de producción anual. Comienza planificando sus actividades en función de los clientes que espera atender, luego debe formular presupuestos anuales de operación con sus indicadores de seguimiento. A partir de ellos, diseña su plan financiero, que puede incluir recambio de equipos o nuevas inversiones. En el ejercicio se ejecuta el plan y se calculan los indicadores reales del proceso. Al finalizar el ejercicio, se hace el análisis de lo actuado comparando lo presupuestado con lo efectivamente efectuado a través de los indicadores. Si del análisis surge que obtuvo, por ejemplo, un 27% de beneficio en lugar del 30% planificado como meta, se busca la explicación de las diferencias (algunas causas pueden ser internas y controlables; otras, externas y fuera de control, que demandan adaptación o resiliencia), luego se reinicia el proceso de planificación para el próximo ciclo productivo.

La gestión no solo aplica al empresario privado, pues las entidades públicas, por contar con recursos escasos, también la deben realizar. En áreas públicas el dinero para administrar es provisto por el gobierno central o departamental, y, eventualmente, se suman los ingresos, la tarifa de ingreso a áreas protegidas. Los fondos del aporte central compiten con todas las demandas sociales y no siempre son un aporte significativo para operar en el ejercicio, por ello es fundamental administrarlo con detalle.

A partir de la estimación de los fondos disponibles, se podrá planificar su aplicación al mantenimiento de vías de accesos, vigilancia y servicios al usuario, pero también deberá preverse los costos de investigaciones y desarrollo del área a fin de entregar más valor al

usuario. Estos planes tienen indicadores de eficiencia y eficacia, y durante la ejecución se registrarán el número de visitantes, sus quejas y sugerencias, los costos y el mantenimiento ejecutado, y al igual que en la actividad privada, se analizarán e interpretarán los resultados, se reajustarán las metas y se planificará el nuevo ejercicio.

Sea cual sea el tipo de actividad, los presupuestos y previsiones se deben contrastar con la ejecución a efectos de verificar la existencia y la causa de posibles desvíos a los resultados planificados. El auxilio de registros escritos es esencial para el proceso de gestión. Contratos de trabajo, registros periódicos y sistemáticos de procedimientos y resultados obtenidos son la principal fuente de datos para comparar con los presupuestos iniciales.

Por otra parte, la *administración* es una ciencia social cuyo objeto de estudio son las organizaciones. Su campo de estudio es la planificación, la organización, la dirección y el control (Álvarez y Falcao, 2009).

En el campo del diseño de paisaje, un aspecto de administración comúnmente aplicado es la definición de la secuencia de actividades para minimizar el retraso de la obra y evitar costos adicionales.

1.2. Ámbito de aplicación

El curso de GAAV se ubica dentro de la denominada «industria de las áreas verdes», sector de la economía que se ocupa de las actividades económicas relacionadas con el paisaje.

Hay varias definiciones sobre el paisaje, una de ellas es la que establece en sus disposiciones generales el convenio europeo del paisaje:

> *Paisaje es* un área tal y cual la percibe un conjunto de personas cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos y es valorada en función de la percepción de la gente que interactúa y habita en ella. (Euskadi, s. f.)

El término *paisaje* se refiere a una construcción intelectual, en la que los estímulos sensoriales que provocan la realidad son percibidos por los sentidos y procesados por el cerebro. En este procesamiento intervienen, además, sentimientos, información contextual, cultural, familiar, social, económica, ideológica, así como los valores y las experiencias previas.

Esta creación intelectual genera el paradigma del paisaje, al que se le asocia un valor y con el cual juzgamos lo observado, asignándole criterios de agrado o desagrado por las áreas verdes.

Cuando un equipo o una persona toma decisiones de intervención en el paisaje, lo hace en función de su percepción. Definirá inversiones para construirlo, conservarlo, ampliarlo o garantizar su condición actual de acuerdo a su preferencia por destinar recursos escasos (dinero) para tal fin.

La percepción, como construcción intelectual personal, define el valor del paisaje observado. Como ejemplo, el paisaje con bosque nativo en Uruguay para algunas personas es una tierra improductiva y para otras es un paisaje de alto valor de conservación. Estaría dispuesto a destinar mucho más dinero en infraestructuras de conservación un decisor

interesado en la biología (por ser fuente de biodiversidad o reserva de germoplasma) que aquel interesado en la ganadería (por ser una restricción a la superficie con producción de pasturas).

Las decisiones de gasto en paisaje son tomadas por individuos o por colectivos. Los proyectos de mayor complejidad que requieran permisos municipales, medioambientales o estudios especializados involucrarán muchos profesionales integrados en equipos multidisciplinarios; entre sus integrantes deberían encontrarse especialistas en gestión de proyectos y administración. Las decisiones en proyectos de escala residencial son un ejemplo de obras que pueden ser desarrolladas solo por el paisajista.

La industria verde se ocupa de las acciones en el paisaje. Son obras de paisajismo el diseño, la instalación, la construcción y el mantenimiento de áreas cuyo objeto es mejorar el entorno al aire libre. Esta definición abarca tanto las pequeñas obras de escala residencial para el uso y disfrute de sus propietarios como los proyectos de mayor envergadura para áreas de uso público. Silva (2006) incluye como obras relevantes de paisajismo la organización del espacio de uso intenso para visitantes dentro de áreas naturales, la restauración de espacios verdes a fin de compensar la vegetación extraída en obras de infraestructura, la generación de espacios de recreación dentro de áreas urbanas o la solución a problemas técnicos, como contener procesos erosivos. Sorensen *et al.* (1998), por su parte, incluyen también en los programas de áreas verdes urbanas, además de los espacios públicos mencionados, los árboles en calles y residencias, la agricultura urbana, los cinturones y vías verdes y el manejo de las cuencas hidrográficas y áreas protegidas.

Angley, Horsey y Roberts (2002) señalan el lucro como un criterio importante para tomar las decisiones, sin importar el fin último de la obra. Dicho en otros términos, la decisión de una comuna de construir un área de recreación dentro de un barrio carenciado (fin social) no supone que las empresas licitantes renuncien al lucro (fin económico) y por ello presupuesten por debajo de sus costos empresariales. Los actores de la industria verde están interconectados, entre ellos pueden desarrollarse cadenas de valor que les permitan operar en forma sostenible y lucrativa en el tiempo.

Las decisiones que toma un egresado de la LDP involucran actividades con fines de lucro porque las empresas vinculadas a la industria verde son organizaciones sociales que persiguen dicho fin, generan bienes y servicios relacionados con el paisaje que pueden llegar a tener fines sociales o estéticos no necesariamente lucrativos. Intervienen múltiples actores interconectados; su principal vínculo es el proceso de producción de obras de paisajismo para mejorar la experiencia del usuario en las áreas intervenidas.

1.3. ¿Quiénes intervienen?

Angley, Horsey y Roberts (2002) señalan una serie de actores relevantes en los procesos de toma de decisión de obras de paisajismo que se pueden agrupar en:

1. Los *propietarios* de las áreas a ser intervenidas, que son los más importantes del proceso, pues dan las instrucciones iniciales y pagan los costos de los trabajos. En el largo plazo son los responsables de todas las decisiones. En el caso de obra pública, los administradores operan en representación de la ciudadanía usuaria del área.

2. Los *arquitectos e ingenieros* responsables de las obras civiles y quienes tienen la potestad de solicitar los permisos de construcción ante las autoridades. Usualmente,

no tienen la formación para completar los proyectos de construcción y paisajismo y subcontratan el diseño del paisaje a arquitectos paisajistas o diseñadores de paisaje.

3. Los *arquitectos paisajistas y los diseñadores de paisaje* se diferencian porque los primeros tienen el reconocimiento de su firma profesional para obtener los permisos de construcción ante organismos públicos. Intervienen en el proceso por contratación directa de los propietarios o por los arquitectos dueños del proyecto de construcción, pueden asistir, asimismo, en el diseño y cotización de la obra.

4. Los *consultores especiales* (ingenieros agrónomos, ingenieros civiles, biólogos, etcétera) cuando se debe atender problemas específicos del diseño, como, por ejemplo: la instalación de sistemas automáticos de fertirriego, la corrección de condiciones químicas del suelo, la selección de variedades de plantas con genotipos adaptados a ambientes severos o resistentes a enfermedades, el reconocimiento de biomas específicos u obras de ingeniería civil, por mencionar algunos.

5. El *contratista general o principal* es una persona o un equipo encargado y responsable de materializar el proyecto, de construir las obras civiles, de realizar las instalaciones eléctricas de riego y la plantación de todos los ejemplares de acuerdo al diseño. Estos contratistas, por lo general, subcontratan las obras específicas de paisajismo.

6. El c*ontratista para la instalación de obras de paisajismo*, que puede ser contratado por los propietarios o ser subcontratado por los contratistas generales, se encarga de la instalación de árboles, arbustos, florales, césped, plantas acuáticas o trepadores, según el proyecto de diseño. En algunos casos, estos contratistas también diseñan.

7. El *contratista de mantenimiento* interviene una vez concluida la instalación del proyecto. Este acude periódicamente al sitio, por lo habitual firma los contratos directamente con el propietario o a veces simplemente efectúa tratos verbales para llevar adelante tareas como corte y mantenimiento de césped, poda de árboles y arbustos, tratamientos sanitarios, renovación periódica de especies vivaces, limpieza de piscinas, estanques, ajustes de equipos de riego, mantenimiento de senderos, remoción de hojas secas y pequeñas reparaciones en el mobiliario y las luminarias.

8. Los *proveedores* de materiales, equipamiento, viveros, para el trabajo de todos los actores descriptos.

En Uruguay no es común encontrar representantes de todas estas categorías en cada proyecto de paisajismo, el número de especialistas intervinientes depende del tamaño de la obra y de su complejidad. Las empresas pueden ser especializadas o multipropósito; cuanto menor es el tamaño del mercado, mayor es la tendencia a ser multipropósito; la especialización se asocia a segmentos de mercado específicos.

También es común que los propietarios inicien los contactos con un proveedor de plantas o con un contratista de mantenimiento recomendado por vecinos de la zona. Estos empresarios realizan el diseño, la instalación y las obras complementarias (por ejemplo, albañilería, herrería) reduciendo el número de actores intervinientes solo a tres o cuatro personas que cumplen múltiples tareas, y muchas de ellas en forma *amateur*. Si la escala de la inversión es mayor, intervienen diseñadores de paisajes, arquitectos paisajistas y otros contratistas de obra. Aún son pocos los casos en los que se realizan contratos formales con planos y especificaciones de las obras, así como los estándares de calidad mínima y garantías de ejecución. Cuando la obra requiere permisos de las autoridades, se contratan ingenieros y arquitectos, por ejemplo, para el diseño de calles, obras de saneamiento, lagos artificiales, riego y construcción de diferentes obras civiles.

1.4. Las etapas de una obra de paisajismo

Un proceso de trabajo deseable sería aquel en el que el propietario, promotor de inversiones o representante de la comuna, inicie el contacto con un especialista en paisajismo (arquitecto paisajista, egresado de la LDP o idóneo) a fin de que este formule un proyecto.

El proyectista hace el *análisis de sitio*, actividad que consiste en revisar el área a intervenir con el apoyo de los planos del área, para identificar los puntos focales y restricciones físicas, ambientales, legales o incluso sociales que puedan existir para el desarrollo del proyecto de intervención.

Con la información del análisis de sitio, el paisajista hace una propuesta preliminar, en general en forma oral, de sus alternativas, ajustando la idea a los gustos del cliente y del presupuesto que quiere asignar a la obra.

Luego de esa conversación, el diseñador eleva al cliente una propuesta formal de la obra con el objeto de tener su aprobación en el tipo de obra y en los costos estimados. Si la obra es pequeña, el diseñador solamente elabora los bocetos de cada etapa para cada operario con los requerimientos específicos. Si le solicitan que ejecute la obra, el diseñador firma una carta de acuerdo con el propietario en la que se aclaran sus responsabilidades, los plazos de la obra y la forma de pago.

Dependiendo de la envergadura y ubicación de la obra, puede ser necesaria una etapa de solicitud de permisos de construcción, de electricidad, de uso de agua y saneamiento para la respectiva aprobación por las autoridades. Cuando estos son necesarios, se contratan ingenieros y arquitectos, por ejemplo, para el diseño de calles, obras de saneamiento, lagos artificiales, riego y otras obras vinculadas a la ingeniería civil.

En caso de ser necesarios estos permisos, puede requerirse el auxilio de profesionales específicos (arquitectos o ingenieros civiles, sanitarios, eléctricos, ambientales, agrónomos, técnicos prevencionistas), como en el caso de la solicitud de vallados, ocupación de calzada por volquetas o por áridos, demoliciones, permisos de riego, uso del suelo, compras en el exterior y permisos de importación de variedades vegetales, asesores en seguridad ocupacional para obras en altura u otros riesgos potenciales. En general, a estos profesionales se los contrata como consultores puntuales.

Como resultado de la labor de los profesionales se obtienen planos y documentos para solicitar el permiso ante las autoridades, así como planos específicos y descripciones detalladas para cada contratista encargado de materializar la obra. Una vez obtenidos todos los permisos y especificaciones de la construcción, quien dirige la obra, y en especial el diseñador, debería firma la carta de acuerdo de responsabilidad que establece cuáles son los asuntos por los que debe responder referidos al proyecto y durante cuánto tiempo se compromete por el resultado de la obra. Este acuerdo de responsabilidad es importante en cualquiera obra, algunos proyectistas incluso introducen cláusulas de garantía y reposición sin costo de los materiales vegetales.

El diseñador puede asumir el rol de contratista principal o iniciar el proceso de búsqueda de quien será responsable de todos los aspectos de la obra. Este proceso puede ser un procedimiento cerrado entre aquellos contratistas de referencia del diseñador o un proceso abierto en el que se llama a licitación para adjudicar la obra.

La obra pública, por lo regular, llama a licitación, en ella se invita a empresas con experiencia y capacidad de trabajo a realizar una oferta de precio para encargarse de

la dirección ejecutiva de la obra. En este llamado es importante tener bien preparados los planos y especificaciones técnicas para el desarrollo de la idea, pues son la base del presupuesto. Aspectos como tipo de materiales de obra civil, variedades, tamaño de plantas, sanidad o recaudos especiales a tener en cuenta durante la plantación deben estar escritos en las especificaciones de la memoria descriptiva.

El contratista principal, si tiene capacidad técnica, puede efectuar todas las tareas, pero es común recurrir a subcontratos de obra para cada una de las partes del trabajo; los subcontratistas pueden ser elegidos directamente o también por licitación.

Luego de presentadas todas las ofertas, estas son evaluadas: se genera una lista de prelación o una matriz de calificación en función del monto del presupuesto de obra, de los plazos estimados de finalización y de las credenciales de los ofertantes (experiencia, respaldo financiero, formalización legal, etcétera).

El cliente es quien analiza esta lista y selecciona la empresa de su preferencia para ser responsable de la obra. Seleccionada la empresa, es conveniente formalizar el acuerdo con la firma de un contrato escrito que detalle la calidad exigida para cada etapa de la obra. Entre los aspectos a incluir, se destacan precios y su eventual reajuste, plazos para la ejecución, garantías, procedimiento de control, forma y plazos de pago, así como procedimientos para dirimir las diferencias.

Una vez que la obra está en ejecución, el diseñador del paisaje debe visitarla periódicamente con el fin de verificar el cumplimento de las especificaciones de diseño, determinar el avance en plazo y emitir un documento al contratista principal a fin de que pueda cobrar el avance de obra realizado o, en el que se especifiquen los aspectos a corregir. Cabe recordar que el diseñador de paisaje, si está asumiendo la dirección de la obra, es el responsable último de todos los procesos necesarios para cumplir su diseño.

Este complejo proceso se ve beneficiado cuando los actores intervinientes llevan registros escritos del avance de cada etapa, lo que permite verificar las eventuales responsabilidades en retrasos o defectos de calidad.

1.5. Síntesis

El presente manual es una herramienta para el autoaprendizaje de los aspectos de gestión y administración vinculados a la industria verde.

En esta industria participan múltiples actores con fines de lucro que pretenden sostenerse en el tiempo dentro de su rama de actividad, por tanto, aun cuando las obras sean con fines sociales, estas deben ejecutarse con racionalidad económica. El paisaje y la vinculación de las personas con él definen la propensión a gastar en obras de paisajismo. Por este motivo, la estimación de costos de obras de paisajismo, el estudio del tiempo de ejecución y el análisis financiero de las alternativas de intervención son los ítems centrales a discutir.

Capítulo 2

El ciclo de la gestión

2.1. Propósito del capítulo

El diseño de paisaje supone la combinación de arte y ciencia aplicada con creatividad. El paisajista debe formular proyectos compatibles con las fuentes de financiamiento futuro de la obra.

Las obras se ejecutan con empresas contratistas y el paisajista debe contar con elementos para seleccionar al mejor proveedor para la ejecución. En ambas etapas el instrumento de negociación y control es el presupuesto.

Dado que la elección del proveedor es parte del proceso de gestión, este capítulo desarrolla el concepto de *ciclo de la gestión* y detalla los componentes habituales de un presupuesto de obra, una de las herramientas más usadas en el proceso.

2.2. El proceso de gestión y los registros

De acuerdo a la definición de *gestión* (ver «1.1. El objeto de estudio»), se busca comparar lo planificado con lo observado. Con este propósito, se sigue una serie de etapas comunes a cualquier tipo de empresa, que se puede representar como una rueda (Figura 2.1).

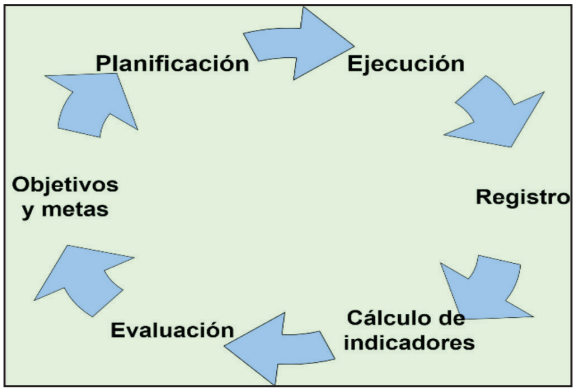


Figura 2.1. *Rueda de la gestión, etapas del proceso de gestión.*

La rueda puede empezar en cualquier punto, pero en general se reconoce la siguiente secuencia:

Fijación de objetivos y metas

El *objetivo* es la expresión conceptual del estado futuro que desea lograr el empresario con las actividades de la empresa. Habitualmente, es un concepto relacionado con el lucro o rentabilidad de los capitales invertidos en ella.

La *meta* es la expresión cuantificada del objetivo, por ejemplo, obtener una rentabilidad del 5% anual sobre el capital invertido por medio de la venta de servicios de mantenimiento de jardines.

Formulación de planes

Las empresas requieren dos tipos de planes para ser efectivas: el primero es el plan estratégico y el segundo es el presupuesto anual.

El *plan estratégico* es un documento escrito que resume las principales líneas de acción, es decir, la estrategia propuesta por la organización para cumplir las metas de corto y mediano plazo.

El plan estratégico responde a preguntas tales como:

- ¿Cuál es el producto principal de la empresa? Ej.: diseñar proyectos o hacer mantenimiento.
- ¿Qué segmento del mercado atiende? Ej.: las residencias familiares o los grandes condominios.
- ¿Cómo se diferencia en el mercado? Ej.: el proveedor más barato o el proveedor que emplea productos sofisticados e innovadores.
- ¿Cuándo opera? Ej.: es una empresa zafral o una empresa permanente.
- ¿Cuánto es el volumen de ventas planificado por año? $ 100 000 o USD 100 000.
- ¿Cómo opera? Administra subcontratos de obra o es una empresa prestadora de servicios con personal propio.
- ¿Cómo se financia? Solo con las ventas o con el aporte de otra empresa mayor vinculada al rubro de construcción civil.

De las respuestas a estas preguntas surge el plan estratégico y a él se asocian características de la empresa, como el tipo de empleados a contratar, el vínculo con los proveedores, el equipamiento empleado, su estrategia de comunicación con los clientes, su forma de cobro y de pago de sus obligaciones. A partir del plan estratégico, se formula el presupuesto.

El *presupuesto anual* de operación es un documento que proyecta y organiza los ingresos y egresos mensuales esperados para la empresa durante un ejercicio. Es de carácter financiero e incluye todas las entradas y salidas de dinero previstas por la actividad normal de la empresa durante un ejercicio.

El *ejercicio* es el período de 365 días que inicia en la fecha establecida para presentar los balances de la empresa y otros informes contables. Por lo regular, transcurre entre el 1.º de enero al 31 de diciembre o entre el 1.º de julio al 30 de junio del próximo año.

El presupuesto anual básicamente se expresa en números en forma de tabla con columnas y filas. En las columnas se ubican los períodos (en general, meses), en las filas, los hechos contables que explican ingresos y egresos, la última fila muestra el saldo neto del período (si es positivo es una ganancia, si es negativo indica que se necesita financiamiento externo). Entre las principales partidas que se incluyen en el presupuesto, se encuentra: el valor de las ventas esperadas para el año, los costos directos asociados a dichas ventas y el margen bruto o saldo operativo esperado por actividad.

El saldo se informa por mes y como saldo acumulado, este último es una medida que indica el dinero obtenido por la actividad de la empresa y que servirá para financiar los

costos generales y de administración de esta al inicio del próximo ejercicio. El presupuesto inicial sin financiamiento externo puede tener saldos negativos (mayor necesidad de dinero para operar que el ingreso previsto por las ventas en uno o varios períodos), esa información permite saber la cantidad de financiamiento externo a la empresa (aporte del empresario, crédito de proveedores o créditos bancarios) que se necesita. Con esa información se construye el plan de financiamiento a corto y largo plazo.

Partiendo del saldo bruto o margen bruto que se obtiene de las actividades de la empresa, es posible calcular el margen neto (luego de deducir costos generales y de administración, impuestos y cargas sociales) obtenido por actividad o por el conjunto de actividades. A partir del margen neto es posible calcular el beneficio o rentabilidad para el empresario.

El plan estratégico y el presupuesto son los dos documentos que se necesitan para manejar, dirigir, cambiar y controlar una empresa. Ambos se basan en estimaciones y se formulan al comenzar el ejercicio contable.

Registro y control de actividades

Establecidos los planes de la empresa para el ejercicio, comienza el registro de la actividad real, o sea, sus operaciones de producción. La operación supone ejecutar los procesos de producción contratados por terceros, en definitiva, desarrollar las actividades asociadas a las ventas planificadas.

Si el objeto de la empresa fuera el mantenimiento de jardines, sus ventas tendrán relación con contratos de corte de césped, renovación de plantas vivaces, poda de árboles y arbustos y otros contratos de mantenimiento integral con diferentes clientes. Para cada contrato se registra tipo y tamaño de la actividad, ingreso por unidad de trabajo, número y tipo de operarios, materiales y equipos involucrados; precios de materiales, costos extras para la ejecución de la obra, entre otros datos.

Registrar se entenderá en el curso de GAAV como la actividad de completar los formularios preestablecidos que permiten calcular indicadores técnicos, económicos y financieros necesarios para estimar la eficacia y eficiencia de las actividades de la empresa. También se anotan datos cualitativos que ayudan a explicar los resultados de una labor.

Ejemplo de registros son las planillas con el nombre de las personas de la empresa en las que se anota cuántas horas trabajaron en cada predio y en cada tarea durante la jornada; otro son los equipos empleados por cada operario en cada contrato (cortacésped, bordeadora, etcétera), el número de veces y el volumen empleado en la recarga de combustible en cada equipo, los metros de tanza empleados en la bordeadora por jornada y demás productos empleados en el trabajo.

El concepto de *insumo* refiere a todos los bienes y servicios aplicados a un proceso productivo que se agotan en este y cuyo valor se recupera con la venta del producto derivado de él (Alvarado *et al.*, 2009).

Dentro del registro de los insumos, los fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas deberían incluir marca comercial y producto activo, dosis empleadas en cada contrato, tipo de enfermedad o plaga que lo requirió y número de tratamientos efectuados.

También se registran los tiempos operativos de labor, los contratiempos observados (rotura de máquinas, pérdida de herramientas, faltas del personal), así como los nuevos logros o soluciones técnicas encontradas durante las faenas. En los registros de tiempo no solo se consideran los directamente operativos, también se incluyen los asociados a las

condiciones generales de operación, como transporte para el traslado de las cuadrillas, tiempo de carga y descarga de los equipos en la planta central y en cada lugar de trabajo.

La empresa no solo opera en campo, sino que hay personal dedicado a compras y ventas y a trabajos administrativos. Estas actividades también deben registrarse.

Generación de indicadores

La información registrada se procesa para generar indicadores y estados contables.

Los *indicadores* son relaciones entre la producción y los insumos aplicados (Alvarado *et al.*, 2009), como, por ejemplo, el tiempo empleado por metro cuadrado trabajado, el combustible por hora de funcionamiento de una podadora, el número de plantas plantadas por hora de trabajo, etcétera. Estas relaciones permiten comparar en forma estándar el rendimiento del trabajo y el uso de los recursos. Comúnmente, se expresan como ratios o porcentajes.

La información económica y financiera se sintetiza en informes contables, entre ellos los estados de pérdidas y ganancias del ejercicio y los de fuentes y usos de fondos.

El *estado de pérdidas y ganancias* lista los costos de producción y los ingresos contabilizando aquellos en efectivo (cobros y pagos) y aquellos en no efectivo (costos e ingresos imputados al ejercicio, como el aumento del valor de las plantas en el vivero) (Alvarado *et al.*, 2009). Solo se registran en él los hechos contables de las actividades del ejercicio.

El estado de *fuente y usos de fondos* refiere exclusivamente al registro de los movimientos de entradas y salidas de dinero por todo concepto realizado en la empresa durante el ejercicio (Alvarado *et al.*, 2009).

A partir de los informes contables es posible generar indicadores económicos y financieros con los cuales evaluar el desempeño económico de la empresa (estos se describen en el capítulo 11).

Evaluación

La siguiente etapa del proceso de gestión es la evaluación; en esta etapa se comparan los resultados obtenidos con los planificados y con los resultados históricos, o sea, los obtenidos en ejercicios anteriores.

El objeto de la evaluación es identificar los procesos de trabajo en los cuales se mantuvieron o mejoraron los resultados y, por tanto, no requieren cambios, y aquellos en los cuales los resultados fueron peores a los planificados y que requieren urgente atención para su mejora. Si no se pueden mejorar a futuro, se deben por lo menos identificar los factores de contingencia a atender.

El principal resultado de este proceso de gestión es determinar las fortalezas y debilidades de la empresa, con el objeto de apoyarse en los puntos fuertes y solucionar los aspectos débiles.

La planificación, registro, control y evaluación aplica a todas las áreas de la empresa: ventas, producción, administración y gerencia.

2.3. El presupuesto como punto de partida

Quien solicita un presupuesto de obra quiere saber de cuánto dinero debe disponer para tener el resultado planificado. Su objetivo es seleccionar una empresa que pueda realizar la obra con la calidad especificada, en el plazo establecido y al mínimo costo.

A su vez, quien hace un presupuesto quiere obtener el derecho a ejecutar la obra y con ello apropiarse del lucro por realizarla. La tarifa será su único ingreso y ella debe ser suficiente para cubrir los costos directos de ejecución (materiales, mano de obra y desgaste de equipos) y los indirectos o de estructura empresarial.

La diferencia entre lo que paga quien solicita el presupuesto y los costos de ejecutar la obra es el lucro del empresario, y es deseable que esta diferencia sea positiva. Si la diferencia es 0, el presupuesto solamente permitió cubrir los costos; si la diferencia es negativa, o bien se presupuestó mal o el contexto de producción cambió y se gastó más dinero que el presupuestado.

Por otra parte, en el mercado de contratistas hay diferentes tarifas para igual proceso de producción, su valor oscila entre el costo de ejecución y el máximo valor posible que asegure competir con éxito en el mercado y obtener lucro.

Para formular un presupuesto se requiere información de mercado y un conjunto de datos técnicos que permiten estimar las relaciones insumo-producto para cada tarea, para estos últimos la mejor fuente de información son los registros de operación regular de la empresa, porque son reales y están ajustados a su capacidad de trabajo.

El presupuesto de obra tiene por resultado una tarifa que se expresa como un valor global o como un valor unitario (precio por hora de trabajo o precio por unidad de superficie). La tarifa se compone de varias partidas: costos directos, costos generales en la obra, gastos de estructura y de administración, impuestos a la venta, cargas sociales, reservas por imprevistos y beneficio del empresario.

La empresa debe financiarse, y para eso debe cubrir los denominados *gastos generales o de estructura y de administración (GA)* (Houston, 2014): ellos refieren a todo lo necesario para cumplir las funciones de venta, administración, control y finanzas, son costos asociados a la estructura empresarial y existen aun cuando no se obtengan contratos. Estos costos se financian con las reservas que se hacen de cada venta.

En una cotización además se deben incluir los *impuestos a la venta*, las *cargas sociales patronales*, una eventual *reserva por imprevistos*. Sobre todas estas partidas de costos se calcula un porcentaje incremental, el *beneficio del empresario*, ya que este invierte capital en una empresa y corre riesgos en la actividad, y tiene derecho a recibir un margen neto por tal concepto.

Cuando un diseñador requiere saber el costo de una actividad, toma como referencia las ofertas de servicios existentes en el mercado, si no la hubiese deberá estimar los costos directos de materiales, equipos, salarios y gastos generales en el sitio de la obra basándose en coeficientes técnicos. Ese valor calculado es entre un 40% a un 50% del precio final de mercado ofrecido por los contratistas.

Las etapas de formalización de un presupuesto

Se puede presupuestar siguiendo una técnica o cotizar sin mirar muchos detalles asignando elevados sobrecostos a la mano de obra, equipos y materiales, a fin de cubrir

subjetivamente las contingencias de la tarea. Esta segunda forma de cotizar se expone al riesgo de presentar precios muy alejados de la realidad o de presupuestar por debajo del monto necesario para cubrir los costos empresariales.

Angley, Horsey y Roberts (2002) sugieren seguir los siguientes pasos antes de efectuar una cotización de obra:

a. *Verificar si se está en condiciones de formular un presupuesto*, y para ello:

- Visitar el sitio y tomar nota de problemas que puedan afectar el costo, como facilidad de acceso, horarios preestablecidos de carga y descarga de materiales, permisos para la circulación de camiones en la zona de trabajo.
- Obtener los planos y especificaciones técnicas del área a intervenir.
- Tomar nota de las instrucciones formales sobre la fecha límite para cotizar, lugar y presentación de las ofertas (particularmente importante en licitaciones públicas).
- Tomar nota de las condiciones generales, condiciones especiales, especificaciones y términos inusuales que a futuro puedan significar costos adicionales para el contratista.
- Hacer una lista de los ítems cuestionables o para los que se requiera especial consideración.
- Verificar el tiempo permitido para completar el trabajo.

b. *Identificar y dimensionar componentes y actividades*. Luego de visitado el sitio, se identifican cuidadosamente todos los componentes que integran la obra de principio a fin y se identifican todas las actividades necesarias para completar el componente.

Se entenderá por *componente* un aspecto de la obra que marca una etapa de trabajo (integrado por una o más actividades) cuyo inicio y fin puede identificarse fácilmente a partir de los productos que entrega.

Actividad será la mínima unidad de trabajo que puede iniciarse y finalizarse en forma independiente y que forma parte de un componente.

Un criterio para identificar los límites de una actividad es definir si todas ellas pueden ser ejecutadas en forma simultánea o secuencial por un mismo equipo de trabajo o si, por el contrario, se requiere más de un equipo. De observarse el segundo caso se está ante más de una actividad. Varias actividades definen un componente y la suma de componentes define la obra total.

Angley, Horsey y Roberts (2002), Houston (2014) y Fee (2007) concuerdan en comenzar el proceso de identificación de los componentes desde el nivel más bajo (trabajos en subsuelo, como perforar pozos de agua o necesidad de cavar zanjas, nivelar, o establecer cimentos) continuando luego hacia los niveles superiores. Las actividades por niveles abarcan en general varios componentes; por ejemplo, en un parque donde se debe construir un estanque con plantas acuáticas, rodeado de césped, las obras de zanjeo y de construcción del estanque deben ejecutarse antes de la nivelación del suelo para la instalación del césped y la plantación.

Luego de identificar los componentes y sus actividades, se debe estimar la cantidad requerida de los diferentes materiales, mano de obra y equipos. Se estiman superficies, volúmenes, distancias y unidades necesarias de materiales (plantas, tierra, baldosas, cemento, bancos, focos de luz, etcétera) y se estima el tiempo (usualmente en horas) que demanda a una cuadrilla completar cada tarea.

Estas estimaciones se efectúan con mediciones *in situ*, con apoyo de los bocetos del diseño y de las especificaciones, que es esperable que sean precisas y formales.

Especificación es la descripción en palabras del trabajo a desarrollar. Incluye aspectos de procedimiento, calidad exigida de materiales o de resultado final, descripción detallada

de los materiales a incluir y cuidados especiales al ejecutar el trabajo. Ella debe respetarse aunque el procedimiento se torne más costoso.

Los *bocetos* son la información gráfica de la obra con mayor o menor detalle presentados o no a escala.

Las escalas permiten trabajar con mayor precisión en el presupuesto del diseño. En esta etapa pueden usarse planillas como la presentada en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. *Modelo de tabla para estimar presupuestos por actividad.*
Adaptada de Angley, Horsey y Roberts, 2002, y de Houston, 2014.

Nombre del proyecto				Fecha		
Dirección				Estimador		
Tel. de contacto				Encargado por		
Tipo de trabajo						
Descripción/ dimensiones	Cantidad	Unidad	Materiales	Trabajo	Equipo	Subcontratos
1. Nivelar	*23*	*m^3*	*arena*	*Manual y apoyo mecanizado*	*Personal propio, tres jornadas*	*5 h de cargador frontal*
2. Cavar zanjas para red de riego						
3...						
n.º...						

Nota: m^3: metro cúbico; n.º: número de orden de la última actividad descripta en la planilla.

En cada fila se identifica una actividad, por ejemplo, nivelar el área; la fila se completa con el volumen necesario, el tipo de material de relleno, y de acuerdo a él, si el trabajo se hará con un mayor esfuerzo de la mano de obra (operarios con pala y carretilla) o se empleará pocos operarios pero con mayores costos en equipos (un minicargador frontal o un tractor con pala de cola); también se define si se realiza con personal propio o se subcontrata a otro prestador de servicios, a saber, arrendando el cargador frontal.

c. *Identificar los costos adicionales a ser incluidos*. Los *costos generales de obra* son costos vinculados a la obra, necesarios para su desarrollo, pero que no inciden en el resultado final. Son costos asociados, a modo de ejemplo, al equipamiento para seguridad de trabajadores y transeúntes, o al alquiler de baños químicos, que deben incluirse, pero cuyo valor no determina mayor o menor calidad del producto final. También se deben estimar los subcontratistas que deberán participar para finalizar algunas de las etapas, como, por ejemplo, los instaladores sanitarios o eléctricos.

La estimación de estos costos adicionales se ve facilitada si se elabora un calendario tentativo del avance de obra.

d. *Asignar precios a todas las cantidades físicas identificadas*. Se consulta a los proveedores el precio unitario de todos los materiales necesarios para culminar la obra. En el caso de las plantas, se incluyen los posibles proveedores y se verifican las existencias de ejemplares para culminar la obra. Si son muy raras, puede conllevar hasta la cría de estos ejemplares o la importación desde otros proveedores. Cualquiera de estos dos extremos puede implicar extensiones de los plazos necesarios para finalizar la obra y mayores costos estructurales.

e. *Recapitulación*. Después de asignar un valor monetario a todas las partidas identificadas en las actividades, se define el costo total de la obra asignándole a los costos directos y generales un incremento por posibles imprevistos y un incremento por el margen esperado para la actividad. Finalmente, se suma y se informa el precio total de la obra.

En el caso de cumplir estas etapas para concurrir a una licitación, debería tenerse en cuenta, además: cláusulas de ajuste por inflación, tipo de moneda para la cotización, plazo de validez de la cotización, condiciones especiales de trabajo, sobre todo con el personal zafral. Estos aspectos pueden determinar eventuales ajustes en los precios finales cotizados.

2.4. ¿Qué incluir en un presupuesto?

Al licitar una cotización de obra entre varias empresas, lo que se compara es el costo unitario por componente, y por dicho valor se selecciona la empresa adecuada.

La primera partida que se analiza es el costo de materiales, tema que se desarrolla en los capítulos 3 y 4, luego el costo del trabajo (salarios y cargas sociales de las cuadrillas que trabajarán en la obra), que se trata en el capítulo 5, y los costos asociados a los equipos para realizar el trabajo, tema que se aborda en el capítulo 6. Se estiman las necesidades para cumplir con cada uno de los componentes, se suman todas las partidas y se expresan por unidad de superficie u otra medida física del trabajo, según las especificaciones. Los nombrados hasta aquí constituyen el costo directo de ejecución.

Al costo de ejecución se le asocian los gastos generales en obra, necesarios para cumplir la normativa de seguridad en el trabajo, ejemplos que se detallan en el capítulo 7. Posteriormente, deben agregarse la estimación de los gastos generales o de estructura empresarial, así como los gastos de administración (GA).

El problema de los GA es que no se asocian con un trabajo en particular, sino con el conjunto de trabajos que efectúa la empresa en un ejercicio. Cada actividad aporta una cuota parte de su valor para cubrir el total anual. Los GA existen aun cuando los contratistas no tengan un contrato firme, y es claro que cuando más trabajo tenga menor es la proporción de los GA en cada tarifa. Todos los trabajos incluyen en su presupuesto una partida para financiarlos; la forma objetiva de prorratearlos se trata en el capítulo 8.

Los precios de los materiales y servicios contratados para la ejecución, de preferencia, deben ser expresados sin impuestos. En Uruguay el impuesto al valor agregado (IVA) pagado por la compra de materiales y servicios se puede descontar del monto de IVA ventas que debe abonarse en la Dirección General Impositiva (DGI), a diferencia de lo que ocurre en otros países. Por esta razón, el monto de IVA compras no se incluye dentro de los precios de materiales y servicios de la cotización, y el 22% de IVA venta que debe

abonar el cliente por contratar un proyecto de paisajismo se paga sobre el monto global presupuestado.

Otro costo que agregar es el de las cargas sociales patronales no consideradas en la partida de salario. Se suma todo lo anterior y se constituye el mínimo valor posible de la tarifa.

Se define como *punto de quiebre* (*break point*) el valor mínimo a cobrar por un contrato para evitar pérdidas. El punto de quiebre es el mínimo absoluto que se puede considerar para una tarifa de servicios y solo para un caso puntual a largo plazo la empresa que trabaje en este nivel quiebra. Por encima del punto de quiebre se puede agregar un margen por riesgo o imprevistos y se debe agregar el beneficio neto del empresario.

Se define como *margen neto por actividad* el porcentaje de la tarifa que corresponde a la remuneración del empresario por los riesgos asumidos y por el capital aplicado a la empresa. El margen neto es un porcentaje variable de entre el 5% y el 50% sobre los costos totales, no tiene un valor fijo e incluso puede ser variable entre diferentes actividades de la misma empresa. Un margen aceptable para un proveedor de servicios operando en un ambiente con competidores de similar poder de negociación es el 25%.

Hay proveedores que además agregan un costo adicional a la tarifa como un seguro ante contingencias desfavorables, tales como reposición de ejemplares sin costo por daños en el transporte, en la obra, o por mortalidad posplantación por un período mínimo de dos a tres años.

Un diseñador de paisaje debe evaluar las tarifas disponibles en el mercado tomando en cuenta estos aspectos para comprender cómo se realizan las estimaciones elaboradas por empresas o para efectuar presupuestos como contratista principal de la obra.

2.5. Síntesis

La gestión y administración de las obras es un proceso racional que lleva varias etapas. La rueda de la gestión es la imagen gráfica de este proceso de trabajo. El punto de partida es el presupuesto anual de la empresa para los trabajos regulares que esta lleva adelante.

Asimismo, los nuevos clientes solicitan presupuestos para saber cuál es el costo (valor monetario) de realizar íntegramente una actividad tal que, pagando dicho valor, se tiene como resultado un producto terminado. La acción de presupuestar tiene por fin generar una tarifa por desarrollar un producto (bien o servicio). La tarifa incluye los costos directos, los generales, los de administración, los impuestos, las cargas sociales y aportes patronales, los imprevistos y el margen del empresario asignable a ese producto. La tarifa tiene un valor mínimo (el punto de quiebre) y un máximo establecido por la tarifa de los competidores que ofrecen iguales condiciones.

Al formular un presupuesto, se debe pensar en los costos y en los posibles precios de los competidores o proveedores de similar servicio, entonces el precio final deberá negociarse entre esos dos límites. Trabajar por debajo de los costos supone una corta sobrevivencia como empresa, trabajar por encima supone perder clientes y, así, perder fuentes de ingresos.

CAPÍTULO 3

Estimación de materiales

3.1. Propósito del capítulo

El presente capítulo tiene por fin facilitar la estimación de la cantidad de materiales requeridos por una obra con base en las mediciones hechas en el sitio y en la información disponible en bocetos y especificaciones.

Como relaciones matemáticas básicas se desarrollan la razón y la proporción, los porcentajes, los incrementos y los descuentos, los cambios de escala. Para la estimación de áreas se repasan las fórmulas geométricas de polígonos regulares, círculo y secciones de este.

3.2. Razón y proporción

Razón es la comparación de dos o más cantidades que se expresa mediante una fracción.

La notación posible de una relación es como quebrado (1/5) o con dos puntos (1:5) y se lee «1 es a 5». Por lo regular, es usado para explicar la cantidad en que se combinan dos o más componentes dentro de una mezcla, o como forma de expresar productividades o coeficientes técnicos.

Ejemplo 3.1

Un motor de dos tiempos debe cargarse con una mezcla de combustible y aceite para motor de dos tiempos a razón de una parte de aceite por cada cinco partes de combustible (1:5). Si el tanque de combustible del motor tiene un volumen de 3500 cm^3, ¿cuántos litros de combustible y cuántos litros de aceite se deben combinar para llenar el tanque?

Resolución: de acuerdo con la razón, por cada 100 cm^3 de aceite se deben agregar 500 cm^3 de combustible, conformando 600 cm^3 de mezcla, empleando la regla de 3, para 3500 cm^3 de volumen se debe agregar:

De aceite: 3500*100/600 = 583 cm^3

De combustible: 3500*500/600 = 2917 cm^3

Otro uso de la razón aplicado al paisajismo es en relaciones geométricas, cuando se expresa la relación entre longitudes o diferentes escalas de trabajo al hacer el replanteo en el sitio.

La *proporción* es la igualdad entre dos razones. Sea una razón expresada como *a: b*, y la otra razón expresada como *c: d*, decimos que son proporcionales si se cumple que:

$$a{:}\,b = c{:}\,d$$

Si denominamos a los términos *a* y *d* como *términos externos* de la igualdad y a los términos *b* y *c* como los *términos medios*, podemos expresar la propiedad fundamental de las proporciones como:

$$a * d = b * c$$

Esta ecuación expresa que, si el producto de los términos medios es igual al producto de los términos externos, la razón es proporcional.

La aplicación práctica es en el replanteo de la obra en terreno a partir de las escalas de un diseño o la estimación de áreas reales con base en las medidas del boceto.

En la planificación agrícola es frecuente trabajar con fotos aéreas ortogonales a escala 1:20 000. Con ella se expresa que 1 cm en la foto aérea es equivalente a 200 m en el terreno. Medir 3 cm en la foto indica que en el terreno se deben recorrer 600 m (3 cm en la foto son 20 000*3=60 000 cm en el terreno, si se expresa en metros se debe dividir por 100, lo que resulta en 600 m).

De igual manera, una superficie de 1 cm^2 medida en la foto aérea a escala 1:20 000 equivale a 4 ha (1 cm en la foto es igual a 200 m en el terreno, un área de 200 m*200 m = 40 000 m^2). Sabiendo que 10 000 m^2 es equivalente a 1 ha, se puede inferir basándose en los cálculos que 1 cm^2 en la foto equivale a 4 ha en el terreno.

Esta equivalencia tiene como aplicación práctica la red de puntos para medir superficies con escala conocida. Una cuadrícula de 0,5 cm sobre un plano a escala 1/20 000 permite «contar las hectáreas» que ocupa una textura gráfica particular, pues cada punto o intersección de la cuadrícula equivale a un área de 100 m*100 m, o sea, a 1 ha; es habitual su uso para contabilizar las hectáreas ocupadas por bosque nativo en un predio agrícola.

Otro uso de las proporciones es en las fórmulas de diluciones de agroquímicos para su aplicación en terreno.

Ejemplo 3.2

La etiqueta de un insecticida dice que debe aplicarse diluido en agua en una proporción de 1:25. El operario encargado de hacer la mezcla me indica que se debe mezclar 4 cm^3 del insecticida por litro de agua. ¿Puede verificar que la dilución sugerida por el operario respeta la indicación técnica establecida en la etiqueta?

Resolución: para definir si es la adecuada, se deben establecer las proporciones, sabiendo que 1 l es 1000 cm^3, la dilución propuesta es 4 cm^3 en 1000 cm^3 de agua. Puesto en forma de razón, debería cumplirse que 1:25 = 4:1000, o sea, 1*1000 = 25*4. Los productos de cada miembro de la igualdad son 1000 = 100, por tanto, no se respeta la indicación técnica; lo correcto sería agregar 40 cm^3 de insecticida por litro de agua.

La proporcionalidad entre razones también puede servir para calcular datos faltantes, como se puede observar en el siguiente ejemplo.

Ejemplo 3.3

Un paisajista definió una mezcla de plantas florales en una proporción de siete azules por cada 18 multicolores. Se debe completar el pedido al vivero que vende en exclusividad las flores azules. Se sabe que de los otros colores se pudo conseguir solo 350 plantas. ¿Cuántas plantas azules deben comprarse?

Resolución: una de las proporciones está definida 7:18, la otra la podemos escribir como x: 350, donde x es la cantidad de plantas azules. De acuerdo a la propiedad fundamental de las proporciones, se plantea:

Si 7:18 = x: 350 se cumple que 7*350 = 18*x, operando con los términos para despejar x en un lado de la igualdad, se obtiene el resultado buscado x = 2450/18, y por lo tanto x = 136. Se deberían encargar en el vivero de plantas azules 136 ejemplares.

3.3. Porcentajes

Otra forma de indicar una razón es como porcentaje, esto es, la cantidad proporcional expresada en partes por cada 100.

Porcentaje es una razón expresada con una base de 100 unidades, normalmente al número que expresa el resultado se le agrega el signo (%) para indicar que el número es el numerador de una razón que tiene por denominador el número 100; esta es la forma de notación más común.

Ejemplo 3.4

Se encomienda a un trabajador ralear un cantero de plantas. La recomendación es ralear el 10% de las plantas. Como resultado de su actividad el trabajador informa que en un cantero de 4 m^2 plantado a una densidad de 75 plantas por m^2 retiró 100 plantas. Se quiere saber si cumplió adecuadamente con la especificación técnica.

Resolución: en el cantero hay antes del raleo: 75 plantas/m^2*4 m^2 = 300 plantas.

Para retirar el 10% (diez de cada 100 plantas) debería retirar en el cantero un máximo de 30 plantas. Si el cantero efectivamente tenía 75 plantas por m^2 y se retiraron 100, se concluye que el trabajador no cumplió con la orden de trabajo.

Los descuentos y recargos comúnmente se expresan como porcentajes del precio, por ejemplo, 10% de descuento por pago en efectivo, o un recargo del 5% por día como multa por atraso en el pago de una cuenta.

También se aplica el porcentaje en la presentación de las paramétricas de costos en las que se expresa la proporción de cada partida en el costo total presentado.

La expresión de una proporción en forma de porcentaje es usual cuando se debe calcular incrementos, por ejemplo, para definir un margen de seguridad en el coste total de una obra a causa de imprevistos. El porcentaje es usado también para expresar resultados experimentales cuando lo que se quiere expresar es una razón con relación al total de casos observados. La notación como porcentaje se reserva cuando el ensayo tiene 20 o más observaciones y se pueden extrapolar los resultados de la prueba a una población. En caso contrario, los resultados se expresan como frecuencias donde en el numerador van las observaciones que cumplen con alguna condición y en el denominador el número total de observaciones. Dos aplicaciones de esta notación se pueden ver en el ejemplo 3.5.

Ejemplo 3.5

Se midió el consumo de combustible en diez motosierras, dando por resultado que 4/10 consumían 1l/h, 5/10 consumían 1,5l/h y 1/10 consumía 1.7l/h. Se amplió el estudio a 50 motosierras dando por resultado que el 2% consumió 1,7l/h, el 40% consumió 1l/h y el 58% consumió 1,5l/h.

3.4. Incrementos y descuentos

La palabra *incremento*, que según la Real Academia Española significa aumento o variación positiva en un valor numérico, supone la suma de una fracción porcentual de la cantidad inicial aumentando su valor, mientras que el *decremento* supone la disminución del monto inicial.

En forma genérica, dado un monto inicial o base M y un porcentaje de incremento de *r%*, el valor final o incrementado F se calcula como:

$$F = M + (M * r)$$

Factoreando la ecuación sacando como factor común el término M en ambos miembros de la suma la fórmula se reduce a:

$$F = M * (1 + r)$$

Siempre se debe emplear el porcentaje de incremento *r* en su forma r/100, es decir, expresada en forma decimal como tanto por uno.

Ejemplo 3.6

Se estimó necesario comprar 15 abelias para completar un seto. El encargado del vivero sugiere incrementar en un 5% el número de plantas por posible mortalidad en el transporte. ¿Cuántas se debe comprar?

Resolución: M es el monto inicial = 15 y r% = 5%, por tanto, F = 15*(1+0,05) = 15,75, o sea, 16 plantas calculado a su entero mayor.

En forma simplificada se puede expresar que cualquier incremento consiste en multiplicar el valor base o inicial por el monto resultante de sumar 1 a la tasa de incremento:

Valor con incremento = valor sin incremento *(1+r)

De acuerdo con lo dicho en el párrafo anterior, si el beneficio esperado por la venta de un artículo es el 10% adicional sobre el costo base que es 20, el precio de venta del artículo es 20*1,10 = 22

De forma similar, cuando se debe calcular un decremento del 10% sobre el valor inicial M se puede plantear genéricamente:

Sea M un valor inicial al que se le debe descontar un r%, el cálculo del valor resultante con descuento *D:*

$$D = M - (M * r)$$

$$D = M * (1 - r)$$

Para hacer el descuento de un valor se opera en forma similar al incremento pero en lugar de sumar, dentro del paréntesis se lo resta.

Ejemplo 3.7

El contador de la empresa considera que se puede mejorar el volumen de venta de arreglos florales si se reduce un 12% el valor actual de su venta, que es de $ 240. ¿Cuál es el nuevo precio que sugiere colocar para los arreglos?

Resolución: aplicando F = M*(1-r):240*(1-0,12) = 240*0,88 = $ 211, 2 que redondeado a la unidad es $ 211.

Si la información disponible es el valor final F al que se le había incrementado un r% sobre el valor inicial, o sea que el valor conocido es F y r%, es posible estimar cual es el valor M inicial.

En forma teórica se puede expresar que, dado un valor F (final) resultado de aplicar un incremento del r%, es posible conocer el valor M (monto inicial) aplicando la siguiente relación:

$$SeaF = M * (1 + r) elvalorMserá: M = \frac{F}{(1 + r)}$$

Ejemplo 3.8

Se tiene un volumen de mezcla de 4 m^3 de sustrato para rellenar contenedores ornamentales. Se sabe que la mezcla base es tierra y arena en partes iguales y se incrementa el volumen en un 25% con el agregado de vermiculita. ¿Qué volumen de tierra y arena se utilizó para hacer los 4 m^3 de mezcla?

Resolución: volumen final con vermiculita F = 4 m^3 = (V. tierra+V. arena)*1,25 y aplicando la relación anterior M = (V. tierra+V. arena) = 4/1,25 = 3,2 m^3.

3.5. Áreas y volúmenes

Para estimar los costos de insumos y productos es preciso estimar el área que ocupa cada uno de los componentes del diseño, y en muchos casos también se requiere estimar el volumen de materiales para rellenar los mismos. Los componentes no necesariamente son formas regulares, pero es posible subdividirlos o identificar en ellos formas regulares que los inscriban.

Como principio general de estimación para las áreas complejas siempre es posible asimilar el área total a la suma de las formas simples que lo integran.

En la Figura 3.1 se muestra una imagen con un cantero floral central que incluye subsectores de diferente color y además diferentes capas de recubrimiento. Para definir las necesidades de materiales para su instalación, es necesario calcular el área de flores de color lavanda, azul y demás, también es necesario estimar el área cubierta con piedra blanca y la altura de este recubrimiento para estimar el volumen a adquirir.

Figura 3.1. *Cantero floral en el parque Chacabuco, Argentina.*
Tomada de Abran Paso Radio, 2017. (Licencia creative commons).

En caso de contar con un boceto a escala, las dimensiones se obtendrían del propio diseño.

Para la estimación de superficies lo primero es ver las formas regulares, en el caso de la Figura 3.1 se puede suponer que el área con flores es una elipse.

Ejemplo 3.9

Sabiendo que la imagen de la Figura 3.1 se corresponde con un boceto a escala 1:1000, donde el cantero central tiene un $r_1 = 4$ cm y un $r_2 = 3$ cm, determine el volumen de piedra a comprar si la superficie de flores es de 2800 m^2 y se coloca en una capa de 2 cm.

Resolución: la fórmula del área de la elipse es $Pi*r_1*r_2$. Siendo PI la constante 3,1416, radio 1, distancia mayor al centro; radio 2, distancia menor.

Superficie de elipse: 4 cm*3 cm*3,1416 = 37,6992 cm^2. Cuando la escala es 1:1000, la superficie en centímetros cuadrados multiplicada por 100, indica que la superficie en metros cuadrados para el cantero es 3769,22 m^2.

Luego de definir la elipse externa es posible calcular el área de piedras: área total-área de piedra: 3769,22-2800 = 969,22 m^2.

Volumen de piedra: 969,22*0,02 = 19,3844 m^3 redondeado a 19 m^3

Una síntesis de las principales fórmulas para el cálculo de áreas de figuras geométricas con bordes rectos se presenta en la Figura 3.2.

En las figuras 3.3 y 3.4 se presentan las fórmulas para aquellas áreas que incluyan formas curvas. Las figuras irregulares se pueden inscribir dentro de una forma regular o se pueden descomponer en formas regulares más simples.

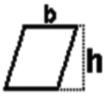
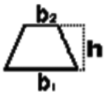
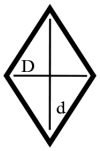
Imagen	Fórmula	Especificación de símbolos según figura
	$A = a^2 = a * a$	**Cuadrado**: todos los lados de igual magnitud, ángulos internos de 90°.
	$A = a * b$	**Rectángulo**: lado *a* es mayor que lado *b*, todos los ángulos internos de 90°.
	$A = b * h$	**Paralelogramo**: dos lados paralelos de igual longitud, los ángulos internos no son en 90°, *h* es la distancia entre lados paralelos cuando se cortan en forma perpendicular.
	$A = \frac{h * b_1 + b_2}{2}$	**Trapezoide**: lado $b_2 < b_1$, ambos son paralelos, y *h* es la distancia perpendicular entre las dos paralelas. En el caso de un trapecio recto, *h* es uno de los lados.
	$A = \frac{d * D * 1}{2}$	**Rombo:** *d* es la menor distancia entre los ángulos, D es la mayor distancia.

Figura 3.2. *Figuras geométricas y fórmulas para el cálculo de áreas*. Adaptada de Manura, s. f.

Nota: para las formas circulares es preciso definir otras medidas.
Círculo: figura geométrica en la que todos los puntos equidistan de un punto central, el perímetro de dicha figura es la circunferencia.
Además, se pueden identificar como elementos de diseño:
Arco: línea curva que es un parte de la circunferencia de un círculo.
Cuerda: segmento de línea que está en contacto con dos puntos del círculo.
Diámetro: la distancia más larga desde un lado del círculo hasta el otro, siempre pasa por el centro del círculo u origen. La relación entre la circunferencia y el diámetro define la contante pi = 3,141592.
Radio: la distancia desde el centro de un círculo hacía cualquier punto en la circunferencia.
Sector: es como una rebanada de pastel (una cuña de círculo).
Tangente de un círculo: línea, perpendicular al radio, que toca en solamente un punto al círculo.

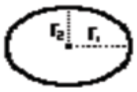
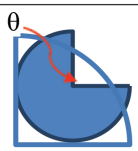
Forma	Fórmula	Especificación
	$A = \pi * r^2$	**Círculo:** r = radio distancia al centro, π = *pi* constante matemática = 3,1416
	$A = \pi * r_1 * r_2$	**Elipse**: r_1= radio 1, distancia mayor al centro; r_2 = radio 2, distancia menor y π = *pi* = 3,1416
	$A = \frac{\theta}{360} * \pi * r^2$	Sector de círculo con ángulo central *theta* θ expresado en grados (superficie del área blanca dentro del círculo).

Figura 3.3. *Fórmulas para el cálculo de áreas de círculo, elipse y sección de círculo.* Adaptada de Manura, s. f.

Fórmulas para cálculo de áreas de círculo, elipse y sección de círculo

Otras figuras para las cuales puede ser necesario estimar el área son el segmento circular definido como el área delimitada entre el arco y la cuerda, el triángulo circular, donde lo que se calcula es la superficie complementaria de la anterior, el trapecio circular, que es una sección de anillo, y por último la corona circular.

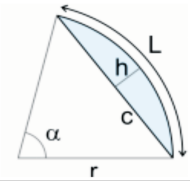
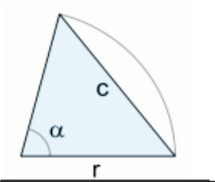
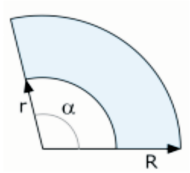
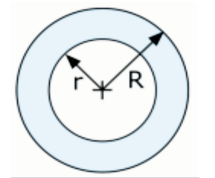
Segmento circular 	Triángulo circular 	**Referencias:** **α** ángulo delimitado por las líneas rectas que parten del origen y llegan hasta la circunferencia equivale a θ en la Figura 3.3, ***c*:** cuerda; ***L:*** es un arco medido sobre la circunferencia; ***r:*** define el radio en las figuras del triángulo y segmento circular y es la distancia del centro a la circunferencia interior en el trapecio y la corona circular; por su parte ***R:*** indica el radio en el trapecio y corona circular.
Segmento circular $A = r^2 * \left(\left(\frac{\pi * \alpha}{360}\right) - \left(\frac{sen\alpha}{2}\right)\right)$	Triángulo circular $A = \frac{r^2 * sen\alpha}{2}$	
Trapecio circular 	Corona circular 	
Trapecio circular $A = \frac{\pi * (R^2 - r^2) * \alpha}{360}$	Corona circular $A = \pi * (R^2 - r^2)$	

Figura 3.4. *Fórmulas para el cálculo de áreas dentro de un círculo.* Tomada de Vaxasoftware. Recursos educativos, s. f.

En la Figura 3.4 se muestran en color celeste las diferentes áreas nombradas y sus respectivas fórmulas de cálculo.

Los ángulos α de la Figura 3.4 se expresan en grados sexagesimales, es decir, sus valores van entre 0 y 360°. En el caso de las obras de paisajismo, puede ser de interés estimar la longitud del arco L y de la cuerda c, considerando las mismas referencias de la Figura 3.4, las fórmulas para su estimación son:

Longitud de la cuerda: $c = \frac{2*r*sen\alpha}{2}$

Longitud del arco: $L = \frac{\pi*r*\alpha}{180}$

Siendo α el ángulo expresado en grados y senα la expresión trigonométrica de seno del ángulo en cuestión. Como observación, cuando se usan planillas de cálculo para obtener el valor correspondiente al seno α, el ángulo se debe convertir primero de sexagesimal a radianes usando la fórmula:

$$ánguloenradianes = ánguloen\frac{grados*\pi}{180}$$

En todos los casos, las fórmulas sirven para aproximar la superficie a intervenir y con ello estimar los materiales necesarios para las obras. Para los áridos se aplican medidas de volumen y para ellos es preciso saber el espesor de la capa a aplicar y la relación de mezcla.

Resulta útil aplicar lo visto en la sección «3.2. Razón y proporción» para las mezclas y saber el espesor de cobertura para la estimación del volumen.

Por último, se debe considerar que en el cálculo de materiales hay necesidad de transporte. En los fletes es común la cotización por peso transportado y por kilómetro, por tanto, los materiales se deben llevar a unidades de peso.

Para convertir unidades de volumen en peso se emplea el concepto de peso *específico*, que es la relación de peso por unidad de volumen de diferentes materiales; puede variar según contenido de humedad y volumen aparente.

Volumen aparente es el volumen de material más volumen de aire entre los espacios de las partículas. Un mismo material molido más fino tiene menos aire por unidad de volumen, por tanto, un peso específico mayor que el mismo material en piezas grandes. En la Tabla 3.1 se informa el peso específico de materiales usuales en trabajos en áreas verdes. Estos valores se deben considerar como referencia y siempre será el proveedor quien indicará el volumen máximo que se puede entregar por viaje.

El volumen máximo para transportar por camión depende del número de ejes del camión y del tipo de camión (con caja o semirremolque). El Ministerio de Transporte y Obras Públicas establece esos límites para las rutas. En general, para un camión con caja transportadora con cuatro ruedas se admite como máximo 8 ton y para un camión con semirremolque, 22 ton.

Tabla 3.1. *Peso específico de algunos materiales de construcción.*
Adaptada de JOSsoft, 2018.

Material	Kg/m^3
Tierra seca	1330
Tierra húmeda	1800
Tierra saturada	2100
Arena seca	1600
Arena húmeda	1860
Arena saturada	2100
Gravilla o canto rodado seco	1700
Gravilla o canto rodado húmedo	2000
Piedra partida	1700
Cemento	1400
Polvo de ladrillo	900
Yeso	970
Granito, siena, pórfido	2800
Basalto	3000
Mármol, pizarra	2700
Piedra caliza compacta	2500
Piedra caliza porosa	2000
Madera de pino seca	450
Madera de eucalipto blanco seco	650
Madera de eucalipto colorado	750

Una vez dimensionada la obra y teniendo la lista de materiales, se puede estimar la partida de insumos dentro de los costos directos.

3.6. Insumos: costos asociados a materiales

Materiales o insumos: son todos aquellos objetos necesarios para la construcción de la obra, cuyo valor se incorpora íntegramente al valor del producto final. Para la estimación de los insumos es necesario identificar los componentes de la obra y las actividades.

Ejemplo 2.1

Identifique las actividades necesarias para completar el componente «infraestructura de circulación peatonal en un barrio privado con plantación de árboles para sombra».

Un conjunto de actividades posibles para este componente sería:

1. Zanjeo para instalación eléctrica y pluvial
2. Instalación la red lumínica
3. Instalación de colectores pluviales
4. Pavimentación y nivelación de terreno
5. Plantación de árboles para sombra

Los insumos para el componente son la suma de todos los insumos necesarios para completar las cinco actividades. Por ejemplo, el costo de la actividad «plantación de árboles para sombra» dependerá de las especificaciones, tales como especie, tamaño del ejemplar y tipo de tratamiento radicular, para definir si es plantación solo manual o con apoyo de equipos mecánicos. La especie de árbol será la misma, pero el efecto estético al momento de entregar la obra será diferente y también sus costos de instalación.

Identificados el tipo y la cantidad de insumo (número de árboles, metros cúbicos de sustrato, kilos de fertilizante), se va al mercado a buscar su precio. Se identifican los proveedores, los precios unitarios de cada insumo, así como los costos adicionales: impuestos, testeo de materiales de acuerdo a las especificaciones y niveles de conformidad exigidos en el proyecto, fletes, gastos de importación.

Para cotizar estos materiales se debe solicitar es precio de lista, mayorista sin IVA. La variación de precio entre proveedores depende del lugar de compra (distancia), de la fecha de cotización y de pago de los materiales, del tipo de proveedor (mayoristas, productores o revendedores minoristas). También depende de la calidad y cantidad necesaria para el proyecto, como, por ejemplo, si los objetos a cotizar son estándar o requieren trabajo artesanal.

Como criterio general, el material se cotiza al por mayor sin IVA.

3.7. Síntesis

En el presente capítulo se presentan las relaciones matemáticas útiles para estimar mezclas con base en su composición porcentual o proporcional, incrementos y decrementos, y se presenta un repositorio de fórmulas geométricas que representan la mayor cantidad de formas regulares incluidas en los diseños. Se incluye también el concepto de *insumo*.

3.8. Ejercicios

Ejercicio 1

Las especificaciones de un proyecto establecen que se deben completar los tres canteros circulares de hormigón armado en una plazoleta con una mezcla de tres partes de tierra negra y una parte de arena. Los diámetros de cada uno de los canteros son 4,00 m, 2,80 m y 3,50 m.

Las alturas por completar son, respectivamente, 0,30 m, 0,15 m y 0,30 m. ¿Cuántos metros cúbicos de tierra son necesarios para completar los canteros?

Ejercicio 2

Un diseñador estableció en su plano a escala 1:2500 un segmento circular a completar con achiras, este tiene un radio de 3 cm y un ángulo α de 45°. Según las especificaciones, las achiras se deben plantar a una densidad de 50 plantas por cada 10 m^2. ¿Cuántas plantas son necesarias?

Ejercicio 3

El área por enjardinar de un edificio tiene la forma de un trapezoide, en el plano a escala 1:2500 el lado menor mide 15 cm, el mayor 25 cm y la altura 40 cm. En ella está incluida el área edificada y cubre un 65% del área total. La superficie no edificada debe cubrirse con rollos de césped de 1 m^2. El instalador considera que por lo recortes de área es conveniente comprar un 15% adicional a la superficie calculada. ¿Cuántos rollos son necesarios?

Ejercicio 4

En una plaza se quiere instalar como ornamento principal una corona circular con ceibos. La especificación establece que deben ser plantados a 50 cm entre sí en forma de tres bolillos . El radio interior de la corona es 15 m y el radio exterior es 20 m. ¿Cuántas plantas de ceibo deberían plantarse en dicha área? ¿Cuál es la densidad de plantas por m^2 establecida en la especificación?

Ejercicio 5

En un proyecto se establece un sendero de madera impregnada. El sendero ocupa el área entre varios canteros florales y su diseño es irregular. Para estimar su longitud el proyectista ha seccionado el camino en tramos regulares. Todos los tramos tienen un ancho constante. Dichos tramos los ha medido en un plano a escala 1:2500.

Como resultado de la medición informa que el camino tiene nueve tramos rectos, seis de ellos de 6 cm de longitud y 3 de 2 cm de longitud; existe un área de descanso circular con un radio interno de 4 cm y el trayecto se completa con tres tramos curvos que son arcos de un radio de 2 cm y ángulos α de 30°, 60° y 120°. Todo el camino se realiza con un ancho de 2,20 m (largo de la tabla) y por cada metro lineal de camino se emplean cinco tablas, 1 m de tirantes de 3,00 m*0,10 m*0,10 m y 100 g de clavos especiales para madera tratada. Indique el volumen de madera tratada (tablas y tirantes) que se debe comprar sabiendo que las tablas tienen 2,20 m*0,15 m*0,025 m. El volumen de tablas a comprar debe incrementarse en un 10% y el volumen de tirantes en un 15% por problemas de calidad. La madera aserrada se vende como pie maderero (pm) y la equivalencia es 424 pm = 1 m^3.

Ejercicio 6

Se establece como especificación una mezcla en proporción de 3:1:1 para tierra, vermiculita y arena, respectivamente. Con ella se deben completar un volumen total de

12 500 cm^3. Indique cuántos centímetros cúbicos de cada componente son necesarios para completar el volumen total.

Ejercicio 7

Se debe realizar un tratamiento con glifosato en una cancha de 50*25 m. El herbicida se debe aplicar a razón de 2,5 l de producto activo por hectárea y esa dosis se debe diluir en 100 l de agua. ¿Cuánto volumen de caldo es necesario para el tratamiento?

Ejercicio 8

En el predio donde se llevará a cabo una intervención paisajística se constató la existencia de 30 hormigueros de hormigas cortadoras por cada 100 m^2; el predio tiene 5000 m^2. Si el hormiguicida se distribuye a razón de 100 g en la olla de cada hormiguero, ¿cuánto debe adquirirse?

Ejercicio 9

Se dispone de un proveedor de fletes que posee un camión cuya caja tiene una superficie de 4 m por 2,5 m y está autorizado a transportar un peso máximo de 8 ton. Se deben transportar plantas de vivero, tierra, piedra partida y madera aserrada, y se quiere saber si es posible hacerlo con un solo viaje.

Las plantas están en macetas, 50 en macetas de 8 cm de diámetro y 50 en macetas de 45 cm de diámetro. Se debe transportar además 3 m^3 de mezcla de tierra (densidad 1330 kg/m^3), 6 m^3 de piedra partida (densidad 1700 kg/m^3) y 4 m^3 de madera aserrada de pino cuya densidad es 450 kg/m^3.

Si no es posible hacerlo en un solo viaje, proponga el orden de transporte de la carga.

Ejercicio 10

Una laguna que almacena 10 000 m^3 de agua es empleada para riego. La superficie de riego es un rectángulo de 50 m*80 m y se hacen dos riegos diarios en verano; considere para el cálculo del volumen una lámina de 1 mm de alto . Suponiendo que no haya evaporación de la laguna y tampoco lluvia y que solo sea posible usar el 85% del volumen almacenado, calcule para cuántos días alcanzaría dicha reserva.

Resolución: Archivo Excel / Archivo Open Office

CAPÍTULO 4

Los precios de los materiales

4.1. Propósito del capítulo

Los precios de los materiales informados por los proveedores tienen diferente valor, según sean expresados como precio mayorista o minorista, con o sin impuestos, ajustados por forma de pago (incrementos y descuentos aplicados según la fecha en que se efectiviza el pago) y por lugar de entrega. Al estimar los costos se debe decidir cuál de todas esas variantes se tomará para la base cálculo, sobre todo si se están comparando proveedores con base en precios publicados.

Los precios registrados en diferentes fechas, además, varían por cambios en el poder de compra de la moneda (devaluación e inflación). El propósito de este capítulo es entender el origen de la variación y tener un criterio para seleccionar los precios adecuados para una cotización.

4.2. El valor tiempo del dinero

El dinero es el bien más líquido, en el sentido de que con él se puede acceder a otros bienes o servicios. Tener dinero en efectivo implica tomar decisiones de gasto o ahorro, no tenerlo implica resignar el gasto o solicitar un crédito. Cada decisión de gasto, ahorro o financiación se evalúa en función del beneficio que aportan las alternativas, beneficio que se mide en términos de interés.

Interés: es el precio del dinero por unidad de tiempo y se expresa como una tasa por cada 100 unidades monetarias. La unidad de tiempo habitual es el año y el interés pago por una colocación durante un año se denomina *tasa efectiva anual* (TEA).

El precio exigido como mínimo retorno de una inversión se denomina c*osto de oportunidad,* que es la tasa de interés que rinde la mejor inversión alternativa a la que se está evaluando. Es el beneficio (medido en forma de tasa de interés) que se obtiene por dejar el dinero donde está colocado al momento de la decisión, dinero que se debe retirar para financiar la nueva alternativa. Esa tasa de interés puede ser única o es el resultado de un promedio ponderado de los beneficios obtenidos por cada colocación financiera del empresario (Álvarez y Falcao, 2009).

El costo de oportunidad es una TEA que depende de la situación financiera de quien toma las decisiones, así, una persona que no cuenta con dinero en efectivo y necesita tomar créditos para financiarse considerará la tasa de interés de los préstamos como su TEA de referencia. Otra persona sin necesidades de dinero adicional y que no encuentra opciones de colocación para el dinero excedente de su salario es probable que considere que su tasa de interés es muy cercana a 0, pues tener o no dinero no le representa ni un costo ni un ingreso. Una tercera persona con capital colocado a plazo fijo, por el cual recibe un monto de interés periódico, solo lo destinará a otro fin si la nueva propuesta genera una rentabilidad financiera superior.

Una familia, al recibir el dinero, normalmente lo gasta en consumo, solo una pequeña parte de su capital es para invertir. Una empresa, en cambio, destina los excedentes anuales para la reinversión dentro de la misma empresa o para colocarlo en otros destinos financieros a fin de aumentar la rentabilidad global del capital del cual es propietaria.

Cuando la sociedad invierte en una obra de paisajismo, retira dinero de otras actividades que generan un beneficio financiero, por tanto, los beneficios percibidos de la nueva obra deben ser superiores a este costo del capital para que se inviertan fondos en ella. En síntesis, todo capital tiene asociado un costo de oportunidad variable según el origen de los fondos; para orientar fondos hacia una obra de paisajismo se debe demostrar que ella genera beneficios superiores a los de la inversión alternativa. Estos beneficios pueden ser tangibles o intangibles; económicos, sociales o ambientales, pero debe encontrarse la forma de expresarlos como tasa de interés.

Los intereses son tasas expresadas como porcentaje, asociadas al tiempo transcurrido entre que se presta el dinero y se devuelve; representan el valor tiempo del dinero.

Hay diferentes formas de calcular el monto de interés que se percibe de una colocación financiera por un plazo determinado, en todo caso, se asimilan en su cálculo a lo visto en la sección «3.4. Incrementos y descuentos».

El término *capitalización* se asociará al cálculo del valor futuro posible de retirar de una colocación, sabiendo el plazo del depósito, la tasa de interés, la frecuencia de pago de intereses y el monto inicial a colocar.

El término *actualización* es lo inverso, se asocia al cálculo del valor actual M, conociendo el valor F, la tasa de interés y el número de períodos.

Los intereses periódicos pueden calcularse solo sobre el capital inicial o sobre los sucesivos montos de capital e intereses.

Se define *interés simple* a aquella capitalización en la que el monto de interés obtenido por la colocación se calcula siempre sobre el monto inicial M.

El monto final F que se obtiene en n períodos es el resultado de la suma del monto inicial y los intereses generados en n períodos en los cuales se mantiene la colocación.

$F = M + (M *) igual a F = M * (1 +)$. Siendo i (%) la tasa de interés y n el número de períodos que dura la colocación.

La capitalización *a interés compuesto* difiere de la anterior en que el interés en cada período se calcula sobre la suma del monto inicial y el monto de interés generado en períodos anteriores, también se denomina *incremento acumulativo.*

Sea n el número de veces que se debe aplicar un incremento, i *(%)* la tasa de incremento expresada en porcentaje y M el valor base inicial, el valor final resultante F luego de aplicados los n incrementos (n es el número de veces que se aplica el incremento) será:

$F = M * (1 + i)^n$ Sea F el valor futuro conocido, M el valor actual (desconocido), n el número de períodos e i el interés también conocido, es posible calcular M mediante la expresión:

$M = \frac{F}{(1+i)^n}$ Inversa de la capitalización y denominada actualización.

El interés simple es usado en forma comercial para períodos inferiores al año, el interés compuesto es el de mayor uso y es la fórmula de cálculo del interés bancario aplicado a los ahorros. En todos los casos, i se expresa en tanto por 1 (1% = 0,01).

Los bancos presentan en pizarra el valor de la TEA por depósitos monetarios con el objetivo de ahorro (tasas pasivas) o a pagar por el uso de dinero en forma de créditos (tasas activas).

La interpretación práctica de la TEA es la tasa de interés recibida en un depósito durante una colocación por un año:

Sea F = 105, n = 1 año, M = 100, entonces, I (monto de interés generado en el año) es la diferencia (F-M), I equivale a 105-100 = 5. Por cada $ 100 colocados en un año se obtienen $ 5, expresado como tasa: 5/100 = 5%.

Ejemplo 4.1

¿Cuál será el monto final que se retirará por una colocación a interés compuesto de $ 1200 durante cuatro años a una TEA del 6%?

Resolución: F = ?; M = 1200; n = 4 e i = 6%, por tanto, $F = 1200*(1+0{,}06)^4 = \$\ 1515$.

Cuando el dinero se coloca por un período inferior a un año, debe ajustarse el exponente de la fórmula y expresarlo como una fracción.

Ejemplo 4.2

Una empresa posee $ 10 000 de excedente de caja del año anterior y lo ha colocado en un plazo fijo trimestral. El banco indica que esa colocación ofrece una TEA del 4%. ¿Cuánto dinero se puede retirar los tres meses?

Resolución: la tasa de interés del 4% es una TEA, por tanto, su *n* es de 12 meses, el capital se retira en una fracción de ese período (3/12) aplicando la fórmula vista en párrafos anteriores $F = M*(1+i)^n$ el monto a retirar es:

$F = \$\ 10\,000*(1+0{,}04)^{3/12} = \$\ 10\,000*(1{,}04)^{0{,}25} = \$\ 10\,000*1{,}0098 = \$\ 10\,098$.

Si la tasa de capitalización está expresada como mensual, para poder explicar cuánto interés se obtiene en un año deberá calcularse $F = M*(1+i)^{12}$ porque en un año el interés se acumula 12 veces. Si la tasa fuera trimestral (se paga cada tres meses), en un año se obtienen cuatro capitalizaciones, entonces, n = 4, en forma genérica el valor de *n* se obtiene por el número de veces que se pagan intereses en el año según el período en el cual se encuentra expresada la tasa.

Ejemplo 4.3

Se ha comprado fertilizante por un monto de $ 12 000 y se eligió la opción de pagarlo a los 60 días. Esta opción tiene un recargo del 5% mensual calculado como tasa comercial (interés simple). ¿Cuánto tiene que pagar por dicho insumo?

Resolución: para calcularlo se usa la fórmula de interés simple: $F = M*(1+n*i)$. Se observa que el n = 60 días (que es el plazo para pagarlo) se convierte a meses, porque la tasa está expresada en dicha unidad de tiempo. Por tanto:

$F = \$\ 12\,000*(1+2*0{,}05) = \$\ 12\,000*1{,}10 = \$\ 13\,200$.

Para calcular el valor de una tasa para diferentes períodos de capitalización —por ejemplo, cuál es el equivalente de tasa mensual conocida la tasa anual, o cuál es el equivalente mensual conocida una tasa trimestral—, se emplea la siguiente fórmula de conversión:

$r = (1 + i)^{n/m} - 1$, siendo i la tasa en período m, se quiere saber el valor de r que capitaliza con una periodicidad n.

Ejemplo 4.4

Se quiere saber cuál es la tasa equivalente mensual r de una tasa trimestral i igual al 8%.

Resolución: $r = (1+0{,}08)^{1/3}-1 = (1{,}08)^{0{,}33}-1 = 1{,}026 = 0{,}026$, que expresado en porcentaje es 2,6% mensual.

Se verifica que cualquier cantidad capitalizada al 2,6% mensual durante tres meses da igual rédito que colocada al 8% trimestral. La tasa del 2,6% mensual y la del 8% trimestral son tasas equivalentes.

4.3. Precio efectivo

Hay diferentes tipos de precios: precio nominal, precio efectivo y precio real o de poder adquisitivo constante. Asociado al concepto de *costo de oportunidad* se presenta el concepto de *precio efectivo*.

El *precio efectivo* es el precio ajustado por un interés, este ajuste se realiza porque hay un plazo entre la entrega efectiva del bien y su pago.

El *precio nominal* es el precio de lista; si se paga diferido, este precio se incrementa por una tasa capitalizada por el período que transcurre hasta que se efectiviza el pago. Un proveedor que debe esperar tres meses para recibir el pago por los bienes entregados acepta la demora si el comprador le paga los intereses perdidos en ese período.

El *precio contado* es aquel cuya transacción supone la entrega del bien comprado y en forma inmediata se cancela el valor de dicho bien con dinero en efectivo, mediante débito, cheque común o incluso mediante una tarjeta de crédito.

El concepto de *contado* se asocia a la inmediatez entre la entrega de la mercadería y la recepción del dinero. Cuando un cliente paga con tarjeta de crédito, el proveedor recibe el dinero de la casa financiera a muy corto plazo, por ende, la venta debe ser cotizada como el precio contado. Si el cliente paga en cuotas, su deuda es con la financiera y no deberían calcularse recargos por pago diferido por parte del proveedor. El precio del bien pago en efectivo o con tarjeta debería ser siempre el *precio de lista contado efectivo*.

Para estimular el pago inmediato algunos proveedores efectúan descuentos sobre el precio de lista, o informan el precio de lista y el precio a 30 días con igual valor.

La decisión de pagar contado o dejar el dinero durante un mes generando interés depende de lo atractiva que sea la oferta del proveedor.

Ejemplo 4.5

Una empresa tiene $ 100 colocado en una inversión que rinde el 5% mensual. Debe invertir en un equipo, cuyo valor es $ 100 pago contado, precio que se mantiene por 30 días. ¿Cuál forma de pago es más conveniente?

Resolución: pago contra entrega: retira los $ 100 de la inversión y compra el bien. Valor neto del bien $ 100.

Pago a los 30 días: retira el bien, deja el dinero en la colocación por un mes más al 5% y luego paga los $ 100. El valor neto del bien es $ 95 porque los restantes $ 5 son el interés recibido en la colocación financiera.

Más allá de que tenga o no colocaciones financieras, siempre es posible calcular el equivalente financiero de un precio a una fecha de comparación. Esto puede involucrar la actualización o la capitalización según la fecha de comparación. Se usa la actualización cuando se requiere calcular el equivalente financiero hoy de un precio que ocurrirá en el futuro y la capitalización cuando se quiere saber el equivalente financiero hoy de un valor correspondiente a una fecha pasada.

Ejemplo 4.6

Un paisajista tiene hoy dinero en efectivo para pagar las plantas que necesitará en un proyecto que ejecutará en seis meses. Si no lo destina a la compra de plantas, lo coloca en una inversión que le rinde el 1,5% mensual. El viverista le indica que el precio dentro de seis meses será de $ 100 y que puede aceptar reducir ese precio si paga por anticipado. ¿Qué precio hoy es el máximo que se puede pagar para que sirva hacer el adelanto?

Resolución: valor F = $ 100, i = 1,5%, n = 6, por tanto, $M = 100/(1+0.015)^6$; M = 100/1,09 = $ 91. Para que le sirva retirar el dinero de la colocación financiera el viverista debe solicitarle hoy un valor inferior a $ 91 por las plantas que retirará en seis meses.

Ejemplo 4.7

Un vivero ha comprado plantas por $ 80 hace ocho meses. El costo de oportunidad del viverista es del 2% mensual. Sin considerar el gasto en mantenimiento, ¿cuál debería ser el precio mínimo de venta de dichas plantas para no perder la inversión financiera ya realizada?

Resolución: M = 80, i = 2%, n = 8, por tanto, $F = 80*(1+0,02)^8 = 80*1,17 = \$ 94$.

Los ejemplos 4.6 y 4.7 muestran las dos formas posibles de calcular los precios efectivos. En ninguno de estos cálculos se hizo un ajuste por tipo de cambio, por inflación o por aspectos técnicos. Solo se tuvo en cuenta el aspecto financiero, que es de suma importancia para el proyectista que ejecuta las obras, ya que los materiales que compre anticipadamente los deberá recuperar ajustados por la tasa de interés (su costo de oportunidad) y por el plazo que exista entre la compra y el pago de la obra.

4.4. Inflación y tipo de cambio

Se mencionó entre los tipos de precios el denominado «de poder adquisitivo constante», y el ajuste se refiere a la inflación cuando se trabaja en moneda nacional y a la devaluación cuando se trabaja en otra moneda, como ser dólares.

La *inflación* es el aumento generalizado de los precios debido a una pérdida de poder adquisitivo de la moneda. La inflación no es un problema cuando los plazos son breves, pero cuando transcurren varios meses entre un presupuesto y su ejecución, y además la economía es inflacionaria, es necesario tomar en cuenta su ajuste. Si la economía está estable, la diferencia de precios será muy pequeña e irrelevante. En economías con inflación la diferencia puede ser de más del 10% en un año.

Los proveedores normalmente ajustan sus precios al alza ante anuncios de inflación, ello obliga a prever ajustes de precios si transcurre un plazo superior a los 90 días. Si se ha competido por precio con otros licitantes de la obra, puede suceder que la inflación reduzca la rentabilidad esperada para la empresa o, peor aún, que no se cuente con el dinero suficiente para comprar todos los materiales.

Como medida de prevención los contratos pueden tener una cláusula que establezca el reajuste de los precios según la inflación.

La inflación se mide a través de índices, uno de los más usados es el índice de precios al consumo (IPC). Ver en la página web del Instituto Nacional de Estadística (INE): serie histórica, base diciembre 2010, nivel general de precios, total del país: http://www.ine.gub.uy/ipc-indice-de-precios-al-consumo.

Ejemplo 4.8

La empresa donde usted trabaja ajusta mensualmente el precio de venta de los panes de césped por inflación a través del IPC. El contador de la empresa quiere que usted calcule el precio en octubre de 2017 tomando como base el precio de lista de julio de 2017 establecido en 170 $/m^2. El contador estima que la inflación entre los meses de setiembre/octubre será del 1%.

Resolución: según la serie histórica del IPC, el índice julio-setiembre es:

Julio de 2017	169,79
Agosto de 2017	171,10
Setiembre de 2017	172,02

Inflación agosto-julio se calcula como (171,10/169,79-1)*100 = (1,0077-1)*100 = 0,77%

Inflación setiembre-agosto: (172,02/171,10-1)*100 = 0,54%.

El precio en setiembre se puede estimar con base en el precio de julio que se incrementa con las tasas calculadas: 170*(1,0077)*(1,0054) = $ 172,23.

Por último, para responder la solicitud del contador resta agregar el incremento estimado para octubre del 1%: $ 172,23*(1+0,01) = $ 173,96 y redondeado a la unidad el precio para octubre será de $ 174.

El *precio real o precio de poder adquisitivo constante* es el precio nominal corregido por la inflación, tiene una fecha asociada que indica el poder adquisitivo del dinero y corresponde al índice con el cual se corrigió toda la serie de datos.

El *precio nominal* es el precio al cual se pactan los contratos de compraventa.

Las empresas habitualmente compran parte de sus materiales y bienes en dólares y parte en pesos uruguayos. A los efectos de la cotización, es preferible calcular todas las partidas en pesos uruguayos y luego expresar el resultado final en dólares. De esta forma, un presupuesto elaborado en una fecha previa puede ser corregido por inflación y luego ser expresado en dólares según el tipo de cambio vigente a la fecha, este procedimiento ahorra tiempo de cálculo cuando es preciso reajustar los valores.

Ejemplo 4.9

Necesita cotizar una aplicación de glifosato, el último precio que usted tiene es de USD 2 por litro en marzo de 2017. El proveedor que le cotiza habitualmente está de licencia y usted debe ajustar el precio a diciembre de 2017. ¿Cuál es el precio por litro en pesos y en dólares?

Resolución: considerando el tipo de cambio interbancario promedio, el dólar a marzo de 2017 a la compra valía $ 28,4 y en diciembre de 2017, $ 28,9.

El IPC a marzo de 2017 era 168,41 y en diciembre de 2017, 172,86.

El glifosato en marzo valía USD 2,00, o en pesos: 2*28,4 $/USD = $ 56,8.

A diciembre, para mantener el poder de compra, el litro de glifosato debería cotizarse en 56,8/168,41*172,86 = $ 58,3 y dicho valor expresado en dólares de diciembre es: 58,3/28,9 = USD 2,02.

El incremento de precios calculado en pesos es de (58,3/56,8-1)*100 = 2,64%.

El incremento calculado en dólares es (2,02/2,00-1)*100 = 1%.

La inflación y el tipo de cambio hacen que los ajustes de presupuesto tengan diferente tasa, lo importante en ellos es mantener el poder de compra. Si la mayoría de las operaciones financieras de la empresa se realizan en dólares (compra de materiales, pago de proveedores y de servicios), los ajustes y precios deberían hacerse en dólares.

En el caso del paisajismo, la venta de servicios en el país deberá cotizarse en pesos, pues la mayor parte de los costos son salarios y ellos se pagan en pesos, al igual que los servicios de flete, plantas y materiales de obra. A su vez, si el cliente es extranjero puede tener otra moneda de referencia (euro, pesos argentinos, reales) para la cual existen arbitrajes tan confiables como el dólar.

4.5. El lugar de la cotización

Cuando se trabaja con precios mayoristas, debe considerarse el flete por el traslado de los materiales (de cantera a obra) y ver si el fraccionamiento mínimo es compatible con las necesidades del proyecto. Por ejemplo, la arena a granel se cotiza por camión (mínimo 8 ton); si se quiere adquirir 1 m^3 de arena terciada, ese volumen deberá cotizarse en barraca minorista, que estará en otro punto geográfico.

Los precios definidos como «a levantar» suponen que deben retirarse del proveedor, por lo que deberá estimarse un valor adicional por el personal y equipos requeridos para carga y descarga, así como el valor del flete. Dependiendo de los materiales, puede ser necesario camión con volcadora o camión con grúa, y ello debe considerarse en los presupuestos. Los precios cotizados en obra ya incluyen estos valores.

4.6. Precio minorista o mayorista

Como criterio general para la cotización de los materiales, el contratista que ejecuta la obra debe usar el precio mayorista.

Para estimar el precio mayorista de plantas producidas por el mismo contratista, se considera normal incrementar el 60% el valor del costo de producción de las plantas. Este incremento es para cubrir gastos de acondicionamiento para la entrega y transporte al sitio.

Cuando se compra en vivero de terceros, el precio minorista puede llegar a ser entre un 100 y un 200% por encima de los costos de producción (Houston, 2014). El contratista que compra las plantas y vende el servicio con plantas incluidas debe negociarlas como revendedor y su porcentaje es 30 a 60% sobre el valor de compra.

En el caso de una empresa con varias divisiones donde una división vende servicios a la otra (por ejemplo, corte de pasto y transporte de residuos), el precio a considerar es el de mercado y no el de producción o transferencia interna.

Otra afectación al precio puede ser un sobrecosto por eventuales pérdidas (muerte de plantas luego de plantadas, daños en la obra que determinen su reemplazo). En primer lugar, debe pensarse cuál es la probabilidad de que esos eventos ocurran, por ejemplo, dos de cada 100 plantas (2%) o seis de cada 100 (6%).

Suponiendo que el porcentaje estimado fuera del 6%, el sobrecosto por garantía se calcula como el 6% del costo inicial y se suma al valor en plantas inicialmente calculado. Este monto de garantía depende del estado inicial de las plantas y de las condiciones del sitio, es un porcentaje variable a estimar por el paisajista o contratista en cada caso.

Otras empresas, en lugar de analizar cada riesgo, prefieren elevar el monto total de materiales empleados en la obra en un porcentaje de 1% o 2%. El problema con esta práctica es que no se asocian a datos reales y en cada sitio pueden existir diferencias. Si el porcentaje es muy bajo, puede existir afectación a la rentabilidad; si el porcentaje es muy elevado, se puede perder capacidad de competencia. Siempre es preferible poner incrementos asociados a datos registrables para poder entender los resultados de cada trabajo.

4.7. Síntesis

Los precios de los materiales para una cotización se definen como precios mayoristas puestos en obra. La moneda de preferencia es el peso uruguayo expresado en poder adquisitivo contante (precio real), es decir, el precio nominal deflactado y ajustado con un índice a la fecha de entrega. Si el cliente prefiere el presupuesto en dólares, estos se convierten al final del proceso de cálculo por un tipo de cambio adecuado. Cuando se piensa en presupuestos o compra de insumos por adelantado, se debe verificar que los precios efectivos al momento de la decisión sean convenientes de acuerdo con el costo de oportunidad de referencia.

Los precios de transacciones internas a la empresa deben valorarse a precios de mercado. Si la empresa produce sus propias plantas, debe cotizarlas como costos directos de producción más un 60%.

Los precios de los materiales pueden incluir incrementos por imprevistos y/o garantía de reemplazo ante riesgos futuros.

4.8. Ejercicios

Ejercicio 1

Considere cuál es la mejor forma de financiamiento para la compra de fertilizante. Se necesita adquirir 20 ton; el precio del fertilizante en planta es de USD 215 por tonelada.

Este precio se obtiene solo por pago contado e incluye el flete al establecimiento comprador. Las opciones de pago son: sacar dinero que está colocado al 1,15% mensual y pagar contra entrega o pago a los seis meses con un recargo del 3% semestral.

Ejercicio 2

Considerando la siguiente evolución de la inflación, calcule la tasa de inflación para cada mes y el precio real al que debería cotizarse el bien que en enero vale 105 según la evolución del poder de compra.

Mes	**IPC**	**Precio del bien**	**Tasa mensual de inflación**	**Precio real por mes**
Enero	208	105		
Febrero	209			
Marzo	212			
Abril	209			

Ejercicio 3

Necesita cotizar una aplicación de superfosfato, el último precio que usted tiene es de USD 100 la tonelada en abril de 2017, se pide que lo ajuste en pesos a setiembre del año en curso.

Ejercicio 4

Considerando un costo de oportunidad del 8% anual, ¿cuál debería ser el precio efectivo de una palmera adquirida en $ 12 000 hace tres años?

Ejercicio 5

Se está planificando la compra de materiales para una instalación, el costo de oportunidad del contratista es el 5% mensual. El valor contado de los materiales es $ 1000, le ofrecen otra forma de pago que es entrega de $ 200 al momento de retirar los materiales y tres cuotas mensuales consecutivas de $ 350. ¿Cuál es la opción más conveniente?

Ejercicio 6

Usted ha cotizado un proyecto a precios reales de julio de 2010 en $ 1 200 000. En el contrato se expresa que el precio se reajusta por un índice de precios. Si a julio de 2010 el índice de precios tuviese un valor de 150 y a la fecha el índice fuera 245, ¿a qué precio debería cotizar la obra?

Ejercicio 7

Si el costo de oportunidad es del 0,4% mensual, ¿cuál es su TEA equivalente?

Ejercicio 8

Usted está tomando la decisión de comprar contado efectivo o a pagar a los 60 días un producto. El precio contado efectivo es $ 120, el precio a los 60 días es $ 130, su tasa de interés es del 20% anual. Defina cuál es el mejor momento de compra.

Ejercicio 9

Si el precio a los 180 días de un producto es de $ 450 y la tasa de recargo es del 1% mensual, indique cuál es el precio contado y cuál el precio que debería asignarse por pagos a los 30 días.

Ejercicio 10

Una empresa reajusta el valor de sus servicios por inflación. La tasa de inflación mensual esperada es del 0,5% mensual. Cuando paga diferido a los 180 días establece un recargo del 3 % anual como tasa real y reajusta, además, por inflación. Si el precio en el mes actual es de $ 280, ¿cuál es el precio que se debería pagar a los 180 días por una compra realizada hoy?

Resolución: Archivos Excel / Archivos Open Office

CAPÍTULO 5

Estimación de los salarios

5.1. Propósito del capítulo

En este capítulo se presenta la forma de estimar el costo promedio horario (CPH) de una cuadrilla de trabajadores aplicados a una tarea.

Se consideran las diferentes formas de remuneración tanto para trabajo de campo como de oficina. Se indica la diferencia entre salario nominal y líquido, los porcentajes de descuento usuales y la estimación del monto mensual por cargas sociales. Asimismo, se muestra la estimación de costos por aguinaldo y salario vacacional. Una vez estimados los componentes del costo salarial se discute el valor medio por hora de cuadrilla considerando el trabajo efectivo.

5.2. Tipos de remuneración

El trabajo es la actividad humana (física e intelectual) que interviene en la producción del bien. Incluye el trabajo físico en las tareas operativas y el intelectual aplicado, por ejemplo, a la planificación y supervisión.

El trabajo en las áreas verdes tiene diferentes categorías salariales y diferentes formas de pago.

La categoría básica es la de *peón*. Aplica a los operarios vinculados a los trabajos manuales con herramientas manuales de pequeño porte. Las faenas que pueden cumplir son corte de césped con máquinas de tiro manual, poda con serrucho o tijera, plantación con pala, aplicación de productos químicos con mochila manual y similares. También las labores de manejo y apoyo a las obras de construcción. La remuneración puede estipularse por mes, por jornal, por hora o a destajo.

La *remuneración mensual* es fija por mes. No tiene ajuste por día improductivo (no hay descuentos por un día de lluvia) y en general no se ajusta por la cantidad física de trabajo. Como variante de esta forma de remuneración se encuentra la compuesta por un salario base y un salario adicional sujeto a la productividad. No se descuentan los días no trabajados o la producción por debajo del rendimiento estándar, pero sí se puede premiar la mayor dedicación a la tarea (presentismo, productividad).

La *remuneración por jornal* es fija por día trabajado, puede tener un incentivo por productividad o penalización por calidad. Se remunera los días de trabajo efectivo y en caso de traslado lejos del lugar de residencia hasta tres días no trabajados cuando las condiciones climáticas impiden llevar a cabo la tarea.

El *trabajo a destajo* remunera las unidades de producto realizado, a mayor cantidad de unidades mayor la remuneración sujeta a penalizaciones por calidad. Puede existir un volumen mínimo de trabajo para percibir remuneración. Es habitual este tipo de remuneración en labores simples, como preparar pozos para la plantación de árboles.

Una segunda categoría salarial es la del *maquinista*, y según el grado de especialización, se subdivide en categorías salariales de acuerdo con la actividad que lleve a cabo, como chipeado, maquinista de poda, tractorista, chofer, o chofer de camión grúa. Las formas de pago son iguales a las anteriores, pero la categoría salarial exige mayores capacidades y formación del personal.

La tercera categoría es la del *capataz o supervisor* y responde a la organización del trabajo en áreas verdes en cuadrillas. La cantidad de operarios más común de una cuadrilla es de cinco y en forma empírica se considera que la capacidad máxima de control por capataz es de 20 operarios. La función del capataz es la de organización y control de la cantidad y calidad del trabajo efectuado por maquinistas y peones, es el interlocutor válido para cualquier comunicación de trabajo desde los trabajadores al empleador y viceversa. A él se le delega la autoridad y responsabilidad por el trabajo, es además el encargado de velar por la seguridad de todo el equipo. No se prevé que haga trabajo directo, salvo, revisar y repasar aspectos puntuales si observa algún aspecto menor de incumplimiento. Su remuneración es acorde a la modalidad de pago de la cuadrilla, es la persona que controla el volumen de trabajo a destajo.

El *administrativo*, en general, realiza labor de oficina vinculada a compras, ventas y registros de actividad; normalmente, perciben su salario como mensuales.

Los *asesores técnicos* profesionales de diferentes áreas (paisajistas, agrónomos, arquitectos, contadores, ingenieros, escribanos) se contratan para aspectos puntuales, cobran según jornada técnica o porcentaje del valor de la obra. Estos profesionales cotizan su trabajo por fuera de la planilla salarial y sus facturas incluyen el IVA.

La escala salarial y los salarios mínimos están regulados por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), los trabajadores de las áreas verdes pertenecen al grupo 16. El Consejo de Salarios de esta rama tiene un representante por las empresas de la Cámara Nacional de Comercio y Servicios del Uruguay y en representación de los trabajadores un representante de la Federación Uruguaya de Empleados de Comercio y Servicios (FUECyS). Los datos se actualizan semestralmente indicando el porcentaje de aumento que corresponde a los trabajadores, además se fija el salario mínimo por categoría. La actualización se puede consultar en el sitio del MTSS (https://www.mtss.gub.uy//web/mtss/16-areas-verdes).

En la Tabla 5.1 se presentan los laudos mínimos a julio de 2017, según categoría por hora de trabajo.

Tabla 5.1. *Salarios mínimos por categoría para el grupo 16 Áreas verdes a enero de 2024.*

(Datos expresados en pesos uruguayos por hora y por mes).
Elaboración propia a partir de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (s. f.).

Categoría	Áreas verdes		Arbolado		Administrativo
	Por hora	Por mes (200 h)	Por hora	Por mes	Por mes
Peón	180,28	36 056	180,28	36 056	---
Maquinista	187,49	37 498	---	---	---
Chipeado, maquinista de poda	---	---	190,79	38 158	---
Tractorista, ayudante de encargado	250,19	50 038	250,19	50 038	---
Chofer	288,2525	57 650	288,25	57 650	---
Chofer de camión grúa	---	---	345,77	69 154	---
Encargado	329,35	65 870	329,35	65 870	---
Cadete de administración	---	---	---	---	33 691
Auxiliar de administración	---	---	---	---	51 107

5.3. Salario nominal y aportes

Al realizar la estimación del costo salarial debe tenerse en cuenta, por un lado, las remuneraciones nominales, por otro, los complementos salariales y las cargas sociales.

El *salario nominal* es el salario pactado en el contrato de trabajo, en él se establecen el monto, la forma de pago y el período de contrato. El salario nominal establecido en el laudo es lo mínimo a pagar por categoría laboral. Las empresas pueden incrementar un porcentaje fijo para cualquier hora trabajada o pueden establecer criterios discriminantes con premios por presentismo, productividad, o calidad de faena. También pueden otorgar viáticos si el trabajo se desarrolla fuera de determinado radio de distancia. A su vez, la empresa puede descontar del nominal por concepto de sanciones al trabajo, llegadas tarde o faltas, descuentos por pérdida de equipos de seguridad y causas similares, u otros débitos del trabajo. El monto total recibido en el mes por todo concepto constituye el salario nominal.

El trabajador debe aportar sobre el valor de su salario nominal un 15% al Banco de Previsión Social (BPS) por concepto de aporte jubilatorio, un mínimo del 3% y un máximo del 8% al seguro de salud (Fonasa) y un 0,125% al fondo de reconversión laboral (FRL), sin considerar el impuesto a la renta de las personas físicas (IRPF). Considerando un aporte del 3% al Fonasa, el descuento sobre el salario nominal es de 18,125%.

Según el monto salarial mensual y el valor anual de la Base de Prestaciones y Contribuciones (BPC; $ 6177 a enero de 2024), se define el monto a descontar por concepto de aportes al IRPF. A enero de 2024, el salario hasta 7 BPC ($ 43 239) no aporta, luego lo que excede se descuenta por franjas entre un 10 y un 36%. El valor de las franjas y el mínimo no imponible lo fija anualmente el Poder Ejecutivo. El salario nominal menos los descuentos es el *salario líquido* o *neto* que se le paga al trabajador con el recibo de sueldo.

La empresa es *agente de retención* de estos aportes, por lo que está obligada a descontárselo del salario y verter dicho monto al organismo recaudador (BPS). Estas partidas no son un costo de la empresa, son un costo que debe afrontar el trabajador; la empresa tiene como costo el salario nominal. El BPS cuenta con un simulador para estimar los aportes a descontar para los empleados de industria y comercio disponible en la página http://www.bps.gub.uy/6575/calculo-de-aportes.html. Las empresas de paisajismo están bajo el régimen de aportes de industria y comercio.

Las empresas también son agentes de retención del IRPF de los trabajadores, y dicho valor se vuelca íntegro al BPS como aporte unificado. Los valores mínimos que implican aportes o no del IRPF se pueden consultar en http://www.bps.gub.uy/10503/indicadores.html.

Cada hora trabajada por un trabajador genera *aguinaldo* (Plenario Intersindical de Trabajadores-Confederación Nacional de Trabajadores, s. f.), que no se cobra hasta transcurridos seis meses de actividad o cuando cesa el vínculo laboral. Se paga dos veces al año, en junio y en diciembre. Consiste en la percepción de la 1/12 parte de todos los haberes generados desde el 1.º de diciembre del año anterior hasta el 31 de mayo, en el caso del aguinaldo de junio; y la 1/12 parte de los generados desde el 1.º de junio hasta el 30 de noviembre, en el caso del aguinaldo de diciembre. Se consideran para su cálculo todas las partidas y montos percibidos en dinero. El aguinaldo posee los mismos descuentos y aportes que el salario normal.

Otro derecho es el *salario vacacional*, y para su cálculo se debe observar la cantidad de jornales generados y el monto del respectivo jornal: por cada año civil de labor (esto es, entre el 1.º de enero y el 31 de diciembre de cada año) los trabajadores tienen el derecho a gozar de 20 días de licencia. Cumplido el quinto año en un mismo lugar de trabajo, se genera un día más por antigüedad, y a partir del octavo año se genera otro; después de cumplido este octavo año, cada cuatro años se obtiene un incremento de un nuevo día. La licencia generada en un año se debe gozar a partir del año siguiente. Los períodos de enfermedad no se descuentan.

Para el caso en que se quiera calcular el número de días de licencia en años civiles en que no se completa el año de trabajo, debe tenerse presente que:

1. El trabajador mensual general 1,6666 días de licencia por cada mes trabajado.

2. Para el trabajador jornalero, será imprescindible computar la cantidad de jornadas trabajadas y multiplicar este número por el coeficiente 0,06666.

Es importante volver a resaltar que el jornal para calcular el importe a recibir por licencia no puede ser limitado al básico. Siempre deberá ser incrementado por todos aquellos montos, beneficios, partidas, comisiones, horas extras, etcétera, que en efectivo o en especie reciba como contraprestación a su trabajo.

En consecuencia, al jornal del jornalero o al 1/30 del sueldo del mensual se añadirá, debidamente prorrateados y a través de diversos procedimientos, el total de lo percibido en el año en que se generó la licencia (no en el que esta se goza).

El importe total correspondiente a la licencia resultará de multiplicar el número de jornadas a las que se tenga derecho, de acuerdo a la antigüedad, por el jornal base, y con ello se obtiene el monto total de licencia. La licencia gozada lleva el descuento de los aportes sociales; la licencia no gozada no lleva aportes sociales.

En un año el trabajador recibe el salario nominal por las horas o meses trabajados más una cuota parte de aguinaldo, una de licencia y un salario vacacional.

Sobre el monto de salarios nominales pagos por la empresa deben incrementarse las *cargas sociales*. En nuestro sistema laboral la empresa debe aportar las cargas sociales sobre el monto de salarios nominales pagos. Estas se componen de 7,5% por concepto de aporte patronal, un 5% por Fonasa y, en caso de que el aporte de los trabajadores no cubra el costo de una cuota mutual, el complemento de cuota mutual (CCM = cuota mutual-aporte Fonasa básico 8%), el FRL de 0,125% y el aporte al Banco de Seguros del Estado (BSE) de 3,27%. Considerando que no deba aportar por CCM, las cargas sociales representan 15,7825% del salario nominal pago. Este porcentaje es adicional al monto pago por salarios nominales y sí es un costo de la empresa.

Los pagos de aguinaldo y salario vacacional se deben efectuar en los plazos estipulados o al finalizar la relación contractual, y este es un aspecto importante para la previsión presupuestal en el caso del contrato de destajistas y jornaleros sin vinculación de largo plazo con la empresa.

Recordar: a los efectos de la previsión anual del costo salarial por trabajador, se parte del mínimo del laudo más un incremento por especialización o ajuste al mercado local que exprese las condiciones de remuneración habitual de los trabajadores (10-25% sobre el laudo), se debe incrementar en un 18,75% por concepto de reserva para aguinaldo (8,33%), licencia (5,66%) y 4,76% por salario vacacional, y sobre este total agregar el valor del aporte patronal de la empresa, 15,7825%. Por cada 100 unidades monetarias pagas al año por salario nominal, se debe tener reserva financiera mínima para 135 unidades monetarias.

Ejemplo 5.1

¿Cuál debe ser la previsión presupuestal para el salario mensual de un operario que tenga un salario nominal de $ 10 000 y un aporte de Fonasa del 4,5% (sin conyugue ni hijos a cargo)?:

Aporte jubilatorio: $ 10 000*0,15 = $ 1500

Fonasa: $ 10 000*0,045 = $ 450

FRL: $ 10 000*0,00125 = $ 13

Remuneración líquida ($): 10 000-1500-450-13 = $ 8038

Aporte patronal: $ 10 000*0,075 = 750

Fonasa: $ 10 000*0,05 = 500 y CCM = 274, total: $ 500+$ 274 = $ 774

FRL: $ 13

BSE: $ 10 000*0,0327 = $ 327

Pagos a realizar al BPS: 1500+450+13+750+774+13+327 = $ 3827

Resolución: para un salario mensual de $ 10 000 la empresa debe reservar $ 13 827 para cubrir todos los costos salariales.

Ejemplo 5.2

Si el salario del ejemplo anterior (5.1) correspondiera a un pago mensual sobre la base de 25 jornales y la previsión de contrato fuera por cinco jornales, finalizando allí la relación laboral, ¿cuánto dinero debería preverse por concepto de salario?

Salario nominal: $ 10 000/25 = $ 400 por jornal

Salario nominal por los cinco jornales: $ 400*5 = $ 2000

Incremento aguinaldo: $ 2000*0,0833 = $ 167

Incremento salario vacacional: $ 2000*0,0566 = $ 113

Incremento licencia no gozada: $ 2000*0,0476 = $ 95

Monto de salario nominal para cálculo de costo patronal: $ 2000+$ 167+$ 113 = $ 2280

Aportes patronales: $ 2280*(0,075+0,05+0,0125+0,0327)+$ 274 = $ 318,27

Resolución: para un salario de cinco jornales, cuando finaliza la relación laboral, debe reservar: $ 2598,27

5.4. El costo promedio por cuadrilla

En la sección anterior se presentó las partidas que componen el gasto por trabajador: salario nominal, aporte patronal y cargas sociales. En esta sección se estimará el costo promedio por hora de cuadrilla (CPH), que se estima solo sobre la partida de salario nominal.

Cada empresa estima los CPH de su cuadrilla estable. El costo salarial de cada trabajo que deba efectuar se estima como el producto del CPH por las horas que demande la actividad.

En los presupuestos se calcula el costo total nominal de la cuadrilla según las horas de trabajo y luego se suma la alícuota correspondiente a las cargas sociales. Los aportes patronales se incluyen en los costos de estructura de la empresa.

De no incluirse en el presupuesto, la cuota parte de cargas sociales, que deberán pagarse igual y se descontarán de la rentabilidad del empresario.

Para presupuestar un trabajo es necesario determinar las horas necesarias para completar una tarea. El ideal es contar con los indicadores de productividad ajustados a las cuadrillas habituales de la empresa. Las horas que demandan las tareas rutinarias deberían obtenerse de los registros de la empresa, ellas dependen del número de personas que componen la cuadrilla, de la capacidad de trabajo de los equipos habituales y de las condiciones particulares de los terrenos sobre los cuales se trabaja.

Si las empresas XX y ZZ tienen igual composición y valor de salario por hora de cuadrilla (igual CPH), pero XX emplea 2 h para completar 1 m^2 de actividad y ZZ emplea 1,5 h, el costo salarial de XX será el CPH*2 y el de ZZ será CPH*1,5. Por tanto, se puede decir que la empresa XX es más cara que la empresa ZZ.

El CPH es un valor que facilita la estimación de los presupuestos, pues la única variable en juego es el tiempo de cuadrilla que demandará la ejecución de la tarea y no el costo de cada trabajador. El ejemplo 5.3 muestra la forma de cálculo del CPH, que se compone de cuatro pasos.

- Paso 1: determinar el salario nominal de cada categoría salarial que integran las cuadrillas de campo.
- Paso 2: estimar el total de horas anuales que se prevé que trabaje cada trabajador para la empresa.
- Paso 3: estimar las horas totales de trabajo anual en todas las categorías.
- Paso 4: calcular el CPH como el monto total anual de salarios dividido el total de horas de trabajo en actividades de la empresa.

Ejemplo 5.3

El personal que ejecuta tareas en la empresa se organiza en una cuadrilla que se compone de un capataz, un chofer y tres peones. Trabajan 150 h mensuales, 11 meses al año y sus salarios son los del laudo establecido en la Tabla 5.1 (https://www.mtss.gub.uy//web/mtss/16-areas-verdes).

¿Cuál es el CPH de la cuadrilla?

Paso 1: determinar el salario nominal de cada categoría por hora

Capataz: $ 199,06; chofer: $ 174,22 y peón: $ 108,67

Paso 2: determinar las horas totales trabajadas por categoría

Para capataz y chofer: 11*150 = 1650 h

Para peón: 11*150*3 = 4950 h

Paso 3: determinar el monto total de las horas trabajadas y sumarlas

Capataz: $ 199,06*1650 h = $ 328 449

Chofer: $ 174,22*1650 h = $ 287 463

Peón: $ 108,67*4950 h = $ 537 917

Total: $ 328 449+$ 287 463+$ 537 917 = $ 1 153 829

Paso 4: promedio por hora: monto total $ 1 153 829 dividido por las horas totales que ejecuta trabajos la empresa (1650 h) = 699,29 $/h.

Estimación de costo de cargas sociales a incluir en el costo de estructura por hora trabajada:

Reserva para aguinaldo, licencias y salario vacacional por hora trabajada:

$ 699,29*0,1875 = 131,12 $/h

Reserva para cargas sociales: (699,29+131,12)*0,157825 = 131 $/h

Resolución: la cuadrilla tiene un costo de 699,29 $/h y las cargas sociales son 262 $/h

El CPH se aplica a todos los trabajos que realice la cuadrilla, al presupuestar un trabajo se debe estimar cuántas horas serían necesarias para que la cuadrilla finalice el trabajo, y esas horas se valoran por el CPH calculado. Si la empresa habitualmente paga horas extra, se debe agregar un factor de sobrecosto que se puede estimar a partir de los registros históricos o suponer un valor entre 10 y 20% adicional al valor base.

5.5. Tiempo efectivo de trabajo

Las horas de trabajo efectivo son diferentes a las horas de trabajo pagas. Las *horas pagas* son aquellas que transcurren desde que el trabajador se presenta en la empresa hasta que se retira al final de su jornada laboral. Las *horas efectivas* son aquellas en las que cumple labor en el sitio de trabajo.

Las horas pagas y las horas efectivas no son las mismas, las primeras incluyen el tiempo de descanso reglamentario, el tiempo de traslados (si el trabajo es fuera de la empresa), el tiempo para cargar y descargar materiales y equipos, el tiempo para recibir instrucciones o supervisión.

Se estima en forma empírica un mínimo de 30 min por jornada para cargar/descargar los materiales y equipos del vehículo que lo lleva al sitio de trabajo.

Un segundo descuento es el tiempo de traslado a las diferentes áreas de trabajo si la obra es grande y se efectúa un solo traslado, este factor puede ocupar 30 o 50 min por jornada, pero si se atienden muchas obras pequeñas y dispersas en la jornada, este concepto puede llegar a ocupar el 50% del tiempo total de trabajo.

Otro descuento son los tiempos de descanso obligatorio. En casos de esfuerzo físico importante, se estima media hora por cada 2 h de trabajo con una parada de 1 h para almuerzo. Estos descuentos hacen que, por una jornada de 8 h, como máximo se puedan contabilizar 6 h efectivas, o si se trabajan efectivamente 8 h el excedente de horas al cual el empleado está a la orden de la empresa se pague como hora extra.

La semana laboral puede ser de 40 o 45 h. En el primer caso, se supone que en forma diaria deben pagarse 8 h comunes y el resto como extras; en el caso de la semana de 45 h (comercial), se puede acordar trabajar cinco jornadas de 8 h y una de 5 h, o trabajar cinco jornadas por 9 h cada una. Este último arreglo es habitual cuando existen muchas horas dedicadas al traslado.

Al estimar el costo de un presupuesto se puede trabajar con el criterio del valor de la hora efectiva o bajo el criterio de puerta a puerta; en este último caso se valoran las horas totales en las cuales la cuadrilla está involucrada en la obra, incluyendo las horas de traslado, las horas de carga y descarga y las horas de descanso reglamentario.

La estimación de días necesarios para completar cada una de las actividades debe hacerse según las horas efectivas que estas demanden.

Ejemplo 5.4

Para una cuadrilla que tiene un valor promedio de 699,29 $/h, estime el costo total por mano de obra sabiendo que:

El tipo de trabajo que realizarán demanda 1,5 h/m^2 y se deben completar 30 m^2.

La jornada laboral es de 8 h y la jornada efectiva es de 5 h.

Paso 1: horas efectivas requeridas para completar la tarea: 30*1,5 = 45 h

Paso 2: jornales requeridos: 45h/5 h efectivas por jornal = 9 j

Valor del jornal: 699,29 $/h*8 h = 5594 $/j

Costo de mano de obra total: $/j 5594*9 j = $ 50 349.

Dependiendo del tipo de trabajo que se vaya a ejecutar se sugiere agregar a estos presupuestos un porcentaje por riesgo. Este está representado por retrasos debidos a mal tiempo, desajustes en la entrega con otros equipos de trabajo, dificultades adicionales de terreno. Houston (2014) sugiere por este concepto un 10% adicional.

5.6. Costos extras asociados a la mano de obra

La mano de obra tiene un costo asociado al equipamiento para la seguridad que puede vincularse con los costos de materiales o puede asignarse al valor hora de la cuadrilla.

Entre estos costos debe asignarse la ropa de trabajo: pantalón, remera, camisa, abrigo y un equipo impermeable. La duración de esta ropa es de seis meses y, por lo habitual, se solicita para los trabajadores que se desempeñen en la vía pública que las prendas tengan bandas reflectivas incorporadas.

Hay elementos de seguridad adicional: pantalón anticorte para trabajo con motosierras; ropa impermeable (mamelucos, botas de goma, guantes de goma, máscaras con filtro y antiparras) para trabajo con agroquímicos y componentes tóxicos; zapatos con puntera de acero si hay riesgo de caída de objeto; delantal de cuero o polaina para proteger las piernas si se trabaja con bordeadora; arnés para prevención de caídas en el caso de trabajar en altura; fajas lumbares para quien levanta peso.

Protección para la cabeza: gorro, sombrero de ala ancha para proteger el cuello, casco con visera y protector auricular para trabajo con elementos de corte o motores con ruidos mayores a 75 dB.

Protección para manos: guantes de cuero, de goma, guantes especiales para incrementar el agarre si se trabaja con motosierra.

En general, la ropa dura seis meses; los guantes, 15 días; los cascos, dos años; los pantalones anticorte, entre seis meses y un año, y la duración de los otros implementos depende del uso que les dé el operario. El costo de estos implementos debe ser asumido por la empresa, pero ante el uso negligente o ante pérdidas reiteradas algunas empresas sancionan a los empleados descontando su valor en el salario.

5.7. Síntesis

El *salario* remunera el componente mano de obra, que, en general, se organiza en equipos denominados *cuadrillas*. Estos equipos cuentan con operarios con habilidades y capacidades diferenciadas nucleados bajo una dirección común. Normalmente, las cuadrillas cuentan con un puesto de chofer, otro de capataz, peones especializados, peones comunes, ayudantes; cada uno de ellos tiene un salario nominal diferencial según la categoría de trabajo a la que pertenecen.

La partida salario debe considerar el valor nominal del salario base con los beneficios especiales asignados a los trabajadores (pago de horas extras, productividad, presentismo).

El costo salarial por hora de actividad depende del tamaño de la cuadrilla y de la precisión con que se conozca la productividad del trabajo para cada actividad. Ella puede verse afectada por la duración de la tarea, la falta de coordinación con los proveedores en la entrega de los materiales, la falta de mecanismos de control de faena o de procedimientos

para resolver los problemas que generan ineficiencia y retraso (Angley, Horsey y Roberts, 2002; Houston, 2014).

Para la estimación del costo salarial se usará el costo promedio por hora, que es la relación entre el costo total en salarios necesario para culminar una actividad y las horas efectivas trabajadas en ella.

5.8. Ejercicios

Ejercicio 1

En la planilla Excel denominada «Capítulo 5», ubique la hoja de cálculo denominada «Ejercicio 1». Mediante el hipervínculo que está en la celda E7 complete los datos de la columna D15:D32 para la última actualización.

Ejercicio 2

Una empresa tiene cinco operarios: Juan, soltero sin hijos, con un salario nominal mensual de $ 18 000; María, casada, con dos hijos, con un salario mensual de $ 25 000; Andrés, jornalero como chofer contratado por 15 jornales con el valor del laudo, con conyugue a cargo; José y Mario, peones, con 20 jornales mensuales valorados un 15% por arriba del laudo, solteros sin hijos ni familiares a cargo. Los cuatro últimos trabajan 8 h por jornal. Considerando que la BPC de referencia es $ 3340, que el valor de la cuota mutual es $ 1081 y usando el simulador del BPS (disponible en la hoja «Ejercicio 2», celda B1), determine el aporte patronal que debe realizar el empresario al BPS y al BSE si todos los trabajadores permanecen en la empresa al finalizar el mes y el patrono realiza toda la cobertura.

Ejercicio 3

Una cuadrilla compuesta de un encargado, un chofer y cinco peones cobra un salario 10 % superior al laudo. Con la información del ejercicio 1, y sabiendo que los trabajadores operan 8 h por jornal y que la previsión de trabajo anual de la cuadrilla es de 150 jornales, calcule el costo medio por hora.

Ejercicio 4

Calcule el CPH de una cuadrilla que incluye un encargado que cobra un 15% sobre el laudo y trabaja 25 jornales al mes, un chofer que trabaja 15 jornales al mes y cobra un 25% sobre el laudo, dos maquinistas que trabajan 15 jornales al mes y cobran un 10% sobre el laudo. El equipo está planificando trabajar 2000 h en el año.

Ejercicio 5

Las cuadrillas de los ejercicios 3 y 4 están compitiendo por igual trabajo. La primera demora 25 h en completarlo, tiene un costo de equipos de $ 150 y de materiales $ 2500.

La segunda demora 10 h en completar igual tarea, tiene un costo de equipos de $ 12 000 y de materiales $ 5600. ¿Cuál es más conveniente por costo?

Ejercicio 6

La cuadrilla del ejercicio 3 quiere mejorar su rendimiento operativo y piensa en contratar dos peones con más práctica a los cuales les paga un 15% sobre el laudo. Estima que con esta incorporación la tarea que se presupuestó en el ejercicio 5 le demandaría 15 h en lugar de las 25 h iniciales. ¿Con este ajuste sería más económica que la cuadrilla del punto 4?

Ejercicio 7

Se debe realizar la liquidación del aguinaldo, del salario vacacional y de la licencia a un peón con un salario por hora de $ 150 que ha trabajado 140 jornales de 6 h. ¿Cuál es el monto total que percibirá por dicho concepto?

Ejercicio 8

Usted ha contratado a ocho peones zanjadores y ha prometido pagarles líquido $ 50 por pozo cavado. En la hoja del ejercicio 8, usted dispone del rendimiento de cada trabajador y del tipo de aporte Fonasa que le corresponde. Indique cuál es el aporte patronal al BPS, cuál es el aporte al BSE y cuál es el salario nominal de cada operario. Utilice el simulador del BPS para hacer las estimaciones.

Ejercicio 9

Considerando los resultados obtenidos en el ejercicio 8, ¿cuál será el costo promedio por pozo? ¿Cuál es el costo por mano de obra por jornal si sabe que esa actividad la realizó en cinco días?

Ejercicio 10

Estime el costo por pozo para realizar 1725 pozos en tres jornales, suponiendo diez personas que trabajan 8 h por día a $ 115 por h, con un 10% adicional por concepto de hora extra, considerando que ninguna de las personas finaliza su relación laboral con la empresa.

Resolución: Archivos Excel / Archivos Open Office

Capítulo 6

Costo del equipo

6.1. Los costos variables

Frank (1985) define el costo desde el punto de vista contable como la suma de los valores de los bienes y servicios insumidos en un proceso productivo, y Álvarez y Falcao (2009) expresan que el costo es el valor monetario de los recursos consumidos, la cuota parte de los recursos desgastados, y el interés como costo de oportunidad para la obtención de una determinada cantidad de producto durante un período de tiempo definido. Ambas definiciones incluyen el concepto de *costo fijo* (cuota parte de los recursos desgastados) y de *variable* (valor monetario de los recursos consumidos).

Se entenderá como *costo variable* aquel asociado directamente a la actividad productiva; solo se genera cuando hay actividad y si no hay actividad productiva su valor es 0.

En el capítulo 2 se había discutido la importancia de los registros, es a partir de estos datos que las empresas saben los costos variables de sus equipos por hora de operación.

Si no se cuenta con registros o se está en una etapa inicial de la empresa, estos cálculos deben ser hechos por estimaciones. El objetivo es identificar un costo por hora de funcionamiento para aplicar en cada presupuesto.

Para las estimaciones de costos variables los insumos principales los representan el combustible y los lubricantes. Se pueden asumir como insumos fijos las reparaciones, repuestos y mantenimiento, pues su valor se estima por coeficientes vinculados con el valor nuevo de la máquina y son constantes para toda la vida útil de esta, no asociándose a la mayor o menor cantidad de trabajo.

En el caso de los insumos variables, el consumo del combustible para los motores de propulsión es uno de los de mayor importancia. El combustible se estima con base en la potencia entregada por el motor. Ella se puede expresar, dependiendo del país de origen del fabricante del equipo, como HP, CV.h o KW.h. Se debe considerar que 1 HP equivale a 0,7457 kW.h y a 1,014 CV.h.

Las estimaciones hechas por González *et al.* (2010) señalan el valor promedio del consumo específico de los motores de combustión interna como de 0,248 kg de combustible/kW.h. El consumo específico de los motores se expresa en gramos de combustible por unidad de potencia; para llevar el consumo de gramos a litros se debe emplear la densidad que varía según proveedor de combustible, para Uruguay, según el Ministerio de Industria y Energía (s. f.), el diésel tiene una densidad de 830 g/l y las gasolinas (naftas) 760 g/l.

Tomando como referencia los datos antedichos, la Tabla 6.1 presenta las equivalencias y consumo específico de motores según el tipo de combustible:

Tabla 6.1. *Estimación del consumo promedio específico de combustible por hora según potencia nominal entregada y tipo de combustible (motores de cuatro tiempos).*

Elaboración propia a partir de González *et al*., 2010 y del Ministerio de Industria y Energía, s. f.

Potencia en HP	Potencia en CV.h	Potencia en kW.h	Consumo específico Kg/kW.h	Diésel (l/h) Densidad 830 g/l	Gasolinas(l/h) Densidad 760 g/l
1	1,014	0,7457	0,248	0,29	0,32
2,5	2,54	1,86	0,458	0,55	0,60
5	5,07	3,73	0,925	1,11	1,22
10	10,14	7,46	1,849	2,22	2,43
15	15,21	11,19	2,774	3,34	3,65
20	20,28	14,91	3,699	4,46	4,87
25	25,35	18,64	4,623	5,57	6,08

Nicaracoop (s. f.) a los efectos de la formulación de presupuestos sugiere incrementar el consumo específico según la intensidad de uso o el esfuerzo, así, para uso normal le asigna un 25% adicional de combustible y en el caso de equipos arrendados se sugiere incrementar un 40% por dificultades en mantenimiento y mayor desgaste.

Con base en los coeficientes anteriores, se puede estimar para un motor diésel de 100 HP, arrendado (esfuerzo 40%), un consumo de diésel por hora de trabajo de 8,91 l.

A pesar de que los motores de dos tiempos tienen mayor consumo de combustible para igual potencia que los de cuatro tiempos, se prefieren para maquinaria de jardinería por ser motores sencillos, que pueden trabajar en cualquier posición gracias al sistema de lubricación del motor. Como desventaja, producen más contaminación por quemar aceite en forma continua y por tener mayor desgaste de las piezas del motor.

Ejemplo 6.1

Se quiere saber el costo de la mezcla por hora de trabajo para un motor de dos tiempos de 2,5 HP con un esfuerzo normal (25%) y una relación de mezcla 80:20. El precio de la gasolina (nafta) es de $ 45 y el litro de aceite para motor de dos tiempos es de $ 120.

Resolución: primero se calcula el precio por litro de mezcla: ($ 45*0,8+$ 120*0,2) = $ 60.

El consumo específico de gasolina es 0,6 l/h (ver Tabla 6.1), para un uso normal se debe incrementar un 25%, o sea, 0,6*1,25 = 0,75 l por hora.

Los litros de mezcla necesarios: 0,75 l/0,8 = 0,94 l de mezcla, por tanto, el costo de la mezcla por hora es: 60*0,94 = $ 56,4 l/h.

En motores de cuatro tiempos otro insumo relevante, además del combustible, es el aceite lubricante. Nicaracoop (s. f.) estima el consumo de lubricantes equivalente al 3

por 1000 de la potencia del motor en HP (gasolina o diésel). Por ello, para un motor de 100 HP el costo del lubricante de 0,3 l por hora de funcionamiento:

Consumo de lubricante (l/h): 0,003*100 HP = 0,3 l por hora de funcionamiento.

Ejemplo 6.2

Estimar el costo de combustible y lubricante por hora de funcionamiento para un equipo arrendado con un motor de cuatro tiempos de 45 HP que funciona a gasoil. Suponiendo el valor del litro de gasoil en $ 41,8 y el del lubricante en $ 290 el litro.

Resolución: consumo específico de gasoil por HP (según Tabla 6.1), 0,29 l por hora para 45 HP: 13,05 l. Ajuste por ser arrendado: 13,05*1,4 = 18,27 l.

Costo de combustible: 18,27 l*$/l 41,8 = 763.

Volumen de lubricante por hora de funcionamiento: 45*0,003 = 0,135 l

Costo de lubricante: 0,135 l*290 $/l = $ 39,15

La mejor forma de estimar el consumo de combustible de un equipo es a través del registro de las recargas periódicas; cuando se encuentra en actividad, este registro puede ser informado con relación a la cantidad de trabajo hecho o, en el caso de vehículo de transporte, por los kilómetros recorridos (el rango habitual es de 10 a 15 l por cada 100 km).

En el caso de equipos pequeños, una forma indirecta de registro, en lugar de litros, es el número de veces en que se completa el tanque por unidad de trabajo o por unidad de tiempo.

Las empresas contratistas entrevistadas que cortan el pasto con bordeadora tienen como consumo regular 4 l de mezcla por jornada y las que podan con motosierra consumen regularmente 2 l de mezcla por motor dos tiempos por jornada.

En síntesis, el mejor estimador para un presupuesto es el consumo promedio por unidad de trabajo o de tiempo obtenido a través del registro periódico de carga. Si faltan estos datos, los presupuestos se pueden realizar infiriendo los valores. En grandes números, con base en el consumo específico por unidad de potencia, un motor de menos de 5 HP puede consumir 1 l de combustible por hora, consumo que se incrementa en 1 l por cada 5 HP adicionales. El consumo de lubricante se puede inferir como el 3 por 1000 de la potencia declarada del motor.

6.2. Propósito del capítulo

El trabajo en áreas verdes puede realizarse en forma manual o con el auxilio de equipos que se mantienen en la empresa por más de un ejercicio. Estos bienes tienen costos variables imputados a su operativa normal (combustibles, repuestos, lubricantes, afilado de cuchillas, etcétera) y también costos fijos imputados a su permanencia en la empresa, aunque no se usen (depreciación, mantenimiento, interés sobre el capital, seguros). El presente capítulo tiene por fin explicar la forma de estimar costos fijos y variables de la maquinaria. También se presentan herramientas para determinar la conveniencia de arrendar o de tener equipo propio.

6.3. Los costos fijos

Además de los costos en insumos, los equipos propiedad de la empresa tienen *costos fijos* que deben financiarse aun cuando el equipo no opere. Las partidas que integran el costo fijo son:

- la amortización del valor del equipo (depreciación),
- la remuneración al capital invertido (costo de oportunidad),

la cuota parte anual de reparaciones y mantenimiento,
los gastos de seguro y guardería (puede ser opcional).

El primer concepto a tener en mente es que los equipos tienen un costo anual total fijo que debe recuperarse con los ingresos derivados del trabajo. La situación normal es que cada hora de uso del equipo genere un ingreso suficiente para remunerar una cuota parte de este costo anual. Si el equipo no genera trabajo, igual tiene que pagar el costo anual, y los beneficios obtenidos por las otras actividades se destinan a financiar estos costos, y esto reduce la rentabilidad del empresario.

El segundo concepto es que los costos fijos no se deben pagar en efectivo a nadie, son una reserva de dinero de la empresa para asumir reparaciones y cambios de equipos, así como una fuente de financiamiento para otros gastos.

Las empresas que arriendan equipos incluyen en el valor de arrendamiento los costos fijos de cada equipo contratado.

Como fue presentado en el capítulo 2, una de las primeras tareas a encarar en la empresa es el presupuesto de trabajo asociado a la revisión de ventas de bienes y servicios que prestará la empresa.

Para estimar los costos fijos es necesario saber las horas de trabajo anual planificadas por equipo, por ejemplo, las herramientas para corte de césped por 11 meses, durante 25 jornales mensuales, con 6 h efectivas de trabajo por jornal, lo que equivale a 1650 h anuales. Si otra empresa estima el uso solo 3 h efectivas por jornada, tendrá una previsión de trabajo de 825 h/año.

Suponiendo una empresa con una bordeadora y una cortadora de césped, si la primera herramienta tiene una vida útil técnica (determinada por el fabricante) de dos años o 3300 h y la cortadora de tres años o 5000 h, el uso previsto de 1650 h por año para ambas es acorde con la previsión de desgaste y obsolescencia de los fabricantes.

Se define como *hora umbral* el resultado de dividir el total de horas de vida útil sugerido por el fabricante entre los años de vida útil sugerido. Esa hora umbral es la meta de uso normal del equipo.

En el ejemplo en discusión, la hora umbral sería de 1650 h al año, y la empresa debería recambiar la bordeadora cada dos años y la cortacésped cada tres años, los ingresos por producción en las 1650 h trabajadas serían suficientes para financiar dichas compras.

La segunda empresa que trabaja 825 h por año recién recuperaría el valor a los cuatro y a los seis años de trabajar con ellas, momento en que se observaría el desgaste, pero ya a los dos y tres años sus equipos serían obsoletos. En ese caso, el equipo dura seis años antes de llegar al desgaste, pero para ser competitiva debería considerar la obsolescencia técnica y, en consecuencia, renovar el equipo a los tres años. En este caso, los costos fijos por hora son más elevados.

Como criterio, si la proposición de trabajo anual es inferior a las horas umbral del equipo, la depreciación anual se debe estimar con base en los años de vida útil; si el uso es superior a las horas umbral, la depreciación anual se estima como la depreciación por hora multiplicada por las horas de uso real del equipo.

El caso extremo es el de una empresa que nunca usa el equipo, que si bien este no tiene desgaste, sí tiene pérdida de valor por obsolescencia. En las secciones siguientes se presenta la forma de estimación de cada una de las partidas de costo fijo.

6.3.1. Depreciación

La depreciación es el costo de la máquina por desgaste u obsolescencia técnica.

La información necesaria para su cálculo es el valor a nuevo o de compra del equipo (VN), la vida útil total estimada en años u horas (VU) y, si existe, valor de rescate o recuperación (VR). El VR es el valor del equipo vendido como chatarra, en el caso de pequeños equipos la recuperación se asume como 0, en los mayores puede llegar hasta el 20% del valor del VN.

$$Depreciación\left(\frac{\$}{h}\right) = D = \frac{(VN - VR)}{VU}$$

La depreciación puede expresarse como $/año o $/h, y es preferible utilizar la expresión $/h para los equipos, ya que dicho valor suma en el costo total de los servicios prestados con este.

En Uruguay las entrevistas realizadas a los operadores fueron consistentes en asignar a los pequeños equipos como motosierras, bordeadoras, sopladoras, cortacercos, máquinas de corte de pasto de tracción manual, poceras con motor de dos tiempos una vida útil mínima de 1,5 años y una vida máxima de 2,5 años.

Esta vida útil anual indicaría un rango potencial de 2700-4500 h bajo el supuesto de planes de trabajo de 300 jornadas por año con 6 h efectivas de uso por jornada. No parece realista trabajar 6 h de continuo por jornada sin paradas para reposición, ajuste o afilado, por ello en las estimaciones conviene suponer dos años de vida útil o 2500 h totales para un régimen de ocupación de 4 h efectivas en 300 jornadas por año.

En este caso, la *hora umbral por año* para los equipos pequeños antes descriptos sería de 1250 h por año (2500/2).

Houston (2014) asigna para autos, camionetas y camiones por debajo de una tonelada de carga una vida útil de 8320 h (2080 h/año por cuatro años). Si pasados los cuatro años de adquirido el vehículo se encuentra en buen estado porque se hizo adecuado mantenimiento y se fue cuidadoso en su operación, igual debería reemplazarse por un nuevo equipo para mantener su valor con base en costos. Luego de ese lapso, es probable que el vehículo genere más egresos que la reserva financiera por concepto de costos.

Los fabricantes indican la cantidad de horas de vida útil esperadas antes de que los equipos sean obsoletos; así, la maquinaria pesada, como tractores, excavadoras, grúas, camiones de mayor porte, tiene una vida útil de trabajo de 10 000 h, tiempo a partir de la cual sería necesario hacerle reparaciones mayores; estas 10 000 h se reparten entre diez o 15 años. Si el equipo no tiene un uso intenso, se debería considerar recuperar el monto de la depreciación con las ventas de cuatro o cinco años.

Houston (2014) indica que puede establecerse una regla de 100 h de vida útil por cada HP de potencia cuando el motor se mueve a gasoil o 125 horas cuando se opera a gasolina (naftas), generando los siguientes rangos:

Rango de potencia (HP)	VU (horas) gasoil	VU (horas) nafta
10 a 50	1000-3000	1250-4500
50 a 100	5000-7500	
Mayor a 100	7500	10 000

En el caso del valor de compra o valor nuevo, siempre conviene usar el valor de un equipo nuevo sin uso. Cuando se debe competir en un presupuesto, no importa si el equipo en cuestión se compró sin uso o con uso, lo que importa es que el costo de depreciación colocado en la tarea sea suficiente para recuperar el capital desgastado, en ambos casos el costo por hora aplicado al trabajo es el mismo. Este criterio, además de facilitar el cálculo, no sobreestima los costos porque el equipo usado tiene mayor gasto en reparaciones y mantenimiento que uno nuevo.

Para calcular la depreciación también se toma en cuenta el precio de lista de cada ejercicio, pues así automáticamente se hace el ajuste por inflación o cambios de precios por oferta y demanda.

Ejemplo 6.3

¿Cuál es la depreciación por hora de un equipo que tiene un valor de compra de $ 15 000, una vida útil estimada de 5000 h y cuyo valor de recuperación es el 5% del valor nuevo?

Resolución: depreciación D: (VN-VR)/VU

Donde VN = $ 15 000, VR = $ 15 000*0,05 = $ 750 y VU = 5000 h

D = (15 000-750)/5000 = 2,85 $/h

Un problema frecuente en las empresas es la subutilización del equipo, esto ocurre cuando en el año se usan menos horas que las establecidas como horas umbral. Cuando se subutiliza el equipo, no se ahorra en depreciación, sino que el valor por hora asignado a la depreciación se incrementa. En ese caso, la depreciación del año corresponde al valor de depreciación calculado según los años de vida útil; si eventualmente el equipo se usara solo 1 h en el año, esa hora llevaría todo el costo de depreciación del año.

Subutilizar equipo o, lo que es lo mismo, estar sobredimensionado en equipamiento, determina mayores costos fijos por concepto de depreciación.

6.3.2. Interés

Al comprar un equipo se invierte dinero que deja de estar disponible para otros usos, por lo cual la inversión en equipos tiene un costo de oportunidad expresada a través de una tasa de interés *i*.

Al calcular un costo de oportunidad al equipo, se está asumiendo que cada hora de trabajo de este debe obtener una remuneración capaz de pagar el interés que daba la colocación anterior del capital.

El monto de capital que debe pagar interés es el valor promedio del equipo entre el valor nuevo y el valor de recuperación:

$$Interés = I = \frac{VN + VR}{2} * i$$

Siendo *i* la tasa de interés que representa el costo de oportunidad por invertir dinero en la compra del equipo.

Ejemplo 6.4

En el equipo del ejercicio 6.3, si la tasa de interés de referencia es del 8% anual, ¿cuál es el monto del costo de oportunidad por hora si en el año se trabajan 1250 h?

Costo de oportunidad: (VN+VR)/2*i

Donde: VN = $ 15 000, VR = $ 750 e i = 0,08

I = (15 000+750)/2*0,08 = $ 630 por año

Si se usa 1250 h al año: 630/1250 = 0,50 $/h

Houston (2014) y Angley, Horsey y Roberts (2002) plantean que en el caso de comprar el equipo con un financiamiento o mediante un *leasing*, en lugar de incluir el costo de oportunidad se incluya la tasa de financiación. Proponen incluir el costo de depreciación e interés en un solo indicador denominado «costo de adquisición por hora» (CAH), que es una ecuación que incluye el VN, la tasa anual de interés *i*, el VR y la VU (en horas y años) definidos anteri

$$Costosdeadquisiciónporhora = CAH = \frac{VN + I - VR}{VU}$$

Definen I como:

$$I = \frac{VN * i * VU}{2}$$

El valor de *i* es la tasa de interés que valora el mayor entre el costo de oportunidad o la tasa de financiación.

Ejemplo 6.5

Calcule el costo de adquisición promedio por hora (CAH) para el equipo con los datos de los ejercicios 6.3 y 6.4.

Resolución: lo primero es calcular I = ($ 15 000*0,08*4)/2 = $ 2400. Luego de ello se calcula CPH = ($ 15 000+$ 2400-$ 750)/5000 = $/h 3,33.

Si se observa el monto de D e I calculado en los ejercicios 6.3 y 6.4 y se suman, se tiene un costo fijo de 3,35 $/h, mientras que el CAH es 3,33 $/h.

6.3.3. Costos de mantenimiento

Además de interés y depreciación, se debe incluir una partida como previsión de repuestos y mano de obra para mantener al equipo funcionando con todas las prestaciones. Es un mantenimiento de rutina que se hace periódicamente. No se incluyen aquí, por ejemplo, rectificados de motor, adaptaciones mecánicas para otros usos, reparación del chasis o del sistema de transmisión.

Como costos de mantenimiento, Angley, Horsey y Roberts (2002) mencionan: seguros, filtros y cambios de lubricantes, ajuste de frenos, cambios de cubiertas, baterías, mangueras de sistemas hidráulicos, bujías u otros elementos menores del motor, protección de la cabina para lluvia o viento, cinturones y elementos de seguridad, afilados y nivelación de cuchillas, cambios de cabezales en bordeadoras, sistemas de protección. El monto de estos incluye los materiales y la mano de obra implicada, que puede ser interna o externa a la empresa.

El monto de estas erogaciones debe estimarse para toda la vida útil del equipo. Las fuentes de información para estos cálculos son los registros de la empresa o el mismo proveedor de la marca.

Otra forma de estimarlo es mediante coeficientes que aplican sobre el valor nuevo, los porcentajes pueden variar entre un 40 y 80% de este. Cuanto más simple y con menos piezas móviles, el coeficiente se ubica cercano al 40 %; cuanta mayor cantidad de piezas móviles, electrónicas o hidráulicas, el coeficiente es cercano al 80%. Nicaracoop (s. f.) indicaba para herramientas de horticultura un porcentaje de reparaciones y mantenimiento del 120% del VN, y la Junta Nacional de la Granja, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca ([JUNAGRA, MGAP], 1996) estima el costo de reparaciones y mantenimiento en el 90% del valor de consumo de combustible.

Ejemplo 6.6

Estime el costo por hora de uso de una camioneta pickup utilizada como apoyo en las tareas externas de la empresa. El vehículo se compró por un valor de $ 540 000 y fue financiado a una tasa de interés del 18%, valor que se toma como costo de oportunidad, su valor de reventa a los cuatro años se estima en $ 162 000. El valor del seguro anual es de $ 18 000, la patente anual se estima en $ 9000, los cambios de filtros y de aceite se estiman en uno por mes a $ 1500 cada vez. Costos asociados a frenos, embragues y similares se estiman en $ 60 000 en la vida útil. Se espera cambiar dos veces todas las cubiertas por un monto de $ 21 000 por cada vez, y otros gastos varios asociados a la camioneta se calcula en $ 110 200. La vida útil en horas se estima en 8000. Para consumo de combustible por hora considere una potencia de 120 HP, consumo de diésel, factor de uso 25% y un precio de 41,8 $/l. ¿Cuál es el costo por hora de trabajo de la camioneta?

Resolución:

Depreciación: (540 000-162 000)/8000 = 47,25 $/h

Interés: (540 000+162 000)/2*0,18 = 63,18 $/h

Mantenimiento para la vida útil:

Seguro cuatro años	= 18 000*4	$ 72 000
Patente cuatro años	= 9 000*4	$ 36 000
Filtros y aceite lubricante	= 1500*12*4	$ 72 000
Frenos y otros		$ 60 000
Cubiertas	= 21 000*2	$ 42 000
Otros gastos varios		$ 110 200
Total de mantenimiento		$ 392 200

Mantenimiento por hora: $ 392 200/8000 h = 49 $/h
Consumo de combustible por hora: 120 HP*0,29 l/HP*1,25*41,8 = 1818 $/h.
Costo por hora de uso: 47,25+63,18+49+1818 = 1977 $/h

Los cálculos anteriormente presentados se refieren a los costos imputados a los equipos propios de la empresa; si no se dispone de equipos propios, es necesario arrendarlos.

Cuando se contrata la labor de una máquina y el operario no es de la empresa, el tratamiento de dichos costos es el de un subcontratista. Cuando solo se arrienda el equipo, se ingresa dicho valor como suma de los costos fijos y variables de equipamiento más el margen de utilidad del contratista (30 a 50% de los costos).

Una regla usual para definir si conviene comprar o arrendar un equipo es estimar las horas de uso previstas para este. En el caso de que el equipo se ofrezca para arrendar y si las expectativas de uso son el 50% o menos del uso anual teórico, conviene arrendar. La decisión final de conveniencia dependerá del análisis financiero que conlleva una decisión de inversión, como se verá en próximos capítulos.

6.4. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio define la cantidad mínima de unidades de trabajo a realizar para cubrir los costos fijos y las variables del equipo con los ingresos que se obtienen por el servicio prestado. Sirve para definir el tamaño del equipo a adquirir y para definir el volumen mínimo de trabajo a efectuar.

En el *punto de equilibrio* no se gana ni pierde dinero, en él se verifica que los ingresos totales son iguales a los costos totales de producción, es decir:

$$IT = CF + CV$$

O lo que es igual a

$$(ITu * u) = CF + (CVu * u)$$

Donde IT son los ingresos totales (producto del ingreso unitario IT_u por el número de unidades u de trabajo en horas o unidades de producto), CF son los costos fijos totales y CV son los costos variables totales (producto de CV_u por unidad de producto y u número de unidades de producto).

Las unidades producidas se venden a un precio determinado y tienen asociado un costo variable por unidad.

La diferencia entre el ingreso por unidad IT_u y el costo variable por unidad CV_u se denomina *margen de contribución* por unidad producida.

Trabajando en la anterior igualdad, agrupando los términos que multiplican por u y sacando factor común se puede definir las unidades de equilibrio, en otras palabras, el número mínimo de unidades a producir para cubrir los costos fijos y variables:

$$unidadesdeequilibrio = \frac{CF}{(ITu - CVu)}.$$

Las unidades de equilibrio se obtienen dividiendo el valor de los costos fijos totales por el margen unitario de contribución.

Ejemplo 6.7

Determine la conveniencia de comprar un equipo para producir 4000 unidades de producto a $ 4,5 por unidad. Se estima $ 5000 de costos fijos y $ 3,5 de costos variables por unidad producida. En caso de no convenir, indique cuántas unidades como mínimo deberían hacerse.

Resolución: empleando la fórmula del punto de equilibrio, será conveniente si los ingresos son mayores o iguales al total de costos: IT = CF+CV

Planteo de la igualdad: $ 4,5*4000 u = $ 5000+$ 3,5*4000 u

$ 18 000 = $ 5000+$ 14 000 $ 18 000<$ 19 000. NO conviene la compra.

Unidades: $ 5000/(4,5-3,5) = 5000 u.

6.5. Síntesis

La ejecución de un trabajo requiere herramientas y equipos, que integran la partida *costo del equipo*. Este puede ser estimado por el costo medio por hora de uso o por el valor de arrendamiento, en caso de no ser propio.

El costo medio por hora de un equipo (Angley, Horsey y Roberts, 2002) es la relación entre la estimación de los costos fijos y variables anuales del equipo propio y las horas de uso planificadas para el año. Los *costos fijos* (CF) son aquellos costos asociados al equipo y a todos los bienes de capital de la empresa que permanecen en ella más de un año, que existen aunque no se los use en ninguna actividad (amortización del capital, interés, seguro, ficto de reparaciones y mantenimiento, guardería). Los *costos variables* (CV) son aquellos que solo se generan cuando se realizan obras y no existen si no hay actividad (combustible, lubricante del motor).

> **Recordar**: la partida de costos asociada a los equipos se estima usando el costo medio por hora del equipo. Es el producto del número de horas necesario multiplicado por su costo medio por hora. El costo medio, en el caso de equipo arrendado, es la tarifa de arrendamiento por hora.

Eventualmente, puede haber un subcontratista que haga parte de labores por una tarifa global.

> **Recordar**: las etapas de la obra que se ejecuten mediante arrendamiento de servicios a subcontratistas se cotizarán según las horas necesarias de labor y la tarifa por hora establecida por el subcontratista

6.6. Ejercicios

Los ejercicios propuestos en esta sección se pueden verificar en el enlace que figura al final de este capítulo. Este archivo contiene una hoja denominada «Base de datos», **la cual no se debe alterar**. Para un uso correcto, es conveniente actualizar el valor a nuevo de todos los equipos detallados.

En la hoja de cálculo denominada «Lista desplegable» se obtiene una funcionalidad que permite obtener los costos fijos y variables de los equipos detallados en la base de datos. Para su uso hay que seguir las instrucciones establecidas allí.

Varios ejercicios hacen referencia a esta lista desplegable, por lo que se sugiere realizar este práctico usando la planilla de cálculo y verificando los resultados alcanzados con los presentados en cada ejercicio.

Ejercicio 1

Una empresa dedicada al corte de césped ha relevado información de una serie de equipos idóneos para tal actividad y conoce cuántos metros cuadrados puede cubrir en 1 h de trabajo:

Equipo para corte de césped	Potencia	Velocidad avance (km/h)	Productividad (m^2/h)
Plataforma giro cero	21,5 HP	2,5	2.900
Tractor jardinero LA 105 John Deere	19,5 HP	4,5	4.300
Tractor jardinero LA 145 John Deere	22 HP	4,5	4.900
Tractor jardinero LA 175 John Deere	26 HP	4,5	5.500
Cortadora a nafta 5 HP Husqvarna HU 700	5 HP	2,5	1.200
Tractor John Deere D130	22 HP	9	8.400
Cortacésped Honda 160 cc HRS 536	5 HP	4,5	2.000

Con el auxilio de la hoja «Lista desplegable» y sabiendo que el tipo de cambio en pesos por dólar es 29, la tasa de interés del costo de oportunidad es del 8%, el precio del diésel es 1,44 USD/l, el precio del lubricante es 10 USD/l, el precio de la nafta es 1,55 USD/l, y que el aceite para motores de dos tiempos es 13,41 USD/l, indique:

a. El costo fijo, el costo variable y el costo total en USD/h para cada equipo.
b. El costo fijo, el costo variable y el costo total en $/h para cada equipo.
c. El costo total por metro cuadrado en USD y en $.
d. El costo por jornal con base en jornales de 6 h efectivas.
e. Los metros cuadrados de césped posibles de cortar en un jornal de 6 h efectivas.
f. ¿Cuál es el equipo con menos costo por hora de trabajo?
g. ¿Cuál es el equipo con menos costo por metro cuadrado?
h. Si tuviera que realizar un área de 30 000 m^2 con un costo por jornal de $ 400, ¿cuál es el más económico?

Ejercicio 2

Estime el costo horario promedio de funcionamiento para un minicamión. Se sabe que tiene una vida útil de cuatro años o 100 000 km y que se usará 300 j/año con un uso efectivo de 6 h/j. Tiene un valor nuevo de USD 13 500, un costo de oportunidad del 4%, un porcentaje de mantenimiento sobre el valor nuevo del 68% y un valor de salvamento del 35% del valor nuevo. Se prevé como costos de mantenimiento en la vida útil del camión un seguro anual de USD 1000, cambios de aceite y filtros cada 5000 km por un valor de USD 31 por cambio, mantenimiento del sistema de frenos y embrague dos veces por USD 780 cada una; dos cambios de juegos de cubiertas por USD 300 cada una y ajustes varios en el motor por USD 2400.

A partir de la información precedente y considerando un consumo de combustible de 0,42 l/km con un valor de 1,44 USD/l, ¿cuál es el CAH? Considere para su resolución los dos métodos descriptos en el capítulo.

Ejercicio 3

Se ha comprado una cortadora de césped por un valor de USD 1100. Se estima que se usará 2,5 h por día, cinco días a la semana, 30 semanas al año y tendrá una vida útil de dos años; no se considera que tenga valor de salvamento y se estima un interés como costo de oportunidad del 5%. Los registros de la empresa establecen que el coeficiente de mantenimiento es de un 60% del VN. Por la cartilla técnica se infiere que en 2,5 h de trabajo consumirá un tanque completo de 3,78 l. Se usa mezcla de nafta aceite 2T en una relación 1:30. ¿Cuál es el CAH estimado si la nafta tiene un costo de USD/l de 1,55y el aceite USD/l 13,4?

Ejercicio 4

Se ha comprado un motocultor por USD 2500 y el propietario considera que no se le debe asignar ni costos de interés ni valor de salvamento. Se estima que el equipo tiene una vida útil de 750 h y un costo de mantenimiento en la vida útil de USD 1000. Consume 3,78 l por hora de trabajo de mezcla 1:40 de nafta y aceite 2T. El propietario emplea el equipo para acondicionar el suelo de los canteros de flores previo a su plantación y estima un jornal de operario de 3 USD/h, y para estimar los CV sabe que la nafta vale 1,55 USD/l, el aceite vale 13,4 USD/l, y hace una mezcla 1:30. Con el equipo trabaja 2000 m^2 por hora.

Quiere saber si le conviene usar el equipo para acondicionar una serie de canteros que suman un área de 2500 m^2 o si le conviene más hacerlo en forma manual con una cuadrilla que hace 100 m^2/h a un costo medio de 2,5 USD/h. El uso del motocultor tiene un costo adicional de 10 USD/h en traslados.

Ejercicio 5

Una empresa tiene que seleccionar el equipo de carga de menor costo para desplazar 4 m^3 de escombros dentro del área de intervención. Estima que la distancia entre pila de escombros y camión determina un tiempo de traslados de 15 min por carga (considera ida/vuelta y cambios de frente). Dispone como opciones un cargador a oruga Kubota, dos tipos de cargadores marca Bobcat (BC 863 y BC 753) y un cargador Gehl. El tiempo de carga promedio de un cucharón es de 5 min y el de descarga 7 min. El cargador Gehl requiere un acondicionamiento del piso de carga que tiene un costo adicional de USD 190. El costo promedio del operador es de USD 35 por 8 h efectivas; si trabaja hasta 10, las 2 h adicionales se pagan un 25% adicional y solo se puede fraccionar la jornada a la mitad.

La capacidad de carga de los equipos es:

Tipo de cargador	**Potencia**	**Valor nuevo (USD)**	**Capacidad de carga (m^3 por cucharón)**
Minicargador a oruga Kubota	25 HP	18 000	0,10
Cargador Gehl	42 HP	25 165	0,51
Cargador Bobcat BC863	72 HP	36 025	0,18
Cargador Bobcat BC753	43 HP	26 423	0,15

A su juicio, ¿cuál de los equipos es más conveniente? Use para los cálculos de CF y CV la hoja de cálculo «Planilla desplegable» y verifique en la base de datos el valor nuevo de los equipos.

Ejercicio 6

Una empresa de mantenimiento de césped tiene que cotizar el mantenimiento de un parque. Según los planos, este tiene la forma de un trapezoide con dimensiones h = 40 m, b1 = 450 m, b2 = 300 m. El área edificada, las vías de circulación y las áreas sin césped ocupan 3000 m^2.

Un técnico visitó el terreno y le presenta las siguientes estimaciones de productividad y costo por hora con el equipo de la empresa:

Implemento	Área cubierta en 1 h (m²)	CF (USD/h)	CV (USD/h)	Costo medio de la cuadrilla (USD/h)	Hora extra (USD/h)
Bordeadora Husqvarna 226 R	1800	0,64	0,86	4,00	5,00
Plataforma giro cero	2900	0,63	6,92	4,00	5,00
Sopladora Sthil	5000	0,47	0,86	4,00	5,00
Aireadora SISIS Turfman MK2	940	0,55	2,27	4,00	5,00
Fertilizadora manual Eqqus 60 l	900	0,23	0,00	4,00	5,00

La cuadrilla básica es de dos personas. Cuando cortan, una trabaja con el giro cero y la sopladora, y la otra emplea la bordeadora. Para fertilizar y airear, operan un equipo, pero asisten los dos operarios.

Las especificaciones de trabajo son: dos veces por mes corte de pasto con giro cero, bordeadora y soplador; aireado una vez cada seis meses; fertilizado cuatro veces al año. Se pide el costo de mantenimiento total por año y también expresado por metro cuadrado.

Ejercicio 7

Una empresa posee un minicamión para el traslado de equipo y personal a los diferentes puntos de trabajo. Recorre en el año 25 000 km y el camión está en uso 8000 h/año con una vida útil de cuatro años. Se quiere saber el costo total por jornada que supone llevar a los empleados al punto de trabajo. Se sabe que el traslado supone llevar a los empleados, regresar a la empresa, buscarlos al finalizar la jornada y regresarlos al punto de partida. Los datos para calcular los costos son los siguientes:

Costos	$/h		Unidad	
Depreciación	42	Consumo de combustible	km/l	15,00
Interés	2	Recorrido para levantar los operarios	km	2,00
Mantenimiento	44	Recorrido empresa-punto de trabajo	km	16,50
Patente	2,17	Velocidad de marcha	km/l	50,00
Alquiler de garaje	4,5	Combustible	$/l	46,00
Salario de chofer	120			

Ejercicio 8

Una empresa de jardinería quiere saber cuál es el CV de una desbrozadora que consume 4 l de mezcla de nafta y aceite en 3 h de trabajo. Al operario se le paga un jornal de $ 936 por 8 h de trabajo. El galpón donde se guarda la maquinaria cobra $ 2300 por mes. Al capataz de obra se le paga $ 25 000 al mes más los aportes correspondientes. Asuma el valor del dólar a 28,5. El combustible mezclado con aceite presenta un valor de 50 $/l. ¿Todos los costos presentados son variables? ¿Cuál es el costo variable por hora?

Ejercicio 9

Una empresa de jardinería que se dedica a plantaciones y servicios de mantenimiento posee una segadora de césped y quiere saber cuál es el costo variable por hora. La máquina consume un bidón de nafta de 5 l cada 3,5 h y el operador cobra por mes $ 20 000 trabajando solamente en el corte del pasto 5,5 días por semana, a razón de 6 h efectivas por jornada.

Si la productividad del servicio de césped es 400 m^2/h (incluyendo levantar el césped cortado), ¿cuánto tiempo demorará en cortar 1500 m^2 de césped de un parque? Asuma un valor del combustible de 46 $/l. ¿Cuál es, a su juicio, la utilidad de conocer solo los costos variables de un trabajo? ¿Qué información debería agregar para presupuestar el servicio?

Ejercicio 10

Una empresa agrícola está extendiendo sus servicios hacia el paisajismo rural. Espera prestar servicios durante 300 jornadas al año, 8 h efectivas por jornada. Dispone de un equipo adaptado a pequeñas y medias superficies con el siguiente detalle:

Equipo	**Ancho de trabajo (m)**	**Velocidad de avance (km/h)**	**Productividad (m^2/h)**
Tractor agrícola Ford 6600			
Excéntricas	2,5	7	15 750
Disqueras	1,6	8	11 520
Vibro cultivadoras	1,6	8	11 520
Fertilizadoras centrífugas		9	10 000
Fertilizadoras pendulares		9	10 000
Sembradora 16 líneas	3	6	16 200
Rotativas	1,5	8	10 800
Pulverizadoras de barra	3	7	18 900

Solo obtuvo contratos por 1500 h: 1000 h usando el tractor con la rotativa, 400 h usando el tractor con la excéntrica y 100 h usando el tractor con la fertilizadora centrífuga. El salario por hora del maquinista es de USD 4.

Con el apoyo de la hoja de cálculo «Lista desplegable», indique cuál es el CF y el CV anual de esta empresa para los equipos que posee. ¿Cuál es el salario percibido por el tractorista en el año? ¿Cuál es la relación entre el total de CF y CV del año?

Resolución: Archivos Excel

Capítulo 7

Gastos generales en obra

7.1. Propósito del capítulo

El presente capítulo tiene por objeto presentar aquellos costos generales asociados a la obra, pero no directamente dependientes del avance de obra. Se detallan las partidas que generalmente deben considerarse como costos accesorios. Los criterios de estimación son los mismos que los ya vistos en capítulos anteriores.

7.2. Las categorías incluidas

Los materiales, equipos y contratos asociados a esta categoría son múltiples, algunos ítems destacables son el alquiler de barreras y tarimas para el tránsito de transeúntes, el gasto en análisis de suelos y aguas, los remolques que sirven de vestuario para los trabajadores, los baños químicos, los gastos de generadores de luz si la obra debe continuar en la noche, entre otros.

Las partidas se clasifican en materiales, subcontratos o trabajo, y el tratamiento de sus costos es igual a lo ya visto. Es conveniente expresar el costo unitario por hora, pues su permanencia en el trabajo depende de las horas de duración de la obra.

El transporte diario de los trabajadores al sitio de trabajo tiene asociado el costo fijo de la camioneta que los lleva según las horas de transporte, los costos variables se definen por la distancia y el tiempo requerido en ruta, los tiempos de carga y descarga de la cuadrilla y su equipamiento, además del tiempo de limpieza. Estos sobrecostos deben agregarse al presupuesto de trabajo.

Las categorías más comunes a agregar en las condiciones generales son:

1. *Supervisión*. 1 h/j. Esta función puede llevarla adelante el dueño o un gerente de la empresa, y es el tiempo que está en la obra; a este tiempo se le puede agregar el de conducción desde y hacia la empresa. La mayor proporción del salario de esta persona está cargado en los gastos de administración. Pueden incluirse aquí las horas que dedica a atender los reclamos del cliente, a negociar los contratos, a pagar los avances de obra a los contratistas y tareas afines.

2. *Locomoción del supervisor*. 1 h/j de los gastos fijos y variables que representa el vehículo para la empresa, o si el vehículo es del supervisor, como compensación de viático.

3. *Tiempo del administrador*. Si la empresa subcontrata una empresa que lleva todas las planillas de trabajo e impositivas, corresponde asignar una cuota parte de este costo a la obra según su magnitud. También el tiempo del administrador se ocupa en el seguimiento de precios, órdenes de compra y entrega, búsqueda de proveedores. Pueden asumirse para este fin 2 h/j presupuestado.

4. *Gastos en locomoción de la cuadrilla*. Costos fijos y variables del vehículo por hora 8 h/j o por el tiempo que demande la permanencia de la cuadrilla en cada trabajo.

5. *Costos de carga y descarga de materiales y equipos*. 0,5 h por persona y por día. Este costo corresponde a la operación normal de la cuadrilla en cada jornada de trabajo. Se cargan y descargan cortadoras de césped, tanques con combustible, palas, tijeras, elementos de seguridad y demás implementos de uso diario en cada punto de trabajo. Se estima que se destinan 15 min a cargar la camioneta y 15 a descargarla por jornada por persona.

6. *Tiempo de traslado de la cuadrilla*. Dicho valor se puede incluir en las horas de trabajo de la cuadrilla (tiempo directo más horas de viaje) y en ese caso el costo de traslado ya está asignado.

Si el tiempo de traslado se le asigna a una persona que tiene exclusivamente ese rol, podrá definirse como un salario o como un subcontrato si el chofer además aporta su propio vehículo.

Debe tenerse en cuenta que el tiempo de traslado puede ser una condición negativa para una empresa más alejada cuando compite por una licitación con otras que están muy cerca del área a operar. Se debe ser flexible con el criterio de inclusión en el presupuesto para evitar quedar muy alejado del precio de competencia.

7. *Movilización del equipo de mayor envergadura (h/trabajo)*. Esta partida tiene sentido cuando es preciso movilizar equipos pesados, como tractores, perforadores o cargadores a los lugares de trabajo. El costo se compone del alquiler del tráiler, de los gastos directos e indirectos del remolque, del tiempo de carga y descarga y, eventualmente, de los tiempos de una cuadrilla dedicada a montar los equipos sobre el tráiler, sujetarlos y posteriormente descargarlos. Se deben contabilizar dos viajes: uno para llevar el equipo y otro para retirarlo. El monto total se puede incrementar con un porcentaje por imprevistos o por horas extras de la cuadrilla si se emplea el mismo personal de la empresa.

8. *Fletes*. Asociado a materiales, es el valor pago por el traslado de plantas y otros materiales a la obra, puede ser una sola empresa para todos los movimientos de carga o puede ser un costo de flete incluido en el precio de compra de los materiales. Con relación a materiales especiales que se adquieren en el exterior por medio de compras web puntuales en empaques pequeños (lámparas de luz especial, adornos u objetos de arte), este costo puede ser muy significativo por tener asociados traslados en avión y seguros incluidos. En cuanto a materiales a granel, deberá incluirse también el costo de su carga y descarga en el sitio de trabajo, aspecto importante cuando en cada flete se trasladan muchos bultos.

9. *Arrendamiento* o cuota parte del valor de baños químicos, portaherramientas o boxes para contener materiales.

10. *Permisos, licencias, honorarios* y similares se incluyen como una partida de materiales por su valor.

11. *Arrendamiento de volquetas balizas* y otros implementos accesorios se incluyen como materiales dentro del presupuesto. Puede incluirse aquí también el egreso por el tiempo asociado al transporte periódico de los residuos hasta el sitio de deposición final, este monto puede ser el pago de un servicio o el costo de equipo y mano de obra, si es realizado con equipamiento propio.

12. *Tiempo de riego de plantas* es un componente aplicado al mantenimiento de las plantas previo a su plantación y luego de ella antes de entregar la obra. Puede suponer costo de agua corriente o de bombeo y traslado si en el sitio no hay agua disponible durante la obra. En todo caso, se debe considerar equipo y materiales para obtenerla y tiempo de trabajo en el riego si no se ha considerado en el presupuesto de plantación.

13. *Limpieza y acondicionamiento de herramientas al final del día.* Se estima que el afilado, lubricación, limpieza, reposición de insumos, guardado y depósito en lugar seguro demanda 0,15 h por persona por día agregado al CPH.

14. *Viáticos y alimentación* pueden ser necesarios si la obra se desarrolla en un lugar alejado al de la residencia de los trabajadores. Es habitual pagar estas partidas cuando el operario no regresa a su domicilio al finalizar la jornada.

15. *Porcentaje de costos por garantías*. Si en el contrato se establece la garantía de funcionamiento y de reposición de materiales defectuosos o dañados, debe estimarse el costo de trabajo y materiales asociado a esta reposición y la proporción esperada de daños por obra. El reemplazo es más costoso que una buena instalación inicial, por ello, se debe hacer el mayor esfuerzo por garantizar la calidad inicial de toda la obra.

Si las plantas se tarifaron con garantía de por vida, no debería incluirse otra vez este porcentaje en los gastos generales.

16. *Las horas de diseño*, hora de trabajo o valor de los honorarios profesionales. Si el contratista que ejecuta la obra es también quien la diseña, puede no cobrar por el diseño y elaborar solo bocetos simples para intercambiar con el propietario y tener una guía de acción. Si se requiere planos más específicos, la partida queda como subcontrato, esto depende del destino de dichos planos y puede incluir a más de un profesional. Es preferible generar un contrato totalmente separado por el diseño de sus planos y especificaciones en lugar de sumar su costo al valor de ejecución de la obra.

Como un estimador inicial, se puede dar una cuota inicial por una obra simple, por ejemplo, USD 500 y una tarifa por hora de diseño. En cualquier caso, el 50% de dicho valor debería abonarse al inicio del trabajo como garantía de contrato y el resto al presentar el diseño.

17. *Comisiones*. Muchas empresas pagan a personas de influencia para que recomienden la empresa o admiten pagar una comisión por cliente cuando este les llega referenciado. Un vivero que venda solo plantas puede informar de un servicio de mantenimiento a consulta del cliente, este le puede decir que si va recomendado tendrá un descuento o tratamiento preferente. Si el cliente efectivamente hace el contrato con la empresa de servicios, esta le pagará al productor de plantas un porcentaje como comisión por ventas. Estas comisiones son parte de los gastos generales de la obra.

Houston (2014) indica que esta partida puede representar entre un 5 y un 10% del total del precio para un trabajo de instalación en obra nueva y entre el 12 y el 15% en trabajos de mantenimiento. Las horas de trabajo aplicadas a las tareas descriptas en las condiciones generales pueden alcanzar entre 15 y 25% del total de horas de trabajo presupuestado.

7.3. Síntesis

Los costos generales de obra o condiciones generales son una lista miscelánea de materiales, tiempo de labor y de equipos asociada a cada presupuesto de obra. Dependiendo de las condiciones de operación y dificultades especiales que puedan observarse, su valor varía y debe ajustarse, pero no debería superar el 15% del monto total de materiales, equipos y mano de obra del trabajo central. Las estimaciones de cada adicional deben calcularse según los criterios vistos para las partidas de materiales, equipos y salarios, también pueden representar solo tiempo de trabajo o subcontratos.

CAPÍTULO 8

Gastos generales y de administración

8.1. Propósito del capítulo

Identificar las principales actividades que corresponden al funcionamiento de una empresa y cuya cuota parte de valor debe incluirse en el presupuesto de obra. Se presentan tres métodos de estimación: el del porcentaje fijo, el del porcentaje de recuperación variable y el método de porcentaje de horas trabajadas.

8.2. Las funciones de una empresa

Toda empresa debe atender cuatro áreas: productiva, ventas y marketing, finanzas y contabilidad, y dirección y planificación.

La *dirección de la empresa* es el área vinculada con la función gerencial y de administración, desarrolla los planes a partir de los objetivos y metas definidos por los propietarios. Es el área encargada de formular el presupuesto anual de operación, el presupuesto financiero, el flujo de caja proyectado y los planes de producción anual. Es allí donde se analizan los resultados mensuales (indicadores, ratios) y con base en ellos se proponen los ajustes periódicos al plan original.

La dirección elabora los presupuestos y supervisa regularmente:

1. El volumen de venta de cada servicio.
2. El beneficio monetario por cada actividad y para la empresa en su conjunto.
3. Las horas de mano de obra, equipamiento y la cantidad de materiales que demanda cada actividad, tanto en unidades físicas como monetarias.
4. Los costos de administración.

Una segunda área es la de *marketing y ventas*, encargada de llevar adelante todas las acciones necesarias para obtener contratos de trabajo y cumplir las metas productivas, entre otras acciones, busca clientes, identifica llamados a licitación, publicita los servicios, hace el seguimiento de la satisfacción de los clientes con los servicios prestados, renueva sus contratos anuales, observa el funcionamiento de los competidores y de las tendencias del mercado.

El área de *producción* (el trabajo de campo) se compone del personal encargado de efectuar los trabajos contratados. Es el área encargada de ejecutar en tiempo y en costo las metas de producción anual, de ella depende el beneficio de la empresa. En estas áreas se registran los eventos físicos de producción que darán lugar a las ratios para análisis de la dirección.

El área de *finanzas y contabilidad* se encarga de conseguir el dinero necesario para cumplir en tiempo y forma con todos los procesos y compromisos de la empresa, gestiona el cobro de los servicios a los clientes y efectúa los pagos a proveedores, subcontratistas

y trabajadores. También gestiona el financiamiento con proveedores y con instituciones financieras.

Estas funciones deben cumplirse cualquiera sea el tamaño de la empresa, en las pequeñas frecuentemente el propietario asume en forma exclusiva todas esas funciones y eventualmente cuenta con el auxilio de alguna persona que atiende las comunicaciones con clientes y proveedores.

En empresas que no son unipersonales, en general, hay un equipo de dos o tres personas para atender todas las funciones en forma indistinta y se subcontratan servicios contables o de promoción para completar las áreas de la empresa. No importa el número de personas que componen la administración, lo importante es reconocer que sus funciones son importantes para el desarrollo de la empresa, que deben ser contempladas en los costos y son responsabilidad de alguien.

Las áreas de la empresa que no son las de producción generan los denominados *costos generales y de administración* (GA).

Es conveniente efectuar una previsión anual de los GA y asignar una cuota proporcional al esfuerzo de administración en cada contrato firmado en el año. Lo importante es que la suma de todos los GA incluidos en cada contrato sea un monto suficiente para financiar el costo anual de GA previsto. La lista de elementos que incluyen estos costos es variada, Angley, Horsey y Roberts (2002) mencionan: publicidad, gestión de cobro de clientes con atrasos, computadoras, aportes patronales y cargas sociales, derechos y subscripciones, seguros para la oficina, arrendamientos de local y equipos de oficina, honorarios profesionales, sistemas de radiocomunicación, costos de las herramientas manuales e implementos de menor cuantía usados en el trabajo, teléfono, internet, luz, gastos de papelería, salarios del personal de oficina, patente de software, entrenamientos de personal, elementos de seguridad para la oficina, uniformes, impuestos, entre otros.

El objetivo de estimar el total de costos de GA es que al finalizar el año los ingresos generados en el área de producción sean suficientes para recuperar el dinero gastado en las otras funciones de la empresa.

8.3. Métodos para asignar gastos generales y de administración

Usualmente, se observan en los presupuestos tres formas diferentes para asignar los GA: el porcentaje fijo, el sistema de porcentaje de recuperación múltiple y el sistema de recuperación de acuerdo a las horas que implica cada trabajo en campo; este último es generalmente aceptado como más exacto y simple de calcular.

8.3.1. Método de porcentaje fijo

Es el método más fácil, pues simplemente se evalúan los costos directos y generales de la actividad, luego se incrementa un porcentaje fijo sobre estos costos por concepto de gastos de administración.

Si la empresa desarrolla siempre las mismas actividades y su estructura funcional no cambia, los datos históricos son una buena fuente para estimar cuánto pesa la partida de GA en el total de costos del año, ese porcentaje se aplica al costo total.

Angley, Horsey y Roberts (2002) apuntan dos debilidades del porcentaje fijo: primero, que el porcentaje de los gastos de administración en los costos totales del año puede variar entre años (si el porcentaje estimado es muy bajo pierde rentabilidad o, por el contrario, si es muy elevado pierde clientes por no tener precios ajustados al mercado); segundo, que puede no tomar en cuenta el esfuerzo de la administración asociado a cada trabajo, ya que no es lo mismo un contrato que moviliza todos los equipos y personal de la empresa frente a otro que solo requiera emitir la factura derivada de un subcontrato.

Si no se tienen registros o se realiza una estimación preliminar, este porcentaje se puede estimar entre 10 y 25% sobre los costos de la obra.

8.3.2. Sistema de porcentaje de recuperación múltiple

Este sistema de asignación de costos de administración y mantenimiento es más complejo que el anterior, en tanto que asigna un porcentaje diferente a las partidas de costos representadas por salarios, materiales, equipos y subcontratistas.

El método denominado MORS, por su sigla en inglés (Múltiple Overhead Recovery System, traducido como porcentaje de recuperación múltiple), incrementa los costos reales de obra y condiciones generales de operación en porcentajes de diferente magnitud aplicados a la partida materiales, equipos y tarifas de subcontratistas, la cuota parte de mano de obra se asigna por último como residuo de los GA no cubiertos con los anteriores porcentajes.

El incremento aplicado a los *materiales* para financiar GA es del 10%, basado en el criterio de que las cantidades y precios que se demandan para una obra pueden ser determinados con bastante exactitud, y como consecuencia se requiere poco esfuerzo de administración.

El incremento de GA aplicado *al costo por uso del equipo* (arrendado o propio) es del 25%. Este valor no aplica en el caso de contratar un servicio de maquinaria, pues entra en la categoría subcontratista. Se supone que el uso eficiente del equipo y el esfuerzo de administración por alteraciones del cronograma esperado (clima u otros imprevistos) determinan un mayor esfuerzo de administración.

Para los *subcontratos* se asigna solo un 5%.

La cuota parte de GA asociada al *trabajo* es variable y es el saldo de los GA no cubiertos al deducir los anteriores porcentajes de GA, como se ve en el ejemplo 8.1.

Ejemplo 8.1

Se requiere distribuir los GA anuales según el método MORS. Las partidas del presupuesto anual de operación son las siguientes (en miles de pesos):

Partida	Monto anual estimado (miles de $)
Salarios	530
Materiales	450
Equipos	100
Subcontratistas	50
Gastos generales y de administración	180

Determinar el monto de GA que se recupera con las partidas de materiales, equipos y subcontratistas:

Partida	Monto (miles de $)	Porcentaje de GA	GA recuperado (miles de $)
Equipos	100	25%	25
Materiales	450	10%	45
Subcontratistas	50	5%	2,5
Total de GA recuperado			72,5
GA a aplicar a salarios en miles de $ y en (%)			107,5 (59,7%)

Al costo de salarios se le incrementa $ 107,5 por concepto de GA, lo que representa un 59,7% de los GA del ejercicio.

Este método tiene por desventaja que los porcentajes son fijos y teóricos y que no hay un método para corroborar si se ajustan cuando cambian las condiciones comerciales.

8.3.3. Sistema de recuperación según horas de trabajo

El tercer método usado en los presupuestos de paisajismo es el método de porcentaje de recuperación según horas de trabajo, denominado, por sus siglas en ingles, OPH (Overhead Pour Hours), en el que cada actividad financia los gastos de GA en forma proporcional a las horas de trabajo demandadas en el total anual.

Primero se requiere estimar la previsión de horas de trabajo anual (con base en las metas anuales de la empresa) y luego estimar el monto anual de GA; a partir de esos dos datos se calcula la razón GA por hora: la relación entre el monto total de GA y el total de horas a trabajar. Este valor (tiene un valor fijo por hora) es aplicado a las horas estimadas de trabajo de cada contrato para de ese modo asignar la correspondiente partida de GA a cada trabajo.

Este método requiere conocer cuál es el monto anual de horas que se trabajará en el año y conocer con la mayor exactitud posible los GA anuales de la empresa.

Ejemplo 8.2

Una actividad de mantenimiento de áreas verdes requiere 40 h en el año para atender 5000 m^2. El total anual de horas trabajadas por la empresa en el conjunto de sus actividades es de 2000 h/año, el total anual de GA es $ 10 000. ¿Cuál es el porcentaje de GA aplicable a este trabajo según el método OPH?

La actividad tiene los siguientes costos:

	$/$m^2$	$/h
Costo materiales sin IVA	18	2250
Costo equipos	10	1250
Costos subcontratista	25	3125
Costo salarios	20	2500
Total de costos por unidad	73	9125

Luego se debe calcular el GA por hora, según el método OPH, el GA por hora se multiplica por las horas de la actividad y se suma al costo anteriormente calculado.

Si los costos totales anuales de GA son $ 10 000, el *overhead* por horas trabajadas en campo será 10 000/2000:5 $/h.

Si la actividad demanda 40 h, el *overhead* será $ 5*40 h:$ 200.

Resultado del costo con GA incluido: 9125+200 = $ 9325 $/h, que se puede expresar también por metro cuadrado como 9325/5000 = 74,60 $/$m^2$

Las ventajas de este método son las de tener un concepto de cálculo visible ajustable según el volumen de trabajo anual y además ajustar a la baja el monto total de GA de la empresa en caso de que la dinámica del mercado se enlentezca antes de entrar en pérdidas.

Houston (2014) discute adicionalmente otros métodos para distribuir los GA anuales de la empresa, dentro de ellos cita la regla de 1/3 y el uso del beneficio bruto.

En la *regla 1/3, 1/3 y 1/3*, los GA son el 33% del costo total final de una obra y el restante 66% se explica por el monto total de salarios y de equipamiento necesario para ejecutarla. Expresado en números, si una obra tiene un valor total de $ 30 000 la suma de materiales, equipos y trabajo es $ 20 000 y los restantes $ 10 000 son GA.

Como variante de este método se encuentra el margen de beneficio bruto MB (Gross Profit Margin; GPM, por sus siglas en inglés), que en forma similar al anterior evalúa los costos directos de la actividad incluyendo salarios, subcontratistas, equipos y materiales, luego agrega las cargas sociales asociadas al personal de la obra. A la suma de todas estas partidas le incrementa el porcentaje de beneficio bruto esperado por la actividad tal como 35%, el monto debe remunerar los GA, los imprevistos y el beneficio neto para el empresario. Luego el valor total se incrementa por la partida de IVA. La forma de operar se muestra en el ejemplo 8.3.

Ejemplo 8.3

Una actividad de mantenimiento tiene $ 80 000 de costos directos. Si el porcentaje de beneficio bruto establecido por el empresario es del 25%, ¿cuál es el precio final del presupuesto?

Resolución: $ 80 000*1,25 = $ 100 000 o también se llega a igual resultado dividiendo el valor $ 80 000 por el factor 0,8, que es el resultado de relacionar 1/(1+0,25).

Por tanto, el precio final es $ 80 000/0,8 = $ 100 000.

Tiene como ventaja ser un método simple, como desventaja se observa el riesgo de no cubrir adecuadamente los GA anuales, que en definitiva repercute en un menor beneficio neto para el empresario y en sobreestimar el beneficio bruto exigido a actividades que requieren poco esfuerzo de administración.

En la Tabla 8.1 se presentan porcentajes de beneficio bruto habituales para diferentes actividades y labores.

Tabla 8.1. *Márgenes de beneficio bruto en porcentaje sobre los costos directos de una obra*. Adaptada de Houston, 2014.

Tipo de actividad	**Márgenes en mercados con buena demanda**	**Márgenes en mercados recesivos**
Instalación residencial	30 a 40%	20 a 30%
Instalación en proyecto comercial	20 a 35%	15 a 25%
Mantenimiento comercial y residencial	30 a 40%	25 a 35%
Servicios de irrigación	40 a 50%	30 a 40%
Trabajos en árboles	30 a 40%	20 a 30%
Aplicaciones químicas	40 a 50%	35 a 45%
Iluminación	40 a 50 %	30 a 40%
Decoración navideña	40 a 50%	30 a 40%

Cada uno de los métodos descriptos es aplicables según la información disponible de la empresa y en relación con sus competidores. El método más recomendado es el de distribución de los GA por horas de trabajo, con algunas precauciones:

- Si todos los competidores usan el método del porcentaje múltiple, se debe comparar los resultados que se obtienen con ambos métodos.
- Tener especial cuidado cuando la relación entre materiales y horas de trabajo es 5:1 y el costo de equipos con respecto al trabajo está por arriba de la ratio 5:1. En dicho caso, comparar el precio final con más de un método.
- Excluir del presupuesto el monto de subcontratos si el total de esta partida supera el 25 % del costo total.
- Verificar si se emplea el método del beneficio bruto o del porcentaje múltiple, que el presupuesto sea compatible con el precio de referencia del mercado, en particular cuando el

proyecto supone un elevado costo en materiales, una elevada relación material a trabajo o un gran número de subcontratistas. Ante la duda, es mejor calcular el precio final por los tres métodos y verificar su consistencia y coherencia.

- Para ser precisos con el método por las horas de trabajo se debe excluir de los GA el costo del equipo propio, las cargas sociales asociadas a los trabajadores de cada obra, impuestos y seguros.
- Es habitual en obras de paisajismo tener un 70% (+/-5%) del monto de las ventas asociados a los costos directos y un 20% (+/-8%) del valor de ventas explicado por los GA.

8.4. Síntesis

La empresa además de hacer trabajos directos en obras tiene otras áreas generadoras de costos que cubren funciones normales de la operación. Cada hora trabajada en un contrato debe remunerar estas áreas de la empresa, que genéricamente se denominan *gastos de administración* (GA).

El monto total anual de los GA es la suma de los costos de salarios, equipos, materiales y arrendamientos que la empresa paga por las actividades de oficina. El principal problema de los GA es definir una forma de prorrateo adecuada en cada presupuesto. Los métodos son porcentaje fijo, porcentaje variable por partida de costos, valor promedio de GA por hora de trabajo real y adicionalmente se observa la regla de 1/3 y la regla del margen bruto del empresario. El que tiene mayor flexibilidad y adecuación a la dinámica del mercado es el del valor promedio de GA por hora.

CAPÍTULO 9

Análisis y conformación del presupuesto anual

9.1. Propósito del capítulo

El propósito del capítulo es integrar los conceptos de los apartados anteriores a los efectos de definir un precio por una obra. Lo primero que se presenta son las ratios e indicadores habituales para hacer un estudio comparativo de presupuestos a fin de analizar las ofertas de precios, luego se desarrolla un ejemplo con todos los cálculos analizados anteriormente. Los ejercicios se presentan calculados en forma parcial, pues el objeto de análisis es el impacto de los gastos por condiciones generales, partidas por imprevistos, impuestos y gastos de administración y mantenimiento dentro del costo final de la obra.

9.2. Indicadores y ratios

Una vez elaborado el presupuesto, se revisa por parte de quien lo propone y también por quien debe aceptarlo. Los criterios más usados son: el factor de costeo, el precio unitario por metro cuadrado, el ingreso total por hora de trabajo, la relación materiales/precio total, el margen de beneficio bruto del empresario, los GA por hora, el margen bruto y neto por hora de trabajo, el costo del equipo por hora y los GA recuperados. Cada uno de ellos se describe en los siguientes puntos.

1. El *factor de costeo* es la relación entre el monto total del presupuesto y el costo de materiales:

$$Factor de costeo: \frac{Valor total del presupuesto}{Costo total en materiales}$$

El factor de costeo para una instalación nueva debe estar en 3:1 o 4:1, es decir, los materiales deben ser entre un 25 y un 33% del costo total de una obra de instalación. En el caso de trabajos de mantenimiento, el factor de costeo es de 10 o 20:1, o sea, los materiales son entre un 5 y un 10% del costo del servicio (Houston, 2014).

Como consecuencia de lo expresado, si al analizar un proyecto de instalación el factor de costeo es 2:1 significa o bien que se están aplicando materiales muy caros o por el contrario que se está siendo muy exigente con los rendimientos del equipo y los trabajadores. En todo caso, conviene revisar los coeficientes empleados en el presupuesto.

2. El *precio unitario por metro cuadrado* se obtiene con la siguiente relación:

$$Precio unitario: \frac{Precio total}{metros cuadrdos de la obra}$$

El precio total debe incluir los impuestos, imprevistos y beneficio neto del empresario; la superficie debe estar expresada en metros cuadrados. Este valor se debe comparar con los precios de mercado para similar tarea y no debe estar muy alejado de los otros ofertantes.

3. El *ingreso total por hora o jornada de trabajo* relaciona, en forma similar al anterior, el precio al tamaño de la obra, expresado aquí como tiempo de ejecución:

$$Ingresoporjornadaoporhora: \frac{Preciototaldelaobra}{tiempodeejecución}$$

En esta oportunidad, la unidad de trabajo es el tiempo que demanda, puede ser medido en jornales o en horas, si es un trabajo pequeño.

4. La relación *material/salario* expresa el porcentaje que representan los materiales con relación al total de costos salariales directos.

$$Relación\ material/salarios: \frac{costototalenmateriales}{costototaldesalarios}$$

Indica si la obra es capital intensiva o trabajo intensivo. Si la relación es mayor a 1 es capital intensiva, se interpreta que en el total de costos la obra tiene mayor proporción del gasto aplicada a insumos y materiales que a remuneración del personal.

5. El *margen de beneficio bruto* es una ratio que relaciona el excedente en manos del empresario sobre el precio total de la obra. Este remunera los gastos de administración y el beneficio neto.

$$Margendebeneficiobruto: \frac{(preciototal - costosdirect}{preciototal}$$

El resultado de esta ratio se debe comparar con los porcentajes presentados en la Tabla 8.1 para las diferentes actividades, para definir si los márgenes asignados al presupuesto están dentro de los normales para la actividad.

Ejemplo 9.1

En un proyecto de renovación del parque con la inclusión de un nuevo sistema de riego se han estimado las siguientes partidas de costos, que son la suma de los costos directos de obra y los costos de las condiciones generales de operación:

Partida de costos	Monto total
Materiales	$ 4500
Salario de obra	$ 3500
Costos de equipos	$ 2500
Subcontratos	$ 500
Total costos en obra (CO)	$ 11 000

El impuesto a las ventas de los materiales adquiridos es del 22%, las cargas sociales, 15,78%; la obra demanda 320 h de trabajo y el costo para GA por hora de trabajo es de $ 18. Se considera un 10% de incremento para imprevistos y el porcentaje de beneficio neto esperado para el dueño de la empresa es del 20%.

Determinar el total de costos directos, el precio total de la obra, el precio de la obra por hora, la relación material/precio total, el margen de beneficio neto, el porcentaje de GA.

El *total de costos directos (TCD)* se obtiene sumando el total de costos de obra y el aporte patronal al BPS:

Cargas sociales	BPS = Salarios*0,1578	$ 552
Total costos directos (TCD:CO+BPS)	TCD = 11 000+552	$ 11 552

El *precio total de obra* se obtiene agregando a los costos directos los costos de GA, los imprevistos y el beneficio del empresario.

GA: $/h en GA*n.º horas que demanda la obra: 320 h*$ 18 = $ 5760

Imprevistos: subtotal costos con GA*10% (11 552+5760)*0,1 = $ 1731

Subtotal: TCD+GA+Imprevistos: (11 552+5760+1731) = $ 19 043

Beneficio: B:20% (19 043*0,2) = $ 3808

Precio total de la obra: ($ 11 552+5760+1731+3808) = $ 22 851

A este valor debe agregarse el IVA del 22% (multiplicando el total *1,22) = $ 27 878

Precio de la obra por hora: $ 27 878/320 h = **87 $/h**

Porcentaje de materiales: $ 4500/$ 27 878*100 = **16%**

Margen de beneficio neto: (GA+B)/precio total*100 = (5760+3808)/27 878*100 = **34%**

Al comparar el margen neto con los valores de la Tabla 8.1, se observa que el margen está dentro del rango de los márgenes para servicios de irrigación en períodos recesivos.

Houston (2014) propone calcular las ratios anteriores y los descriptos debajo para el presupuesto anual de la empresa y para cada obra para verificar que el precio estimado está dentro de los límites razonables. Adicionalmente, propone estimar:

- *GA/h*: en caso de usar otro método alternativo al OPH, se estima el monto de GA propuesto para la obra sobre el total de horas de ese trabajo. Ese valor debe compararse con la meta anual planificada para la empresa.
- *Margen neto por hora*: imprevistos más beneficio neto del empresario dividido por el total de horas aplicado a la obra.
- Para el ejemplo 9.1, sería (1731+3808)/320 = $ 17,3 por hora.
- *Margen bruto por hora*: se suman las partidas del presupuesto correspondientes a imprevistos, beneficio del empresario y GA; el total se divide por las horas del trabajo.
- Para el ejemplo 9.1, sería (1731+3808+5760)/320 = $ 35,3 por hora.
- *Valor de equipos por hora*: la partida de costos asignados a los equipos propios más el costo de los equipos arrendados se divide por las horas que demanda la obra.
- Para el ejemplo 9.1, (2500+500)/320 = $ 9,37 por hora.
- Porcentaje de *costos en equipos sobre el costo total*: similar al de materiales, esta ratio relaciona el costo del equipo con el costo directo de la obra.
- Para el ejemplo 9.1, (3000/11 552)*100 = 26%.
- *GA recuperados*: si en lugar de estimar los costos de GA por hora de trabajo se aplican las tasas del método de porcentaje múltiple (10% materiales, 25% a equipos y 5% a contratistas), este indicador estima el porcentaje que se debe incrementar en la partida de salarios con sus cargas sociales para recuperar la partida de GA correspondiente a la tarifa. Se muestra el cálculo en el ejemplo 9.2.

Ejemplo 9.2

Sean los costos directos de obra los presentados en el ejemplo 9.1, en el que el precio final de la obra es $ 27 878. Si como partida razonable de GA se estima un valor de $ 5760 y se emplea para la estimación del método de porcentaje múltiple, ¿qué porcentaje debería asignarse a la mano de obra?

Tipo costos	Monto total	Incremento	GA recuperado
Materiales	$ 4500	10%	$ 450
Salario de obra	$ 3500	----	-----
Costos de equipos	$ 2500	25%	$ 625
Subcontratos	$ 500	5%	$ 25
GA recuperado en las anteriores partidas			$1100

Monto de GA a asignar a salarios: 5760-1100 = $ 4660, en porcentaje del valor de mano de obra: 4660/3500*100 = 133%.

Cuando las ratios e indicadores de un presupuesto están alejados de las metas anuales, se debe verificar:

1. Si las cuadrillas de trabajo están correctamente asignadas y valoradas para verificar una probable sobreestimación de costos. Las causas de sobreestimación pueden ser coeficientes de productividad mal estimados o precios asignados a la mano de obra alejados de lo habitual en el mercado laboral; cualquiera de los dos casos tiene el riesgo de perder competitividad. A la inversa, valorar muy bajo la mano de obra o suponer elevadas productividades en el trabajo lleva a perder rentabilidad. El error más frecuente de subvaloración es estimar el costo de la mano de obra por su salario real y no por el nominal y/o la no inclusión de la cuota parte de aguinaldo, salario vacacional y licencia.

2. Con relación a los equipos, el error más frecuente es considerar solo los costos variables subvalorando o ignorando los costos fijos. Si se incluyen costos fijos, se observa como error frecuente los reducidos costos asignados a la depreciación (valor de los equipos mal estimados o vidas útiles muy extendidas), la no inclusión de tasas de interés o de seguros.

3. También se puede sobreestimar el presupuesto porque se está subempleando el equipo, o la empresa se encuentra sobredimensionada para los contratos anuales. En este caso, las partidas de GA o de depreciación asignadas por hora de trabajo son más elevadas que las del promedio de los competidores.

4. Otro problema de sub o sobrevaloración en el presupuesto es la inclusión del costo salarial del propietario dentro del monto de la cuadrilla (cuando él o ella también hacen trabajo de campo). Se sobrevalora cuando el empresario se contabiliza dos veces con su salario, una por trabajar en la cuadrilla pero además como salario en GA por el mismo número de horas. Se subvalora cuando el propietario no se contabiliza como integrante de la cuadrilla para estimar el CPH.

9.3. Análisis de un caso

Con la información presentada en los capítulos anteriores, se presentará un ejemplo considerando el caso de la empresa Makaca SRL. La sección presenta la descripción de la empresa, su estructura y sus actividades.

A partir de esa información, se desarrolla un presupuesto anual (con base en valores del año 2016, por ser la información registrada) en el cual se calculan los indicadores y las ratios antes descriptos y un flujo de caja proyectado con base en su plan de operaciones. Luego se presenta el cálculo del CPH (ver criterio en el capítulo 5), se calcula el costo medio del equipo propio (ídem capítulo 6) y el costo medio de gastos generales y de administración por hora (ídem sección «8.3.3. Sistema de recuperación según horas de trabajo») y finalmente se presentan los tiempos medios de operación de las actividades que suponen su giro principal. Con esa información se describe el proceso de cálculo en la sección 9.3.1 y también será la base para la resolución de los ejercicios de aplicación de la sección 9.5 para diferentes situaciones a presupuestar.

9.3.1. Descripción de un ejemplo de aplicación

La presente sección se subdivide en la descripción de la empresa (sección 9.3.1.1), el cálculo de los costos con base en valores del año 2016 (sección 9.3.1.2) y, finalmente, el cálculo de indicadores (sección 9.3.1.3).

9.3.1.1. Descripción de la empresa

La empresa Makaca SRL es propiedad del señor López y del señor Kim, ambos son profesionales especializados en paisajismo y arquitectura. El señor Kim es quien tiene la firma habilitada para solicitar las autorizaciones en organismos públicos y en forma exclusiva hace la gestión ante dichos organismos (permisos, licitaciones y similares), es responsable del 70% del capital de la empresa. Su rol como socio capitalista son las actividades de planificación y formulación de presupuestos junto con el señor López y su única remuneración es el 70% del beneficio neto por contrato de trabajo. Por su parte, el señor López es licenciado en Diseño de Paisaje, su rol dentro de la empresa son las relaciones públicas, pues es el encargado de conseguir nuevos contratos con clientes residenciales, diseñar y presupuestar las obras. Firmado el contrato de obra, las dirige y supervisa. Además, apoya a todo el equipo de administración en la relación con proveedores y la búsqueda de cotizaciones.

Estructura de administración

El señor López tiene una remuneración mixta por su participación en la empresa, percibe el 30% del beneficio neto obtenido en cada contrato público o privado y además percibe un salario mensual de $ 25 000 nominal asignado a gastos de administración.

El equipo de administración se completa con una funcionaria encargada de llevar adelante los registros de la empresa, así como la facturación y pago a proveedores, su salario nominal mensual es de $ 31 000 y también se cuenta con el apoyo de un contador cuyos honorarios profesionales por año son de $ 90 000.

La empresa Makaca SRL tiene sus oficinas en el estudio de ingenieros y arquitectos y paga un arrendamiento mensual de $ 40 000 por el espacio. Este arrendamiento, además del local, incluye equipos y útiles de oficina, así como los gastos de servicios públicos, tales como luz, agua, teléfono, internet y cafetería. Este arrendamiento también incluye un espacio para guardar la camioneta y los equipos propios para el uso en áreas verdes.

Personal de obra

Makaca SRL tiene contratos regulares con las intendencias de San José y Canelones para la plantación de árboles del ornato público, corte de césped en plazas y calles, y reposición de canteros florales.

El personal y sus salarios nominales se presentan en la Tabla 9.1.

Tabla 9.1. *Salario nominal del personal de campo de la cuadrilla Makaca SRL.*

(Datos expresados en pesos uruguayos, año 2016, según laudo de grupo 16 Áreas verdes).

Categoría	Número	Nominal por hora ($)	Total por hora ($)
Encargado	1	199,06	199,06
Chofer	1	174,22	174,22
Maquinista	2	113,04	226,08
Peón	6	108,67	652,02

Todos ellos son personal permanente en la empresa, trabajan semanas de 44 h y el presupuesto anual de trabajo es de 50 semanas al año. Las jornadas laborales son de 8 h (incluye allí traslados y descansos reglamentarios). No se pagan horas extras salvo que en los trabajos residenciales sea necesario completar una actividad en la última jornada, en cuyo caso el salario por hora se incrementa un 20%. A los efectos del presupuesto se asume 6 h efectivas de trabajo en obra cada 8 h nominales.

Equipamiento

El equipo propio de la empresa para ejecutar todos sus trabajos se presenta en la Tabla 9.2.

Tabla 9.2. *Lista de equipamiento propio que dispone la empresa Makaca SRL.*
(Datos expresados en dólares, año 2016).

Equipo	N.º	VN (USD)	CF (*) (USD/h)	Horas de uso estimada por año	CV (*) (USD/h)	Avance de obra por hora efectiva por equipo
Bordeadora 1,07 HP	8	560	0,64	750	0,86	85 m^2/h
Tractor jardinero 26 HP	2	2800	0,85	1500	9,78	5500 m^2/h
Sopladora 1,1HP	4	300	0,47	500	0,86	85 m^2/h
Motocultor de 12 HP	2	1300	1,73	1000	1,73	2070 m^2/h
Camioneta pickup de 0,5 ton	1	25 000	3,95	2000	1,51	V = 50 km/h

Nota: VN: valor nuevo, CF: costo fijo, CV: costo variable (*). Los costos variables corresponden a lubricantes y combustibles, el costo de oportunidad es del 8% y el tipo de cambio de 2016 pesos/dólar es $ 29, el precio de la nafta USD/l 1,55 gasoil USD/l 1,44, aceite lubricante para motor 2T USD/l 13,44 y para motores 4T USD/l 10. Criterio de cálculo, capítulo 6.

Estimación de trabajo anual

La empresa tiene el siguiente presupuesto estimado de trabajo con base en los trabajos de obra pública licitados.

Corte de césped al año (estimado de acuerdo con la superficie y el número de cortes por año, usando bordeadora y tractor jardinero y sopladora solo en plazas con veredas pavimentadas): 180 h/año del tractor jardinero, 600 h/año de bordeadoras y 300 h/año de sopladora. La cuadrilla emplea en esta actividad un total de 1680 h y abarca 200 000 m^2 al año.

Plantación de 4000 m^2 de canteros florales cuatro veces en el año: emplea 8 h de un solo motocultor y 4 h de plantación de florales en macetas de 8 cm de diámetro. La densidad prevista es de 25 macetas por metro cuadrado. El total de horas de esta actividad es de 12 h/año.

Plantación de 500 árboles en el año: para ello se emplean 1000 h de cuadrilla; todo el trabajo es manual. Las plantas en la obra pública son provistas por la intendencia.

Basada en esta previsión, la empresa piensa tener asegurado su personal ocupado durante 2692 h (1680+12+1000). Además, la empresa trabaja en residencias particulares, en las que se emplea la cuadrilla o zafrales a los mismos precios nominales que el personal de planta.

El equipo tiene holgura en su disponibilidad, al comparar las horas de uso teóricas y las horas empleadas se observa que el tractor jardinero y el motocultor están subutilizados. La empresa debería realizar más contratos de trabajo para no subestimar los costos fijos de equipamiento o, en su defecto, recalcular los costos fijos de la Tabla 9.2 a partir del criterio anual y no por hora, como están expresados. Se realizará el supuesto de que los contratos residenciales permiten optimizar el costo de la maquinaria propia.

Todo el personal debe estar con uniforme y equipo de seguridad, la estimación de la empresa para este rubro es de $ 3000 por trabajador por año. El personal concurre a los lugares de trabajo por medios propios recibiendo una compensación de 20 $/h.

Las palas, los picos y los demás elementos necesarios para la plantación de florales y árboles supone un costo anual de $ 25 000.

9.3.1.2. Presupuesto de costos por año

Tomando en cuenta la descripción de operaciones del apartado anterior, se calcularán los costos anuales previstos considerando además que:

1. El IVA es del 22% y se carga al final del presupuesto.
2. Los aportes patronales son el 15, 78% de los salarios nominales mientras que licencia, salario vacacional y aguinaldo representan el 18,75% de estos y las previsiones no hacen pensar en pagos de horas extras.
3. Los costos generales se estiman como el 25% de los costos directos para la plantación de árboles, el 10% para las florales y el 5% para corte de césped.
4. Se asume un 10% de imprevistos en todos los presupuestos.
5. El beneficio para los empresarios es del 30%.

Para el cálculo del presupuesto, primero se calculan los costos por hora de administración, luego los costos por hora de la cuadrilla en terreno y finalmente los costos por actividad.

Los *costos de administración* se componen de las siguientes partidas: salarios mensuales, arrendamiento del local, honorarios profesionales, uniformes y herramientas manuales, también se le asigna el costo por el uso del pickup. Los GA se prorratean por las 2692 h estimadas de actividad; los resultados están en la Tabla 9.3.

Tabla 9.3. *Valor estimado de gastos de administración en el año para la empresa Makaca SRL.*

Partida	Valor unitario ($)	Total anual ($)	Subtotal	Por hora
Salarios	56 000	923 924(*)	1 974 260	$ 733
Honorarios	90 000	90 000		
Arrendamiento del local	40 000	480 000		
Equipamiento de seguridad	3 000	30 000(**)		
Herramientas	25 000	25 000		
Pickup	158	425 336 (***)		

Nota: estimaciones con base en las tablas 9.1 y 9.2. (*) el nominal mensual más los aportes patronales y cargas sociales: 56 000*12*(1,1578)*(1,1875), (**) $ 3000 por operario*10 operarios de terreno, (***) 158 es en USD, incluye los costos fijos y variables, se usó TC: $/USD 29 y un total de 2692 h de uso al año para obtener el total.

De acuerdo a esta estimación, los gastos de administración por hora trabajada ascienden a $ 733 o USD 25.

El *costo promedio de la cuadrilla* se obtiene estimando el salario por hora más el 15,78%, el resto de las cargas sociales se agrega luego.

Monto total por hora de salario de cuadrilla: $ 1251,38, el promedio se obtiene dividiendo por el número de integrantes (10), el valor promedio por hora es $ 125.

Con el aporte patronal: 125*1,1578 = 145 $/h de trabajo de cuadrilla.

La empresa tiene en el año tres actividades centrales, corte de césped, plantación de florales y plantación de árboles, los costos por actividad se presentan en la Tabla 9.4.

Tabla 9.4. *Costos directos por actividad en pesos uruguayos.*

Actividad	**Salarios (*)**		**Equipos (**)**		**Transporte (***)**	
	Horas	Total	Horas	Total	Horas	Total
Césped	1680	$ 243 600			1680	$ 33 600
Bordeadora			600*8	$ 208 800		
Tractor jardinero			180*2	$ 110 977		
Sopladora			300*1	$ 11 571		
Subtotal césped		**$ 243 000**		**$ 331 348**		**$ 33 600**
Florales	12	$1 740			12	$240
Motocultor			8*1	$ 803		
Subtotal florales		**$1 740**		**$ 803**		**$ 240**
Plantación árboles	1000	$ 145 000			1000	$ 20 000
Subtotal p. árboles		**$ 145 000**				**$ 20 000**

Nota: elaboración con base en las tablas 9.1, 9.2 y 9.3. (*) el valor por hora de salario es $ 145, (**) valor de costo por hora por equipo en tabla 9.3, (***) el costo por hora de transporte es $ 20. El precio se expresa en pesos uruguayos a un tipo de cambio $/USD: 29.

La estimación de las tarifas por actividad se realizará considerando la asignación de los gastos de administración según las horas de actividad de la cuadrilla, los resultados se presentan en la Tabla 9.5.

Tabla 9.5. *Tarifa por actividad total en el año y por hora de trabajo.*
(Datos expresados en pesos uruguayos). Elaborada con base en tablas anteriores.

	Césped 1680 h	**Florales 12 h**	**Arboles 1000 h**
Costos de operación	$ 608 548	$ 2783	$ 165 000
Costos generales	$ 30 427	$ 278	$ 41 250
Cargas sociales (18,75%)(*)	$ 45 562	$ 326	$ 6300
Costos directo de obra	**$ 684 537**	**$ 3387**	**$ 212 550**
Gastos de administración ($/h 733)	$ 1 140 720	$ 8796	$ 733 000
Punto de quiebre	$ 1 825 257	$ 12 183	$ 945 550
Imprevistos (10%)	$ 182 526	$ 1218	$ 94 555
Beneficio neto esperado 30%	$ 602 335	$ 4020	$ 312 031
Ingreso esperado por actividad	**$ 2 610 118**	**$ 17 422**	**$ 1 352 137**
IVA (22%)	$ 574 226	$ 3833	$ 297 470
Tarifa final con IVA incluido	$ 3 184 344	$ 21 255	$ 1 649 607

Nota: (*) cargas sociales incluye la cuota parte aguinaldo, vacacional y licencia sobre el monto de los salarios directos de la obra ya que los administrativos lo tienen incluido en el GA.

9.3.1.3. Indicadores

A partir de esos resultados esperados, se pueden calcular los indicadores señalados en la primera sección (ver «9.2. Indicadores y ratios»). El primer resultado es el monto total de ingresos esperados para el ejercicio, tomando el valor antes del cálculo de IVA es $ 3 979 677 (suma del valor de césped, florales y árboles). La Tabla 9.6 presenta los indicadores por actividad y para el total de la empresa.

Tabla 9.6. *Indicadores y ratios del presupuesto anual de trabajo de la empresa Makaca SRL.*
(Datos expresados en pesos uruguayos, horas o porcentajes, según corresponda).

Indicadores	Total	Césped	Florales	Árbol
Horas de trabajo	2692 h	1680 h	12 h	1000 h
Ingreso total por hora ($/h)	$ 1478	$ 1554	$ 1452	$ 1352
GA/h ($/h)	$ 733	$ 733	$ 733	$ 733
MN/h ($/h)	$ 446	$ 467	$ 436	$ 406
MB/h	$ 1145	$ 1146	$ 1169	$ 1140
% MB con relación a ingresos	77%	74%	81%	84%
% MN con relación a ingresos	30%	30%.	30%	30%
% equipos en CT	8%	13%	5%	---
Valor equipos/h	$ 123	$ 197	$ 67	
% mano de obra en CT	12%	11%	12%	13%
Precio unitario por m^2 o por árbol	---	$/$m^2$ 13	$/$m^2$ 4	$/arb.2704
Precio mínimo a cobrar por hora (sin IVA)		$ 1086	$ 1015	$ 945

Estas ratios servirán para comparar con los presupuestos de diseño futuros que podrán desempeñarse mejor o peor.

Un punto importante a tener en cuenta es la subocupación del equipo. Los costos fijos totales por año son una partida en no efectivo de $ 542 010, pero es necesario cubrirla con actividad. El costo fijo remunerado con las actividades planificadas en este presupuesto es $ 102 428, o sea, solo el 19% del monto estimado para el año. Este valor sería aceptable eventualmente por uno o dos ejercicios, pero si no se consiguen obras que empleen el equipo, deberían venderse para no afectar la rentabilidad. Una de las estrategias empresariales a recomendar a la empresa Makaca SRL es aumentar el uso de los motocultores.

9.4. Síntesis

Una vez identificadas las partidas de costo promedio de la empresa (costo de la cuadrilla básica por hora, costo medio del equipo por hora de uso, gastos de administración por hora) y los materiales necesarios para la operación anual, se está en condiciones de formular los presupuestos por actividad.

Una vez identificadas las actividades del plan anual, corresponde calcular las ratios e indicadores para compararlos con los valores históricos y con los de las empresas competidoras. De esa forma, se tiene certeza de tener supuestos válidos para los presupuestos de obra de nuevas actividades, se sabe cuál es el volumen mínimo de trabajo necesario para cubrir los costos empresariales y se sabe cuáles son los puntos débiles de la empresa.

9.5. Ejercicios

A partir de la información disponible de la empresa Makaca SRL, se pide formular el presupuesto y los indicadores para los siguientes trabajos:

Ejercicio 1

Estime el presupuesto de una obra con los datos de la empresa Makaca SRL. Considere que la instalación de arbustos y florales le exige 125 h de cuadrilla y 30 h de uso de los dos motocultores. Las plantas valen 20 arbustos $ 450 cada uno y 500 florales en macetas de 20 cm de diámetro a un valor de $ 80 cada uno. Se aplicará fertilizante de liberación lenta en forma manual, 200 kg con un costo por kilo de $ 150, todos estos materiales tienen IVA del 22%. La obra exige contratar un camión para los traslados de plantas por un valor de $ 5000.

Ejercicio 2

Se realiza un trabajo de mantenimiento anual del césped de un parque de 15 000 m^2. Este consiste en corte de césped con el tractor de jardín cada 15 días (no se usa bordeadora ni sopladora), cada seis meses el pasaje de la aireadora junto con la aplicación de fertilizante Osmocote a razón de 200 g/10 m^2 con un costo de 560 $/kg con fertilizadora manual que cubre 600 m^2/h. Los equipos que no posea la empresa se arriendan, y se supone el costo de arrendamiento como un incremento del 50% sobre los costos calculados como si fueran propios.

Ejercicio 3

Se vende el servicio de motocultor para un vivero proveedor de plantas. En este caso se emplean solo los dos motocultores con los maquinistas respectivos, por lo que el costo por mano de obra no es el de la cuadrilla sino el de estos dos operarios solamente, para realizar una remoción de canteros de 5000 m^2, cuatro veces al año.

Ejercicio 4

El socio López está evaluando realizar un trabajo de instalación en una residencia que tiene cuatro componentes. Este trabajo es uno más que se agrega a los cuatro anteriores. El plazo máximo de finalización es de 30 jornadas luego de iniciada la obra (incluyendo los retrasos por mal tiempo o tardanza de cualquiera de las etapas).

Se desea saber la tarifa por hora de trabajo y por metro cuadrado de la obra sabiendo que esta tiene una superficie total de 10 000 m^2.

1. Todos los componentes se efectúan contratando personal y equipo externo a la empresa y además:

- Todas las cuadrillas tienen un encargado, un maquinista y/o peones en la cantidad suficiente para completar la labor antes de la duración máxima. El salario nominal por hora es el mismo aplicado al personal de la empresa Makaca SRL, pero el valor por hora de cada actividad incluye el correspondiente aporte patronal y las cargas sociales del equipo (ver capítulo 5).
- Los equipos necesarios los estima según CF y CV de la planilla maquinaria del capítulo 6, el costo final tiene un incremento del 50% por ser contratado.
- Los precios de los materiales son con IVA incluido puestos en obra.
- Los traslados de personal y equipos en forma diaria suponen 2 h de uso de la camioneta pickup por jornada.

2. Los costos de administración que asume son un 50% de los correspondientes al presupuesto inicial para la empresa Makaca SRL.

3. No paga horas extras, las jornadas son de 8 h efectivas, los imprevistos son el 10% de los costos, el beneficio neto esperado es el 30%.

Los requerimientos como costo directo de los cuatro componentes son:

Componente 1. Acondicionamiento del nivel 0 (zanjas para drenaje, instalaciones eléctricas y de riego, nivelación de la superficie). Requerimientos:

Mano de obra y equipo

Duración de la etapa: cinco días	**Horas**
Horas de peón	80
Horas de maquinista	15
Horas de cargador Bobcat C753	9
Movilización del Bobcat, camión $ 150 por hora	2
Horas de tractor con pala niveladora trasera	4

Materiales

Caños de PVC de 160 mm*3 m, $ 765 c/u: 60 m
Codos y conectores varios: $ 4000
Cemento portland: una bolsa de 50 kg con un costo de $ 190 por bolsa
Arena y pedregullo: $ 25 por bolsa diez bolsas de cada uno
Caños de PVC para agua codos y demás: $ 10 000
Caños y cableado subterráneo para instalaciones de luz: $ 25 000

Subcontrato llave en mano: perforación, bomba, caños de distribución de la línea de riego, picos difusores llaves de paso y tablero eléctrico: $ 75 000.

Componente 2. Instalación de 320 m^2 de césped alrededor de la obra edilicia, supone distribución de tierra negra (16 m^3), distribución de Osmocote 20 g/m^2, distribución de hormiguicida, nivelación de la superficie, y plantación de los rollos.

Mano de obra y equipo

Duración de la etapa: dos días	**Horas**
Peón	115
Encargado	16
Maquinista	16
Tractor y pala niveladora trasera	2
Tractor y zorra	6
Fertilizadora manual	8

Materiales

Césped colocado en obra 210 $/m^2: se requiere 350 m^2

Fertilizante liberación lenta: 560 $/kg

Tierra negra 16 m^3: 1300 $/m

Componente 3. Pavimentos en madera y tarimas superficie cantidad: 1860 m lineales por 2,2 m de ancho. Duración de la etapa: diez días.

Mano de obra

Cuatro carpinteros, durante diez días a 8 h efectivas por día a un costo por hora de $ 350.

Materiales

27 000 pies madereros (pm) de eucalipto aserrado a 35 $/pm, impregnado y cepillado en diferentes dimensiones, y 214 kg de clavos galvanizados de 1,5" a 100 $/kg; 20 latas de protector de madera de 20 l, 7500 $/lata, dos sierras eléctricas a $ 9000 cada una.

Componente 4. Plantación de árboles y arbustos variados.

Mano de obra

Peones y encargado, el rendimiento promedio de trabajo estimado para una cuadrilla de cuatro peones que presenta la planta en el sitio de acuerdo al diseño, hacen el pozo, sacan la planta del envase, la plantan y finalizan con la mezcla de tierra. El acondicionamiento estético de la superficie es:

- Arbustos en contenedores de 4 l y de hasta 45 cm de alto: 15 min por planta, 48 arbustos por jornada.
- Arbustos en contenedores de 50 l y de hasta 1 m de alto: 30 min, 12 por jornada.
- Arboles: 25 árboles por jornal cuando están a raíz desnuda o en cepellón.

Un maquinista se usa a tiempo parcial para el traslado de los ejemplares al sitio de plantación, se estima 1 h por jornada.

Equipo

Tractor con zorra

Materiales

Arbustos en contenedores de 4 l: 200 a un precio promedio de $ 150

Arbustos en contendores de 50 l: 20 a un precio de $ 1800 cada uno

Árboles en cepellón 50 a un precio de $ 140 cada uno

Como *costos generales* se asumen las herramientas manuales necesarias (pico, pala de varios tipos, baldes, tijera de podar) por un costo total estimado de $ 25 por hora de mano de obra en los componentes 1, 2 y 4. Equipos de seguridad y vestimenta para los trabajadores, estimados en $ 14 por hora de trabajo.

Ejercicio 5

Calcule los indicadores y ratios presentados en el texto al presupuesto del ejercicio 4 y analice sus resultados con respecto al presupuesto original.

Ejercicio 6

Discuta cómo influye en los costos generales y de administración con el aumento de horas de trabajo.

Ejercicio 7

Asigne los costos generales y de administración del ejercicio 5 por el método del porcentaje múltiple e indique qué ratio debe aplicar a la mano de obra.

Resolución: Archivos Excel / Archivos Open Office

Capítulo 10

La administración del tiempo

10.1. Propósito del capítulo

A fin de cumplir con los plazos para la ejecución de un trabajo, es conveniente hacer un esfuerzo por organizar eficientemente la secuencia óptima del conjunto de actividades de cada componente; dos herramientas auxilian este proceso: una es la denominada red PERT (Program Evaluation and Review Technique —técnica de evaluación y revisión de programas—) y la otra es el diagrama Gantt. Una vez comenzada la ejecución del proyecto, es necesario analizar el tiempo real de ejecución y la concordancia entre el avance proyectado y el logrado. Este análisis permite el logro de la obra en tiempo y minimiza los sobrecostos asociados a los retrasos. El capítulo presenta las técnicas de conformación de una red PERT, una carta Gantt y la técnica de estudio del tiempo para el control de faenas en obra.

10.2. Red PERT

En el capítulo 2 se mencionó la necesidad de identificar los componentes de un proyecto, entendiendo por *componente* varias actividades conexas que una vez finalizadas dan un producto verificable. La red PERT es un diagrama que muestra las interrelaciones entre componentes y actividades, identifica además sus tiempos de inicio, finalización y el tiempo disponible para retrasar el inicio de una actividad sin que se atrase la ejecución de un proyecto. Las actividades que no disponen de tiempo para un inicio con retraso son actividades sin holgura y ellas identifican el camino crítico. Una versión detallada de este camino, así como otras técnicas usadas en el control de obras y la planificación se puede encontrar en Mattos y Valderrama (2014).

El *camino crítico* es la secuencia de actividades que si se retrasan en su inicio o se extiende su duración determinan una extensión del plazo de finalización del total de la obra.

La red PERT permite obtener la solución costo-efectiva en el tiempo deseado. Es un medio gráfico para mostrar la secuencia óptima de actividades y resaltar el conjunto sobre el cual debe ejercerse el máximo control por integrar el camino crítico.

Hay algunos términos que se usarán en la descripción de la red:

1. *Lista de actividades*, es decir, todas las acciones necesarias para completar un componente, cada una de ellas se nombra por el producto final generado. Por ejemplo, si la actividad es calentar agua, la actividad se denominaría «agua caliente».

2. *Duración* es el tiempo necesario para completar cada actividad con la técnica seleccionada (hacer pozos solo con herramientas manuales o con un ahoyador mecánico). La unidad de medida del tiempo puede ser en horas o jornales, lo importante es mantener la misma unidad de medida en todos los componentes. Si muchos componentes demandan solo horas, es preferible hacerlo en horas.

3. *Lista de precedencia*, en otras palabras, definir si la actividad requiere que otra sea finalizada antes de poder comenzarla o si, por el contrario, puede iniciarse en cualquier momento. Como ejemplo de esta idea: se necesita tener el pozo hecho antes de plantar el árbol y se necesita traer el árbol del vivero antes de plantarlo (la precedencia de árbol plantado, es árbol en sitio y pozo hecho), hacer el pozo y traer el árbol del vivero no tienen precedencia entre sí, es indistinto traer primero el árbol o hacer el pozo.

4. *Nodo inicial* es el punto del que parten todas las actividades sin precedencia.

5. *Nodo* es una actividad finalizada y se denomina con el nombre del producto. Esta ubicado en una posición intermedia dentro de la red, a él llegan flechas y de él parten flechas; las que llegan indican las actividades necesarias para completar el producto, las que parten son las actividades que recién se pueden iniciar una vez concluido el nodo.

6. *Precedencia lineal* se da cuando una sola actividad precede, una sola actividad depende de ella, al nodo llega una flecha y sale una flecha.

7. *Precedencia divergente* refiere a que varias actividades dependen de ella. Una precede, varias proceden; al nodo llega una flecha, salen varias flechas.

8. *Precedencia de convergencia* significa que una actividad puede iniciarse luego que finalicen varias. Varias preceden, una procede; al nodo llegan varias flechas y sale solo una.

Con esta información de las actividades de cada componente se puede construir el grafo que representa la red. Deben tenerse en cuenta algunas reglas básicas de construcción:

a. Hay un solo nodo de inicio.
b. Hay un solo nodo de finalización.
c. Los nodos inicio y fin no tienen duración.
d. Dos flechas que parten del mismo nodo no pueden tener igual final porque cada flecha expresa la generación de un producto diferente, por tanto, dos actividades diferentes deben generar productos diferentes.
e. Cada nodo intermedio es un producto finalizado.

Para explicar cómo se construye la red se parte de un ejemplo hipotético denominado «componente 1», integrado por las actividades A, B, C, D y E. Las características de las actividades son:

- Producto A: no tiene precedencia y dura diez días
- Producto B: se puede iniciar cuando finaliza A y dura nueve días
- Producto C: su inicio también depende de que finalice A y dura 18 días
- Producto D: comienza cuando finaliza B y dura 15 días
- Producto E: comienza cuando finaliza C y dura siete días

El problema a resolver es determinar el tiempo mínimo necesario para finalizar el componente y cuáles son las actividades que no pueden tener retrasos en su inicio. La Figura 10.1 presenta el grafo correspondiente:

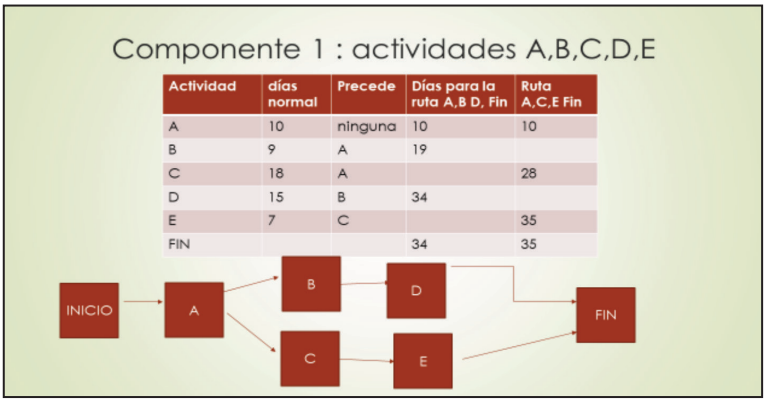


Figura 10.1. *Tabla de datos y grafo de la red PERT para el componente 1.*
Nota: las letras A, B C, D y E y las palabras *inicio* y *fin* marcan nodos; las flechas que unen nodos son rutas.

Se observa en la Figura 10.1 un nodo de inicio y uno final, del primero sale solo una flecha porque solo hay una actividad sin precedentes; al final llegan dos flechas porque es necesario que finalicen las dos para que el nodo esté completo. Cada actividad se enlaza con su precedente (A-B) o (A-C).

La *ruta* es la cadena de nodos que conecta inicio con fin, su duración es la suma de las duraciones de cada nodo que la integra. En la Figura 10.1 hay dos rutas: A-B-D, con una duración de 34 días, y la ruta A-C-E, con 35 días, el plazo mínimo para finalizar el componente 1 es 35 días.

La *ruta crítica* es la ruta de actividades que conecta inicio con fin y enlaza todos los nodos, cuya holgura es 0, esto significa que cualquier demora en alguna de sus nodos retrasará el logro del componente o del proyecto. En el ejemplo es la ruta A-C-E porque cualquier atraso en ella extiende el total del proyecto, la ruta A-B-D puede atrasarse un día.

Cada nodo tiene asociados cuatro tiempos:

- ES (*Early Start* = comienzo temprano): es la primera fecha en la que se puede iniciar la actividad de acuerdo a la duración de las precedentes.
- EF (*Early Finish* = finalización temprana): se define como la suma de ES más la duración de la actividad.
- LF *(Late Finish* = finalización tardía): es el último día que puede terminar la actividad desde la fecha de finalización del proyecto.
- LS (*Late Start* = inicio tardío) es el último día que puede empezar la obra y no generar retrasos, se define como la diferencia entre LF y la duración de la actividad.

La holgura de cada actividad es la diferencia LF-EF (finalización tardía y finalización temprana).

En general, sobre o dentro de cada nodo se ubica una grilla con estos datos con la disposición presentada en la Figura 10.2:

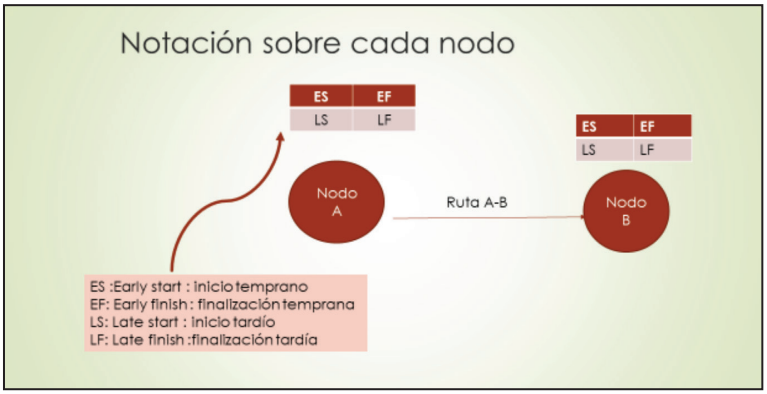


Figura 10.2. *Notación de los tiempos asociados a cada actividad en los nodos para la actividad A y B del componente 1.*

Para facilitar la elaboración de la red se usa la denominada «**tabla de precedencias**», que es una tabla con ocho columnas y en cada fila se describen las actividades del componente.

Columna 1. ID es la identificación de la actividad con un nombre breve, incluso una letra o número. Cada actividad debe tener una sola ID a lo largo de todos los componentes en todo el proyecto. Cada ID debe corresponder a una sola actividad.

Columna 2. Es el producto que identifica a la actividad. Ejemplo: el nodo para la obtención de permisos en la intendencia se define como «permisos concedidos».

Columna 3. Es la duración en días u horas dependiendo del tamaño del proyecto, se debe tener cuidado en usar una sola unidad de medida para todos los componentes.

Columna 4. Es el valor en unidades de tiempo del inicio temprano (ES). Las actividades conectadas al nodo inicio tienen un valor de 0, las siguientes que la suceden tienen por ES la suma del tiempo de duración de las precedentes. Ejemplo: en el caso de la actividad D de la Figura 10.1, correspondería el número 19, suma de diez días de duración de la actividad A y nueve días para finalizar la actividad B.

Columna 5. Es la finalización temprana (EF), valor en unidades de tiempo que corresponde a la suma de ES y la duración de la actividad, para el mismo ejemplo de la actividad D es 34 por ser la suma de 19+15 días.

Columna 6. Es el inicio tardío (LS), para estimarlo se debe saber cuál es el tiempo máximo para finalizar el componente, por lo que se debe calcular la EF de todas las actividades. La estimación de los inicios tardíos (LS) se obtiene restando el valor de EF menos la duración desde el final hacia atrás respetando la línea de precedencias. Para la Figura 10.1 la actividad D: LS es 35-15 = 20.

Columna 7. La finalización tardía (LF) se obtiene sumando la duración de la actividad y el valor LS; para el nodo D es 20+15 = 35. Para calcular LF cuando el inicio de una actividad depende de la finalización de dos, se toma como criterio la LS de mayor duración.

Columna 8. Define la holgura y es la resta entre LF y EF; para el nodo D: LF = 35 y EF = 34 y la holgura es 35-34 = 1 día.

Luego se debe señalar el *camino crítico.* En el ejemplo 10.1 el camino crítico es la ruta A-C-E.

10.3. Estrategias para reducir plazos

Para reducir tiempos se puede emplear la intensificación o la ejecución rápida. La *intensificación* consiste en usar recursos adicionales para terminar antes la actividad y depende de las alternativas viables, entre ellas: aumentar el número de trabajadores que hacen una actividad, incorporar equipos para sustituir trabajo manual, contratar empresas adicionales para realizar la misma etapa. La intensificación puede tener problemas asociados a fallas en la calidad, problemas de coordinación entre equipos agregados y mayor costo de control y organización en terreno.

La *ejecución rápida* consiste en desarrollar en paralelo actividades que normalmente se ejecutarían en secuencia aplicando recursos adicionales, la ejecución rápida aumenta el riesgo de fallos en la calidad y tienen límites en las relaciones de dependencia.

10.4. Carta Gantt

Para formular la carta Gantt se parte de la misma información de la red PERT y se realiza un gráfico de barras en el que la longitud de la barra se escala según la duración de cada actividad. La Figura 10.3 muestra cómo se organiza en la carta Gantt la información del componente 1 presentado en la Figura 10.1:

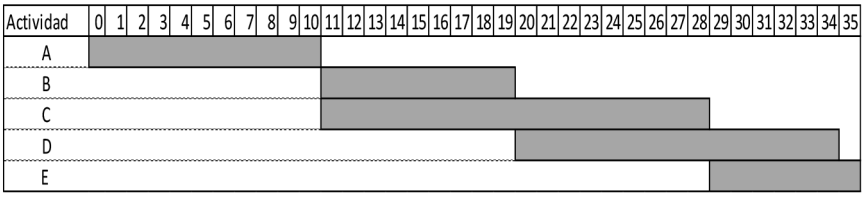


Figura 10.3. *Carta Gantt para el componente 1 desarrollado en la sección anterior.*

Como se puede observar, es simplemente un gráfico de barras horizontales que se puede elaborar con el apoyo de una planilla de cálculo.

Es habitual ubicar en las columnas los tiempos de la actividad y en las filas las actividades, en algunos casos para facilitar la interpretación se agrega la duración de estas. Las barras se ubican entre el día de inicio y el de finalización de cada actividad. Para ello se tiene en cuenta las precedencias ya establecidas en la red PERT.

La carta Gantt es lineal, sencilla y de fácil interpretación, es una herramienta de trabajo fácil y confiable que permite entender el proyecto de un primer vistazo.

10.5. Aplicación a la gestión del proyecto

A los efectos de la administración del proyecto, ambas cartas son útiles al momento de planificar. Son útiles para optimizar tiempos de obra y tomar decisiones referidas a opciones técnicas, pero también son herramientas para proyectar el calendario de pagos a los proveedores y para solicitar los adelantos de efectivo al inversor. La red PERT puede también emplearse para optimizar financieramente una secuencia de actividades según la disponibilidad de dinero. Se puede ajustar el inicio o fin de aquellas que tengan holgura a los efectos de coincidir con el calendario de pagos.

La carta Gantt puede servir para definir el monto de los adelantos.

Si en el caso de la Figura 10.3 el inversor dispone como forma de pago tres momentos, al inicio de la obra, en una fecha intermedia y a la entrega final (día 0, día 20 y día 35), es posible estimar cuánto dinero solicitar en cada fecha. Para el adelanto inicial se debe considerar el costo total de las actividades A y B más el valor de adelanto de la actividad C; para el pago del día 20 se debería solicitar el valor de final de obra de la actividad C y el adelanto de la actividad D y E. Estas estimaciones se realizan con el supuesto de que las obras se efectúan con subcontratistas que solicitan un adelanto inicial y un pago final al tener la obra finalizada y conforme en calidad. En el próximo capítulo se analiza el costo financiero que puede suponer estas decisiones para el ejecutor de la obra.

10.6. Control de obra

La carta Gantt y la red PERT son calendarios presupuestados que no incluyen los eventos imprevistos ni los atrasos de obra.

Al hacer un plan se proyectan las duraciones de las actividades, según los registros de los tiempos medios de obra de la empresa o con coeficientes técnicos la ejecución puede realizarse con cuadrillas diferentes a las que se emplearon en el presupuesto, y es probable que existan adelantos o atrasos de obra. El control del tiempo de ejecución durante el avance de la obra es necesario para tomar una decisión respecto a su duración y a sus costos. Por ejemplo, las actividades de ejecución más rápida que la prevista pueden determinar la necesidad de adelantar la compra de materiales o cerrar los contratos antes de la fecha prevista de pago (ahí se debe considerar la disponibilidad de dinero). En otro aspecto, retrasos de obra pueden suponer retrasos en el calendario, algunos pueden ser inocuos por corresponder a actividades con holgura y otros pueden representar pérdidas monetarias por ser parte del camino crítico. Dependiendo de los costos involucrados y de la ubicación de la actividad en la ruta crítica, se pueden tomar decisiones de intensificación o de ejecución simultánea.

Para cualquiera de los casos es necesario efectuar el *control de avance de la actividad*. Para ello se usan reportes periódicos (semanales, mensuales) bajo la forma de hojas de avance de obra. Un posible modelo de hoja de avance se muestra en la Tabla 10.1, en dicha tabla se identifican ocho columnas: ID, valor presupuestado, monto usado a la fecha, relación monto usado-presupuestado, saldo disponible del presupuesto, porcentaje de avance de obra, monto que falta, monto usado más monto faltante, balance entre lo presupuestado y lo exigido en la ejecución.

La columna ID tiene la misma información que la ID usada en la red PERT o en la carta Gantt.

El monto presupuestado se puede colocar en forma global o subdividida en bloques de materiales, horas de trabajo, horas de maquinaria y subcontratos.

Tabla 10.1. *Modelo de tabla de ocho columnas para el reporte de avance de los costos en obra*. Adaptada de Houston, 2014.

Por cada ID identificar	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**	**(7)**	**(8)**
Valor materiales	$ ppto	$ usado	(2)/(1)	(1)-(2)	% avance	$ falta	(2)+(6)	(1)-(7)
Horas de trabajo								
Horas de equipo								
Subcontratos								

Nota: (1) monto total de presupuesto planificado, (2) valor total del presupuesto usado a la fecha del reporte, (3) porcentaje del presupuesto usado, (4) saldo de presupuesto, (5) porcentaje de avance de la obra, (6) materiales u horas de trabajo o equipo que se prevén sean necesarios para finalizar la etapa, (7) monto total cuando se complete la etapa, (8) balance del presupuesto.

Las partidas a contrastar en el avance de obra son:

(1) Monto total de presupuesto planificado por partida (material, trabajo, equipo o subcontrato) para cada actividad que compone la obra con el (2) Valor total del presupuesto usado a la fecha del reporte, (3) Porcentaje del presupuesto usado calculado como valor de la columna (2) dividido por el valor de la columna (1) y luego multiplicado por 100.

(4) Saldo de presupuesto, es decir, la diferencia de la columna (1) menos la columna (2).

(5) Porcentaje de avance de la obra, estimación en la que el 100% indica la obra completa y en etapas intermedias se estima según el valor faltante; por ejemplo, para una actividad que demanda solo salarios y se presupuestó un monto de 100 h, si a la fecha de la evaluación se emplearon 65, el avance de la obra es del 65%.

(6) Materiales u horas de trabajo o equipo que se prevén sean necesarios para finalizar la etapa (el valor puede ser mayor o menor al presupuestado inicialmente).

(7) Monto total que se gastará en la actividad cuando se complete la etapa, ese valor se obtiene sumando el valor total usado con el monto total a gastar.

(8) El balance de presupuesto, diferencia entre lo presupuestado inicialmente y el monto a gastar. Si la diferencia es positiva se está operando mejor que lo planificado, si es negativa se subestimó la tarea.

El reporte de avance de obra es un instrumento habitual de control y de negociación de los adelantos de dinero para culminar la obra. Debe tenerse en cuenta que es un reporte periódico que tiene lugar durante la ejecución.

Otro reporte es el seguimiento de las *horas de trabajo aplicadas por trabajo.* Se parte del volumen total de horas de labor disponible (por ejemplo: una cuadrilla de cinco operarios trabajando 6 h efectivas por jornada de lunes a viernes —25 jornadas por mes— ofrecen 750 h de labor) y se proyecta la distribución diaria de sus actividades. Al finalizar cada jornada se registra el avance efectivo de trabajo con relación a lo proyectado para el mes y se calcula el desvío, los saldos diarios iguales a 0 indican ajuste en el tiempo proyectado, los saldos positivos indican adelantos, los negativos indican retrasos en el avance del trabajo. Existen jornadas de mayor fluidez de la tarea que generan una ganancia neta porque su costo es menor que el presupuestado, existen días con retrasos por clima o por rotura de equipos y su costo debe recuperarse con el porcentaje de imprevistos, pero también hay días en que se hacen más horas a un costo mayor para recuperar los días no trabajados, esos días tienen

balance negativo. Al realizar esta evaluación por mes es posible ajustar las proyecciones de los meses siguientes y evitar pérdidas por sobrestimación de los rendimientos en obra.

Otro de los aspectos a considerar para mejorar la performance de la empresa es la *distribución de las actividades facturadas y no facturadas*, pues las últimas son a cargo del empresario.

Si se ha formulado el presupuesto con base solo en las horas efectivas que demanda cada actividad, no es posible incluir en la factura el tiempo dedicado a carga y descarga del equipo, descansos para almuerzo y medias horas, tiempo para llegar y volver del domicilio de la empresa al punto de trabajo, movilización de equipos de mayor porte, auxilio en la carga de estos equipos y otros aspectos varios. Por ende, estos costos se descuentan de la ganancia del empresario.

Los tiempos indicados en el párrafo anterior consumen el 25% del tiempo de la jornada, por eso se recomienda incrementar el valor de la hora efectiva de la cuadrilla en un 25% como mínimo para absorber sus costos.

Si se facturan las horas por el tiempo empleado por la cuadrilla desde su salida de la empresa hasta su regreso (puerta a puerta), no es necesario hacer el incremento, pero aun así hay horas que no son facturables, tales como las reuniones de capacitación en seguridad, el tiempo dedicado a instrucciones y organización de las actividades fuera de la obra, el tiempo para acondicionamiento y limpieza del equipo para la próxima jornada, y otros similares. Estos pueden llegar a ser el 10% del total de las horas pagas en el año.

Mantener un seguimiento diario y un acumulado semanal a lo largo del año del uso del tiempo facturable y no facturable en el conjunto de trabajo de la empresa permite entender cuánto de dicho costo se recupera con el cobro de los trabajos y cuánto es el monto por deducir del beneficio del empresario. Un aspecto que se debe conocer a fondo, además, es el rendimiento de cada empleado y de la cuadrilla en su conjunto para las actividades con más horas de trabajo.

10.7. Estudio del tiempo de trabajo

En este apartado solamente se presentan las definiciones de los términos usualmente usados y los cálculos a realizar. Los aspectos teóricos conceptuales y metodológicos se encuentran en Aguiregoitia (2011).

Los presupuestos se hacen bajo el supuesto de que el método de trabajo empleado es el más eficiente y ajustado a la calidad del equipo humano, del equipamiento disponible y de las condiciones de trabajo, pero el tiempo total de la faena puede verse afectado por el tiempo real de labor en cada etapa del proceso debido a ineficiencias.

El *estudio de tiempos de una actividad* consiste en la toma y registro de los tiempos de duración de cada uno de los elementos de la faena con una norma de ejecución preestablecida (por ejemplo, para plantar árboles: hacer el pozo con pala, presentar y acondicionar el árbol en el sitio, tapar el pozo con la misma pala).

Durante el proceso, más allá del tiempo de la actividad se deben registrar los tiempos de los eventos accesorios y normales que definen el ritmo de la tarea (buscar el árbol, tomar agua, tomar un descanso).

Para medir el tiempo, primero es necesario conocer la secuencia de actividades necesaria para completar la faena. Cada actividad se compone de uno o más movimientos

fundamentales del operario en los cuales se puede definir un momento de inicio y uno de fin observables y capaces de ser cronometrados. Cada uno de estos movimientos constituye un *elemento*.

Conocidos los elementos de la faena, se listan en una planilla de observación, en ella se registrará el tiempo de inicio y fin con ayuda de un cronómetro y eventualmente puede haber un espacio para registrar la cantidad de producto hecha en dicho lapso. El procedimiento de medición puede ser la lectura continua del cronómetro o la vuelta a 0.

La lectura continua consiste en accionar el cronómetro y leerlo en el punto de terminación de cada elemento sin desactivarlo mientras dura el estudio, y es idónea para secuencias con elementos cortos.

El método de vuelta a 0, en cambio, para el cronómetro al finalizar cada elemento observado, registra el tiempo y lo inicia nuevamente. Es un método adecuado para actividades con etapas muy marcadas y de larga duración. Así, para medir el tiempo de hacer pozos con pico y pala, sería más apropiado el método de vuelta a 0, pero para estudiar el tiempo de plantación de flores en macetas de 8 cm de diámetro sobre tierra ya preparada, sería más conveniente el de lectura continua. Los cálculos que efectuar son diferentes dependiendo del método y se detallan a continuación:

Operador de cronómetro Luis J.			Plantador Juan	Fecha : 10/10/2010				
Observación No. 3			Tipo lectura continua , se registra el final de cada elemento					
Area cantero 10 m2								
	Tiempo registrado				Tiempos calculados				
Planta No	Ahoyar (1)	Quitar maceta (2)	Fertilizar (3)	Tapar (4)	Por planta	**1**	**2**	**3**	**4**
1	10	15	16	22	*22*	10	5	1	6
2	33	38	39	45	*23*	11	5	1	6
3	57	62	63	69	*24*	12	5	1	6
4	76	81	82	88	*19*	7	5	1	6
5	102	107	108	114	*26*	14	5	1	6
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
18	393	398	399	405	*23*	11	5	1	6
19	416	421	422	428	*23*	11	5	1	6
20	438	443	444	450	*22*	10	5	1	6

Figura 10.4. *Ejemplo de planilla con registros de tiempos de plantación por el método de lectura continua.*

En el método de lectura continua, la duración de cada elemento se obtiene por diferencia, para la planta n.º 20 el tiempo de ahoyar es la diferencia entre 438 s-428 s, el de quitar maceta es 443 s-438 s, valores registrados, respectivamente, en las columnas (1), (2), (3) y (4) de la Figura 10.4. El tiempo por planta es la suma de los tiempos calculados para la planta 20: (10+5+1+6) o bien la diferencia entre los segundos registrados en la columna (4) para la planta n.º 20 y para la planta n.º 19: 450-428 = 22 s.

La observación n.º 3 indica que es el tercer cantero medido para el plantador Juan con una similar estructura de trabajo. Si esa es la actividad del día, se promedian las lecturas de las tres observaciones y ese es el tiempo promedio de plantación de flores de Juan.

En el caso de la vuelta a 0, la planilla es similar, pero en lugar de anotar el valor del cronómetro se anota directamente la duración de cada elemento de la actividad.

Para completar el estudio de tiempos es conveniente también hacer el seguimiento de la cuadrilla por varias jornadas, para captar los diferentes ritmos según condiciones de trabajo (al inicio o fin de jornada) o condicionada por eventos externos, como la proximidad de la fecha de cobro del jornal o la existencia de incentivos por productividad.

Es normal que ante la presencia de un observador las primeras mediciones realizadas a un operario no sean consistentes con su rendimiento promedio. Por esta razón, quien mide los tiempos de la cuadrilla no debe interferir en el trabajo ni ser una presencia relevante, y los operarios deben estar convenientemente informados del objeto de la medición.

Se define el *tiempo estándar* como aquel requerido para que un operario normalmente hábil y capacitado, trabajando a ritmo normal, lleve a cabo una operación.

El tiempo normal de ejecución incluye los tiempos medios de labor y los tiempos accesorios, como recibir instrucciones, traslados entre puntos de trabajo, esperar que se distribuyan materiales, acondicionar herramientas, reponer combustible, etcétera.

Si los tiempos observados difieren mucho de los proyectados, debe analizarse su causa, esta puede ser parte de la no previsión de tiempos accesorios en la proyección, de métodos de trabajos inadecuados o de personal con rendimientos por debajo de los esperados. En todo caso, debe tomarse una acción para evitar tener pérdidas.

10.7. Síntesis

La administración del tiempo se realiza antes de implementar la obra identificando la secuencia de actividades que componen la ruta crítica del proceso (aquellas para las cuales un atraso significa el atraso en toda la obra). La red PERT y la carta Gantt ayudan a planificar el calendario de pagos para que no se generen períodos sin financiación. Una vez la obra en ejecución, debe hacerse el seguimiento del ritmo de trabajo y del uso del presupuesto, la medición de tiempos de operación ayuda en esta actividad.

10.8. Ejercicios

Ejercicio 1

Complete la siguiente tabla:

Actividad	Duración	Precedencia	ES	EF	LS	LF	Holgura
1	10	Ninguna					
2	4	1					
3	15	1 y 2					
4	3	2					
5	2	2					
6	9	2, 3 y 4					
7	1	6					
8	8	5 y 7					
9	7	8					

Ejercicio 2

Con los datos de la tabla del ejercicio 1, elabore el gráfico PERT e indique el camino crítico.

Ejercicio 3

Si el contrato de la obra prevé dos pagos antes de finalizar la obra, uno al inicio de esta como adelanto inicial y el segundo a los 15 días, indique qué actividades deberían pagarse al 100% antes del día 15. Elabore el calendario de pagos semanal de jornales.

Ejercicio 4

Si las cargas sociales se pagan al finalizar el trabajo y los aportes patronales más el aporte obrero se deben pagar al BPS cada 30 días, habiéndose informado el valor del jornal con dichos porcentajes incluidos, indique por cada $ 100 de salarios solicitados en el adelanto inicial, qué monto podría emplearse para pagar materiales.

Ejercicio 5

Con la siguiente proyección de costos de la obra presentada en el en el ejercicio 1, se quiere saber:

Actividad	Duración	Precedencia	$/j	Materiales (miles de $)	Equipos (miles de $)	Subcontratos (miles de $)
1	10	Ninguna	150	40	0	10
2	4	1	60	25	0	100
3	15	1 y 2	145	10	0	0
4	3	2	95	200	0	150
5	2	2	95	180	0	0
6	9	2, 3 y 4	160	35	0	45
7	1	6	200	55	0	10
8	8	5 y 7	145	47	65	0
9	7	8	60	15	0	0

1. El costo total de cada actividad.
2. El costo acumulado en cada nodo en la ruta crítica de la red PERT.
3. El monto total a pedir de adelanto al inicio de la obra sabiendo que el próximo pago es el día 15, los trabajadores cobran su salario real cada cinco días, los subcontratos se pagan al finalizar cada actividad y los materiales se entregan al iniciar cada actividad y se deben pagar a los diez días de entregados.

Resolución: Archivos Excel / Archivos Open Office

Capítulo 11

Administración financiera del proyecto

11.1. Propósito del capítulo

El presente capítulo tiene por fin establecer la diferencia entre resultados económicos y financieros, también se presentan los estados contables particulares a los cuales se asocian. Asimismo, se analizan los indicadores globales de resultado económico y su vínculo con los márgenes bruto y neto de cada actividad. Luego se analizan las herramientas de análisis financiero y su aplicación al análisis de decisiones de inversión y de financiamiento.

11.2. Ingreso y costo en efectivo y no efectivo

La descripción de costos hecha en capítulos anteriores puso foco en el origen de estos y en el ajuste de la tarifa para conseguir su remuneración a través de las actividades productivas. Dichos costos se pueden clasificar, por una parte, como:

Explícitos o financieros, partidas para las cuales se requiere dinero con el objeto de pagar a empleados, proveedores y organismos recaudadores.

Imputados o económicos, mayormente reservas para cubrir la depreciación de equipos y mejoras, así como el costo financiero de las inversiones realizadas.

El ingreso derivado de los productos o servicios de la empresa debe ser suficiente para remunerar los insumos, el trabajo, el desgaste de los bienes de capital, pagar impuestos, intereses y eventualmente arrendamientos; luego de cubrir todos los costos queda un excedente que debe ser suficiente para remunerar al empresario.

Al cobrar por una obra, el dinero percibido en efectivo se usa para pagar los costos explícitos, la partida correspondiente al valor de los imputados permanece en la empresa como una fuente de fondos para la operación normal, no debería ser retirada como dinero excedente para el empresario, pues ella es una reserva para inversión de reposición del capital de la empresa.

Por otra parte, los ingresos mayormente son en efectivo, pero también hay ingresos imputados, estos últimos se derivan de la tenencia de bienes que aumentan su valor. Es común en la actividad de un vivero mantener plantas para que completen su desarrollo de un ejercicio para el otro, el número de estas plantas es el mismo a inicio y fin del ejercicio, pero el valor de las más desarrolladas es mayor. Esa diferencia de valor es un ingreso imputado correspondiente a un aumento del valor del stock final. Ese aumento de valor por dos o tres años es un ingreso en no efectivo periódico, al vender la planta desarrollada se materializa en dinero en efectivo.

La consideración de los ingresos y egresos en efectivo y no efectivo es necesaria para entender la forma en que una empresa genera valor anualmente. El estado de resultados es una herramienta para analizar el desempeño económico de una empresa una vez finalizado el ejercicio. Sirve para comparar los resultados proyectados con los logrados.

11.3 El estado de resultados y los indicadores económicos

El *estado de resultados o de pérdidas y ganancias* es un informe contable que muestra los costos (explícitos e imputados) generados en el proceso de producción y los ingresos (explícitos e imputados) derivados de este en un ejercicio contable. A partir del estado de resultados es posible estimar indicadores de resultado económico, como el *producto bruto anual* (PB) y el *ingreso del capital* (IK).

Los criterios para construir el estado de resultados (ER) son:

1. La información económica que se registra expresa los movimientos asociados a costos e ingresos de un ejercicio productivo. El ejercicio es un período de tiempo que corresponde a un año calendario, puede iniciarse el 1.º de enero, el 1.º de julio o el 1.º del mes en que se constituyó la empresa. Los movimientos son los valores monetarios asociados a los costos (uso de materiales, estimación del valor de mano de obra, depreciaciones, intereses, impuestos y arrendamientos usados en el proceso de producción), sin importar si hubo o no una transacción monetaria (compra o venta) asociada a ellos, incluye la valoración de toda la producción realizada en el período haya sido vendida o no.

2. Solo se registra lo efectivamente usado en la producción (si se compró de más se contabilizan dos partidas: por un lado, el costo de lo que efectivamente se aplicó en el proceso productivo y, por otro, el resto —lo no usado— se reconoce como un incremento del stock de capital de la empresa en el balance).

3. Si se usaron productos que quedaron en stock de ejercicios pasados, se contabilizan como un costo.

4. Los bienes que tienen una vida útil mayor a un año participan en el ER solo por su valor de depreciación. La compra de un bien de capital en el ejercicio no es un costo, es una inversión y no se incluye en el ER.

5. El trabajo realizado y no remunerado como salario debe valorarse e incluirse como un costo en el ER.

6. El interés que se incluye en el ER es solo el correspondiente a compras financiadas, no se incluye en el ER el costo de oportunidad del capital. Tampoco se incluye como costo el pago de las cuotas de un crédito.

7. La producción del ejercicio se valora a precios de mercado (al final del ejercicio) y se incluye como ingreso sin importar si se vendió, consumió o almacenó. Tampoco importa si fue cobrada o no.

8. Los ingresos en efectivo por solicitud de créditos, pagos atrasados de los clientes, venta de bienes de capital o aportes de dinero del empresario no se incluyen en el ER.

Como hechos económicos en no efectivo se pueden citar el aumento de valor de los inventarios de productos (ingreso), la disminución de valor de los inventarios en materiales (costo), la depreciación (costo), los salarios imputados al propietario (costo).

No son hechos económicos del ejercicio, aunque sí de uso de dinero, la compra de materiales que exceden las necesidades del ejercicio y se depositan en el galpón. Ellos no se aplicaron a ningún proceso productivo y, por consiguiente, no son costos de producción del ejercicio.

En el ejemplo 11.1 se muestran diferentes partidas y el criterio de clasificación para saber si integra o no el ER.

Ejemplo 11.1

Indicar para el ejercicio iniciado el 1.º de julio de 2017 y finalizado el 30 de junio de 2018 si las partidas indicadas se incluyen en el ER:

1. Cobro en setiembre de 2017 de trabajos llevados a cabo en mayo de 2017: NO porque la actividad que lo generó es del ejercicio anterior.

2. Pago de la última cuota de materiales a la barraca del trabajo efectuado en mayo de 2017: NO porque el valor se imputó en el ER anterior.

3. Incremento del valor de las plantas propias que están enviveradas entre inicio y fin de ejercicio: SÍ porque es producción de la empresa.

4. Depreciación imputada al ejercicio de todos los equipos: SÍ porque es un costo de la empresa.

La información de costos e ingresos se ordena en columnas: por un lado, ingresos, por otro, egresos; ambas columnas se subdividen en dos columnas, una para los hechos económicos asociados a una transacción monetaria (en efectivo) y otra para los hechos económicos imputado (no efectivo).

La Figura 11.1 muestra el encabezado de la tabla.

Ítem	Ingreso		Egreso	
	Efectivo	No efectivo	Efectivo	NO efectivo
XXXX			$ 10 000	

Figura 11.1. *Encabezado de la tabla del estado de resultados (ER).*

El total de ingresos del ejercicio es el *producto bruto* (PB), la suma de la columna ingresos en efectivo y no efectivo, constituye la producción del ejercicio valorizada; también se puede calcular mediante la fórmula:

$$PB = ventas - compras + consumos + diferenciadeinventario$$

Las *ventas* son la cantidad de producto efectivamente vendida sin importar si fue cobrada o aún el pago está pendiente; *compras* representa la compra de productos (por ejemplo, en un vivero que vende plantas de estación la compra de plantas del mismo tenor); *consumo* es el uso interno para el proceso productivo (usar plantas florales para decorar la entrada del vivero o pagar el trabajo de un asalariado con parte de la producción) y la *diferencia de inventario* es la diferencia en valor (positiva o negativa) entre el stock final y el inicial contabilizado en unidades físicas y valorado a precio final.

Ejemplo 11.2

Un diseñador de paisaje compra arbustos para enviverar y los emplea luego en sus obras de paisaje. Habitualmente, incorpora a su parque los más exóticos como medio de promoción. Se quiere saber cuál es el PB del ejercicio y cuál es el monto de sus ventas en efectivo al finalizar el ejercicio. Se sabe que:

Valor de los arbustos en producción al 30 de junio de 2018	$ 38 000
Valor de los arbustos en producción al 30 de junio de 2017	$ 30 000
Ventas de arbustos en el ejercicio	$ 10 000
Compras de arbustos en el ejercicio	$ 20 000
Consumo	$ 5000

Resolución: la diferencia de inventario es el valor del stock final menos el valor del stock inicial: $ 38 000-$ 30 000 = $ 8000.

El PB: $ 10 000-$ 20 000+$ 5000+$ 8000 = $ 3000.

El valor de las ventas en efectivo es $ 10 000, parte originada en el stock y parte reventa de las compras hechas en el ejercicio.

Los costos imputados al ejercicio es la suma de egresos en efectivo más la columna de egresos en no efectivo.

Los intereses y arrendamientos (recordar que los subcontratos de obra donde hay equipo material y trabajo aportados por el operador subcontratado se incluyen en la partida de materiales) son opcionales y se definen con base en la decisión de usar bienes propios o ajenos. El interés es el pago por usar capital ajeno, el costo de arrendamiento es el pago por usar tierra y mejoras ajenas.

Los costos de producción son la suma del total gastado en procesos productivos efectivamente efectuados en el ejercicio:

$$Costo = insumosyservicios + salarios + depreciación + impuestos$$

Luego de calcular PB y el total de costos del ejercicio, es posible conocer el IK, esta es la partida remanente del total producido en el año disponible para pagar los costos de uso de [illegible] nómico global asimilable al margen bruto de cada actividad calculado en capítulos anteriores.

$$Ingresodelcapital(IK) = PB - costos$$

En la tarifa de cada obra se incluía un incremento porcentual por concepto de margen neto del empresario, un indicador que expresa el capital del que se pudo apropiar el empresario luego de lle[illegible] es el ingreso *de capital propio* (IKP):

$$Ingresodelcapitalpropio(IKP) = IK - intereses - arrendamientos$$

Tanto para el IK como para el IKP es deseable que el saldo sea positivo, de ser negativo indica que los costos fueron superiores a los ingresos, situación que se puede mantener solo en el corto plazo y que exige atención inmediata en la planificación del próximo ejercicio.

Al finalizar el ejercicio también se realiza el denominado *estado de situación o balance*. Es una foto de todo lo que tiene y todo lo que debe la empresa, a una fecha dada (al finalizar el ejercicio). La suma de todo lo que tiene es el a*ctivo:* expresa el haber de un balance, son todos los bienes y derechos inventariados y valorados a esa fecha (dinero en caja y bancos, materiales en galpón, bienes de capital, cuentas a cobrar de trabajos ya realizados, valor llave, patentes, etcétera), es la cantidad total de capital aplicado al proceso de producción.

Por definición, el total de activo es igual al total de pasivo, porque todo el capital de la empresa se debe a alguien. El *pasivo exigible* lo constituyen las deudas reconocidas por la empresa con terceras personas. El valor de activo por encima del pasivo exigible es el pasivo no exigible o *patrimonio*, es el capital del empresario y que se le restituye cuando la empresa deja de operar

El estado de resultados y el estado de situación son la información necesaria para calcular la *rentabilidad de la empresa* (R%). R se estima por la relación entre el ingreso del capital y el valor del capital usado en la producción (además del total del valor de los activos propios, se debe sumar el valor de los bienes arrendados).

$$R(\%) = \frac{IK}{Valoractivo} * 100$$

El IKP al igual que el IK puede relacionarse con el stock de capital, pero por la propia naturaleza del IKP debe relacionarse con *el patrimonio* (la fracción del empresario, es el saldo entre el capital total de la empresa y lo que se le debe a terceros), se obtiene así la *rentabilidad del empresario* (r%).

$$Rentabiliaddelempresario(r\%) = \frac{IKp}{patrimonio} * 100$$

Los indicadores *PB, costos, IK, IKP, R* y *r* son utilizados para hacer el análisis económico de la empresa, ya sea a lo largo de varios ejercicios o entre empresas de igual rubro de producción.

11.4. El estado de fuentes y usos de fondos

Este informe contable complementa los anteriores, presenta la situación financiera de la empresa y muestra exclusivamente los movimientos de dinero por todo concepto que se dan en ella.

El estado de fuentes y usos es una tabla organizada por período de tiempo. En general, en las columnas están los períodos (semanas para un reporte trimestral, meses para un reporte anual) y en las filas los ítems que generan ingresos (fuentes de fondos) y egresos financieros (usos de fondos). Se agrupan en un bloque todas las entradas de dinero a la empresa y en otro bloque todas las salidas por cualquier concepto.

El bloque de entradas tiene una última fila que es el subtotal periódico de entradas y del mismo modo el bloque de salidas tiene otro subtotal para cada columna. La diferencia entre entrada y salida en cada columna es el saldo de caja del mes y es la fuente de dinero para empezar los pagos el mes siguiente. La Figura 11.2 muestra el encabezado de un flujo de caja mensual.

Movimiento	Jul.	Ago.	...	May.	Jun.
Saldo inicial de caja	SCA del ejercicio anterior		...		
Ingreso 1		$ yyy	...		
.....	....	....	...	....	....
Subtotal mensual fuente de fondos	**STFj**	**STFa**	**...**	**STFm**	**STFj**
Egreso 1	$ zzz	$ zzz	...		
.....	.....	.....	...	.....	.....
Subtotal mensual de usos de fondos	**STUj**	**STUa**	**...**	**STUm**	**STUj**
Saldo mensual de caja (STF-STU)	**SCj**	**SCa**	**....**	**SCm**	**SCj**
Saldo acumulado SCA = (SC del mes +SCA del mes anterior)	**SCAj**	**SCAj+SCa**		...+SCm	**....+SCj**

Figura 11.2. *Modelo de un cuadro de fuentes y usos de fondos.*

La primera anotación que se escribe en las entradas en la primera columna es el saldo de caja remanente del ejercicio anterior. En otras palabras, la reserva de dinero en caja y bancos para iniciar las actividades de cada período. Es el valor del saldo acumulado del último mes del ejercicio anterior.

El estado de fuentes y usos muestra cronológicamente el origen del dinero y su destino, por esta razón es importante respetar en la anotación las fechas de los movimientos.

Los ingresos percibidos por una obra (adelanto, avance y final de obra) se registran según se perciba el dinero, si todos ellos ocurren en el mismo período (mes), se registran en un solo dato; si ocurren en dos meses consecutivos, se anotan por su monto en los dos meses. Lo mismo ocurre con las compras a crédito, aun cuando el material se recibe todo en una misma fecha, se deben registrar los pagos según evoluciona el pago de las cuotas.

La diferencia entre económico y financiero es relevante en el registro de los datos, si una actividad desarrollada en el ejercicio ha finalizado su valor, se anota en el estado de resultados como un ingreso del punto de vista económico, financieramente solo se registra cuando se efectiviza el cobro. La empresa tiene un derecho a cobrar, pero no tiene el dinero por la transacción. En el estado de fuentes y usos se anotan todos los movimientos de dinero (origen o destino) estén o no vinculados a un hecho económico, pero solo se anotan los movimientos de dinero excluyéndose los costos e ingresos imputados.

Ejemplo 11.3

Clasifique las partidas según pertenezcan al estado de resultados y/o al cuadro de fuentes y usos de fondos en el ejercicio 01/07/2017 a 30/06/2018 de una empresa que produce plantas, hace proyectos de paisaje y los ejecuta:

	ER	FUF
Ingreso de caja el 6/11/17 por venta de equipo el 3/03/17	no	sí
Ingreso de caja el 10/11/17 por plantas vendidas y producidas en marzo de 2017	no	sí
Depreciación bomba de agua valor de depreciación al 30/06/2018	sí	no
Compra de 50 ton de fertilizante en junio de 2018 a usar en la plantación de setiembre de 2018	no	sí
Salarios pagos entre julio de 2017 y diciembre de 2017	sí	sí
Pago de BPS por asalariados del semestre enero-junio de 2018	sí	sí
Pago de la deuda 06/2017 de UTE en 08/2017	no	sí

La relación entre los estados contables presentados en párrafos anteriores se muestra en la Figura 11.3.

Figura 11.3. *Relación entre estados contables.*

Nota: las figuras en verde señalan flujo de producción; en amarillo, flujo de dinero, y en celeste, stocks de capital.

11.5. El flujo de caja proyectado

El flujo de caja, además de mostrar el movimiento de dinero en un ejercicio, es una herramienta para la proyección de las finanzas de una actividad. Al realizar las obras de paisaje se estiman las necesidades de dinero para comprar materiales, pagar salarios, pagar arrendamientos y obligaciones impositivas. Cada una de ellas debe pagarse a una fecha dada, y es posible proyectar el calendario de pagos de la obra. Este calendario es una previsión de las necesidades de dinero de la obra, dinero que debe ser provisto por el cliente de acuerdo a la forma de pago establecida.

El flujo de caja proyectado para una obra de paisajismo tiene como fuente de fondos los aportes de capital del cliente y como uso de fondos las partidas de dinero requeridas para el avance de obra. El calendario de pagos se puede ajustar con los resultados de la red PERT y la carta Gantt.

Ejemplo 11.4

Organizar la información de costos de un proyecto que dura seis meses, sabiendo que la actividad 1 se hace en el mes 1 con un costo de $ 100, la actividad 2 se realiza ente los meses 1 y 4 con egresos en efectivo de $ 50 por mes, la actividad 3 se realiza en los meses 5 y 6 y tiene un valor total de $ 40, el 25% de dicho valor se debe aportar en el mes 2 y el saldo al finalizar la obra; la actividad 4 se realiza todos los meses, pero se cobra sola al finalizar la obra por un valor de $ 200.

Resolución: para saber los requerimientos de dinero de la obra se organiza una tabla en cuyas columnas se registren los meses y en cuyas filas cada una de las actividades, la suma de costos por columna y el costo acumulado.

	ER	FUF
Ingreso de caja el 6/11/17 por venta de equipo el 3/03/17	no	sí
Ingreso de caja el 10/11/17 por plantas vendidas y producidas en marzo de 2017	no	sí
Depreciación bomba de agua valor de depreciación al 30/06/2018	sí	no
Compra de 50 ton de fertilizante en junio de 2018 a usar en la plantación de setiembre de 2018	no	sí
Salarios pagos entre julio de 2017 y diciembre de 2017	sí	sí
Pago de BPS por asalariados del semestre enero-junio de 2018	sí	sí
Pago de la deuda 06/2017 de UTE en 08/2017	no	sí

Como se observa en el ejemplo 11.4, los valores monetarios se ubican según la fecha del cobro efectivo. El flujo de costos en cada mes es la suma de todos los costos mensuales, y a los efectos de las actualizaciones se supone que todos los eventos económicos ocurren el último día del período.

Los costos acumulados se construyen sumando el saldo de un mes con el saldo del mes inmediato anterior (en el ejemplo 11.4 el acumulado del mes 4 es la suma de 258+50 = 308), ellos indican el monto de dinero a invertir en el proyecto. Habitualmente, se lo denomina como *curva S,* es un gráfico en cuyas ordenadas se señalan los costos acumulados y en las abscisas los períodos. Para el caso del ejemplo 11.4, la Figura 11.2 muestra la forma de dicha curva.

Figura 11.2. *Ejemplo de curva S para el flujo de caja del proyecto presentado en el ejercicio 11.4.*

Esta curva S se genera para lo proyectado y durante la ejecución se compara con lo efectivamente gastado en cada etapa, y es posible prever si existirán dificultades financieras en etapas posteriores de la construcción.

Como convención, si la información no se separa en bloques de entradas y salidas, los egresos de dinero se señalan con el signo de menos o se escriben en rojo. Debe recordarse que si hay cambios de signo en los valores las sumas deben ser algebraicas.

El calendario proyectado de actividades y el flujo de costos estiman la situación ideal de ejecución. No siempre el pago del cliente se ajusta al calendario proyectado. En las obras públicas se libera la orden de pago de la oficina técnica en las fechas calendarizadas, pero los trámites contables pueden demorarse de tres a seis meses adicionales, período durante el cual la empresa igual está obligada a pagar salarios, materiales, impuestos. La financiación de estos usos de dinero sale de las reservas financieras de la empresa de paisajismo o por la solicitud de créditos con proveedores o bancos.

En el punto 4.2 se presentó el concepto de *valor tiempo del dinero*, y con él el concepto de *interés*. Toda financiación tiene involucrada una partida de interés y, por consiguiente, el retraso en el cobro de las obras supone un costo para el paisajista. Este costo adicional le da el derecho a cobrar una tasa de interés sobre el monto final de cada etapa. Esta tasa de interés proyectada debe considerar la inflación futura y la remuneración por el tiempo que se demora en recibir el dinero, debe ser superior a la tasa de interés de los créditos bancarios y puede asimilarse a la tasa de interés que cobran las instituciones financieras por créditos al consumo de fácil acceso.

Ejemplo 11.5

Una institución financiera ofrece créditos a sola firma donde por cada $ 10 000 se deben pagar 12 cuotas de $ 1100. ¿Cuál es la tasa de interés aplicada en el año?

I = valor total pago-valor recibido = (1100*12)-10 000 = $ 3200

Tasa de interés: i% = 3200/10 000*100 = 32% anual

Por lo expresado, cuando en el flujo de caja proyectado se observe un desfasaje entre la fecha de pago y la de cobro efectivo de los montos, es posible incluir en la tarifa una tasa de interés que compense dicho costo.

11.6. Evaluación de alternativas de diseño

Un uso habitual del flujo de caja proyectado es para definir alternativas de diseño en un proyecto de inversión en paisajismo.

Sea el caso de una plaza en una azotea pública en el cual las plantas incluidas (césped y florales) requieren riego periódico por la poca profundidad del sustrato y la exposición a vientos desecantes.

Se plantean como alternativas de diseño, por un lado, la inversión en canteros más profundos que contengan el agua de lluvia, mejorar los sustratos para que gradúen la liberación de agua e incorporar plantas apropiadas a la exposición al clima con un *mulch* apropiado; por otro lado, se propone hacer una mínima inversión inicial y destinar más dinero periódico a jornales, equipos y materiales en riego. Los flujos de dinero serán diferentes en ambas alternativas y se pueden comparar por la suma de los costos actualizados.

Ejemplo 11.6

Suponiendo la inversión inicial en un proyecto de enjardinado en una azotea con mínimo riego en $ 1000 y un costo periódico anual de riego de $ 80 por tres años como alternativa a un diseño de enjardinado de mínima inversión ($ 480) y alto costo de mantenimiento periódico (289 $/año) por tres años, si se considera un costo de oportunidad de 0%, ¿cuál es la opción más conveniente? Mantiene su respuesta en caso de que el costo de oportunidad sea del 5% de interés anual y para un 10%?

Resolución:

Año	**0**	**1**	**2**	**3**	**Total**
FN de opción de alta inversión	1000	80	80	80	1240
FN de opción de alto mantenimiento	480	289	289	289	1347

Cuando el interés es 0, no es necesario actualizar, por lo que el costo total de ambas alternativas es solo la suma de los costos periódicos, y en ese caso es más económico el diseño de alta inversión. Para el caso del 5 y del 10% hay que calcular los respectivos factores de actualización a los efectos de ajustar el flujo neto de caja (FNC):

FNC	**0**	**1**	**2**	**3**
Factor de actualización 5%	1	1,05	1,10	1,16
Factor de actualización 10%	1	1,10	1,21	1,33

Así, sumando los costos actualizados al 5% se tiene un total de:

1000+(80/1,05)+(80/1,10)+(80/1,16) = $ 1218 para la opción de alta inversión y de 480+(289/1,05)+(289/1,10)+(289/1,16) = $ 1266 para la opción de altos costos de mantenimiento, por tanto, sigue siendo más conveniente la alta inversión inicial.

Repitiendo el proceso para el 10%, se obtiene que ambas propuestas tienen igual costo actualizado $ 1198, resulta indiferente una u otra.

El costo de oportunidad del capital de quien invierte (el cliente) es relevante para definir las opciones de diseño, pues cuanto mayor sea el costo de oportunidad del capital,

se tendrá mayor preferencia por diferir los costos y reducir las inversiones iniciales; cuanto menores sean las tasas de interés de referencia, se podrá optar por inversiones importantes al inicio.

Un aspecto relevante del flujo de caja proyectado es su función como herramienta de comunicación para el cliente. El flujo de caja señala la previsión de fondos futuros para mantener la calidad estética de las obras.

El *valor actualizado de los costos* de un proyecto es la suma de los equivalentes financieros al momento de la inversión, de todos los costos periódicos futuros del proyecto descontados a la tasa de referencia del inversor.

Las decisiones entre alternativas de diseño se toman con base en el valor actualizado de los costos de cada una. La suma de los costos actualizados debe contemplar la vida útil del proyecto.

El dinero aplicado a la obra es una inversión, ya que no estará disponible para otros usos mientras la obra siga vigente. Quien decide invertir en la obra de paisajismo espera obtener beneficios (tangibles e intangibles) de ella por varios años. La tasa de actualización la debe definir el cliente en función de lo que le «cueste» destinar el dinero para la inversión en paisajismo. En general, las tasas nominales anuales en dólares son elevadas 12%-20% por los factores subjetivos que acompañan la rentabilidad de la inversión en paisaje.

Si no se dispone de información, un estimador razonable del costo de oportunidad para obras de paisaje es el 12% como TEA cuando se hacen proyectos con el supuesto de relaciones insumo/productos constantes.

11.7. El costo de la financiación

Para poder estimar el costo de la financiación, es preciso saber el monto solicitado (M), la tasa de financiación (i %), el plazo necesario para poder pagarlo (n) y la forma de pago establecida por el financiador.

En el capítulo 4 se hizo referencia al precio efectivo como instrumento de financiación, los proveedores además ofrecen planes de financiación determinando entrega inicial y cuotas por las ventas a plazos.

Para tomar la decisión de si conviene tomar el contado efectivo o los plazos, además de la condición obvia de tener efectivo suficiente para pagar el total del valor contado, es necesario saber la tasa de interés de la financiación. Si la tasa de interés de la financiación es menor que el costo de oportunidad de la empresa, conviene financiar.

Ejemplo 11.7

La compra de un camión que vale contado USD 15 000 puede hacerse financiada con una entrega inicial del 30% contra entrega y seis cuotas iguales de USD 2500. ¿Cuál es el flujo de caja del préstamo? Escriba en negro las entradas de dinero y en rojo las salidas de dinero.

Resolución: se elabora el perfil del servicio de deuda; los valores en rojo son salidas de caja y los valores en negro son entradas; el período es mensual:

Fecha	Entrega	1	2	3	4	5	6
Entrada	$ 15						
Salida	$ 4,5	$ 2,5	$ 2,5	$ 2,5	$ 2,5	$ 2,5	$ 2,5
FNC	$ 10,5	$ 2,5	$ 2,5	$ 2,5	$ 2,5	$ 2,5	$ 2,5

Para saber la conveniencia de tomar el crédito se hace la suma actualizada de los FNC del perfil de servicio de deuda con el costo de oportunidad de la empresa, esa sumatoria tiene el nombre de *valor actualizado neto (VAN)*.

Ejemplo 11.8

¿Cuál es el VAN del perfil de servicio de deuda del ejemplo 11.7 para un costo de oportunidad del 8% mensual? Con relación a su resultado, ¿conviene tomar el crédito?

Resolución:

VAN = 10,5-(2,5/1,08)-(2,5/1,17)-(2,5/1,26)-(2,5/1,36)-(2.5/1,47)-(2,5/1,59) = -miles de $ 1,06

El VAN dio un valor negativo de USD 1060, este valor negativo indica que la tasa del crédito es mayor a la tasa de interés del capital propio, como consecuencia, no financio. El dinero financiado es más caro que el dinero propio.

En las planillas de cálculo existe una función denominada TIR (o IRR, en inglés), acrónimo de *tasa interna de retorno,* que es la tasa que hace 0 la suma de los fondos actualizados. Es la tasa que genera el propio flujo de fondos. Para cualquier préstamo, el costo está representado por el monto de interés a pagar en relación con el valor inicial o contado. Con el objetivo de facilitar la visualización de estos costos, se realizan el perfil del servicio de deuda, que es un flujo de caja en el que se presenta el monto ingresado por préstamo, y la *n* montos egresados por concepto de cuota.

En todo perfil de crédito, si se calcula el VAN del perfil de servicio de deuda con la tasa del crédito, se obtiene el valor 0, porque el flujo se construyó con esa tasa y ella es la tasa interna de retorno. En forma similar, cualquier perfil de cobros y pagos realizados en el tiempo tiene una tasa de interés que hace 0 la sumatoria actualizada, esa tasa es la TIR. La estimación se hace mediante interpolaciones sucesivas; para el ejemplo 11.7 el valor de la TIR es 11%.

11.8. Perfil de servicio de deuda

En un préstamo bancario, al solicitar un monto de dinero se establece un contrato en el que se indica el monto solicitado, la forma de cálculo de la cuota, el plazo máximo para pagarlos, la tasa de interés y las eventuales condiciones de gracia.

El *monto del crédito* es el capital solicitado y es el monto que se debe devolver en un 100%. Ese monto inicial puede tener descuentos por trámites administrativos, comisiones, pagos de interés por adelantado; en cualquiera de esos casos, quien solicita el crédito recibe el monto solicitado menos los descuentos, y ninguno de ellos supone una amortización del capital.

La *amortización* es la cuota parte del capital prestado que se devuelve en cada período. La devolución puede ser hecha en cuotas iguales (todos los pagos tienen igual valor) o como amortización constante; en este último caso, se devuelve en cada cuota una fracción constante del monto principal (por ejemplo, 25% si se devuelve en cuatro cuotas), y la cuota es variable porque varía la cantidad de interés en cada una de ellas.

La *cuota de un préstamo* es el pago que hace quien recibió el préstamo. Por lo antes expresado, el pago de la cuota se compone de una fracción del capital prestado (amortización) más los intereses devengados en el período.

Si se paga el total del préstamo antes del vencimiento, se pagan intereses solo por el período adeudado y no por el período total.

El perfil del servicio de deuda es una tabla cuyas columnas informan el saldo adeudado, el monto de amortización, el monto de interés y la cuota que corresponde a cada período.

Ejemplo 11.8

Realice el perfil del servicio de deuda de un préstamo de $ 100 a pagar en cuatro cuotas anuales de amortización constante con un 10% de interés sobre saldos impagos.

Año	Saldo inicial	Saldo final	Amortización	Interés	Cuota
0	100	100			
1	100	75	25	10,0	35,0
2	75	50	25	7,5	32,5
3	50	25	25	5,0	30,0
4	25	0	25	2,5	27,5

El costo del crédito es la suma de la columna interés (10+7,5+5,0+2,5 = 25), o sea que para recibir 100 se deben devolver en total 125. La columna interés siempre es el producto del saldo inicial en cada período por la tasa de interés; la cuota siempre es el valor de la amortización más el interés, y el saldo final es la diferencia entre el saldo inicial y el pago de amortización hecho en el período.

Otra forma de considerar el crédito es en cuota constante, en este caso, para saber el valor de la cuota es preciso estimar el *coeficiente de recuperación del capital (CRC)*. El CRC es una fórmula financiera que permite conocer la equivalencia financiera entre un monto inicial y n pagos futuros de valor constante dada una tasa de interés i conocida. Se calcula como:

$$CRC = \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}$$

Luego de calculado el CRC (cuyo resultado siempre es menor o igual a la unidad), el valor de la cuota se obtiene multiplicando dicho factor por el monto solicitado. Un aspecto importante es que la tasa debe estar expresada en el mismo período que la frecuencia de las cuotas, es decir, si las cuotas son mensuales la tasa de interés debe ser mensual, y antes de aplicar la fórmula del CRC debe convertirse la tasa al período adecuado (ver capítulo 4).

Ejemplo 11.9

¿Cuál será el monto de la cuota de un préstamo de $ 100 con una tasa del 10% mensual pagadero en cuatro cuotas iguales mensuales y consecutivas?

Resolución:

M = 100, i = 10% y n = 4, las cuotas son iguales, por tanto, debe usarse el CRC.

$(1+i)^n$ es igual a $1{,}10^4 = 1{,}4641$ por lo que el CRC es = 1,4641*0,1/0,4641 = 0,3155.

Calculado el CRC, se puede saber el monto de la cuota, este es igual a C = M*CRC, por lo cual las cuatro cuotas tendrán un valor de 100*0,3155 = $ 31,55.

Ejemplo 11.10

Realice el perfil del servicio de deuda de un préstamo de $ 100 a pagar en cuatro cuotas anuales iguales con un 10% de interés sobre saldos impagos que se paga en cuatro cuotas de $ 31,55.

Resolución: partiendo del valor conocido de la cuota y el monto:

Año	Saldo inicial	Saldo final	Amortización	Interés	Cuota
0	100	100			
1	100	78,45	21,55	10,0	31,55
2	78,45	54,75	23,70	7,85	31,55
3	54,75	28,68	26,07	5,48	31,55
4	28,68	0	28,68	2,87	31.55

Los préstamos pueden tener períodos de gracia, ellos son acuerdos en los que quien recibe el préstamo esta exonerado de pagar la cuota o las amortizaciones por un período preacordado. Es importante recordar que durante la gracia el interés siempre se genera, puede pagarse (gracia solo de amortización) o acumularse al saldo principal (gracia total).

Un crédito a diez meses con dos meses de gracia de amortización al mes 1 debe pagar intereses, al mes 2 también y a partir del mes 3 paga las cuotas completas; para las estimaciones del valor de la amortización o para el cálculo del CRC se debe considerar el valor de n = 8, pues es en ocho períodos que se devuelve el capital, en los dos primeros meses solo se pagó el interés.

En el caso de una gracia total, un préstamo a seis meses con tres meses de gracia total no paga cuota los tres primeros meses, y n = 3 para cálculo de amortización o de la cuota, los intereses no pagos se suman al saldo principal.

Ejemplo 11.11

Un préstamo de $ 50 000 tiene un 2% de interés mensual, un plazo máximo para pagar de seis meses, las cuotas son constantes y tiene una gracia total de dos meses.

Resolución: el interés es 2%, como hay gracia durante dos meses se acumula su monto al monto inicial y en cuatro meses se paga.

Saldo adeudado al momento de empezar a pagar la cuota: $50*1{,}02^2 = 52{,}02$

CRC para cuatro meses y 2 % de interés 1,022*0,02/0,04 = 0,5202

Las cuotas son: 52,02*0,5202 = $ 27,06

11.9. Síntesis

Los resultados de una empresa son económicos y financieros, y de ellos se derivan los criterios de costos e ingresos en efectivo e imputados. Los resultados económicos incluyen ambos y permiten calcular el PB, el IK, el IKP, la R y la r. El más usado es R, que relaciona el ingreso del capital con el monto total de los activos necesarios para llevar adelante su proceso productivo y se expresa como una tasa de interés.

En los aspectos financieros interesa determinar el costo que representa las decisiones de inversión antes diferentes alternativas de flujos de dinero. Para este fin se emplean indicadores financieros como el VAN y la TIR, ambos requieren para su cálculo tener organizada la información financiera en cuadros de fuentes y usos de fondos.

Los proyectos requieren muchas veces financiación bancaria para su ejecución, para analizar el costo de las diferentes ofertas se construyen perfiles de servicio de deuda los que pueden ser evaluados con el uso del VAN y la TIR.

11.10. Ejercicios

Ejercicio 1

Calcular cuánto se debe pagar por un crédito de $ 15 000 si:

a. se cancela al año y se pactó un 30 % anual de interés;
b. se cancela a los ocho meses y se pactó un 60 % anual de interés;
c. se cancela al año y se pactó un 15 % semestral de interés.

Ejercicio 2

Elabore el perfil de un crédito por USD 10 000 a cuatro años de plazo, con amortizaciones e intereses, pagaderos anualmente, amortización constante, con un 15% de interés sobre saldos.

Ejercicio 3

Elabore el perfil de un crédito por USD 10 000 a cinco años de plazo, con amortizaciones e intereses, pagaderos anualmente en cuotas constantes, con un 15% de interés sobre saldos.

Ejercicio 4

Elabore el perfil de un crédito por USD 10 000 a diez meses de plazo para amortizaciones e intereses, pagaderos bimensualmente, amortización constante, con un 65% de interés anual sobre saldos.

Ejercicio 5

Un contratista debe elegir entre dos opciones para tomar un crédito de USD 10 000:

a. Tres años de plazo, cuotas trimestrales iguales, dos trimestres de gracia, 16% de interés anual sobre saldos.

b. Cinco años de plazo, cuotas constantes bimensuales de USD 520, seis meses de gracia.

Determine cuál de los dos perfiles paga menor cantidad de dinero en cuotas.

Ejercicio 6

Determine cuál es la alternativa de diseño de menor costo para una tasa de interés del 12% anual (todos los valores son miles de pesos y todos ellos representan salidas de caja).

Alternativa	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**
A	18	6	6	12
B	20	0	0	24
C	9	9	9	15
D	7	7	15	15
E	2	3	22	15
F	2	22	3	15

Ejercicio 7

Se solicita construir el perfil de pagos mensuales de una obra de paisajismo. Los costos se agruparon en cuatro componentes:

a. El componente 1 va desde el día 0 al día 60 de la obra, tiene un valor de USD 100 000 y se paga en entregas quincenales sin adelanto inicial.

b. El componente 2 inicia el día 10 y finaliza el día 30, tiene un valor de USD 25 000 y se paga al finalizar la actividad.

c. El componente 3 tiene un valor de USD 90 000, inicia el día 2 y finaliza el día 35, se paga un adelanto del 30% al inicio de la obra y el saldo al finalizarla.

d. El componente 4 inicia el día 36 y finaliza en el día 40, tiene un valor de USD 200 y se paga 50% al inicio y 50% al final.

Ejercicio 8

Debe hacer la compra de árboles para su proyecto, la tasa de referencia para la financiación de materiales es del 7,5% y ha pedido la posibilidad de pagar en tres pagos mensuales. Los viveros que ha consultado le ofrecen los siguientes esquemas de pago:

	Pago 1	Pago 2	Pago 3
Vivero 1	150	50	50
Vivero 2	100	75	75
Vivero 3	50	50	150

Seleccione el vivero más conveniente.

Ejercicio 9

Calcule la TIR de los siguientes perfiles financieros:

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
-500	-50	10	70	20	300	400
-500	10	10	10	10	10	700
-100	-100	-150	-150	0	0	750

Con base en los resultados, explique a su juicio cuál sería el perfil de mejor distribución de los flujos de capital.

Ejercicio 10

Un inversor le ha pedido que presente el flujo de fondos de su proyecto considerando la financiación bancaria del 80% de la inversión requerida. La obra se lleva a cabo en cinco meses y el crédito solicitado es de cuota constante, a pagar en cuatro meses con una tasa del 7,5%. Calcule el VAN del proyecto financiado para una tasa del 10%.

El perfil de la inversión en miles de pesos es:

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Materiales	80	5	5	5	3	10
Equipo	10					
Salarios	40	40	60	60	60	60
Subcontratos	0	20	0	0	0	10

Explique el resultado obtenido.

Resolución: Archivos Excel / Archivos Open Office

CAPÍTULO 12

Ficha para plantación de florales, árboles o arbustos

12.1. Propósito del capítulo

La ficha tiene como fin ser una guía rápida de información útil para estimar el valor de obras de paisajismo. Los valores indicados se recopilaron en entrevistas, estudios de métodos y mediciones de tiempo de trabajo en empresas contratistas de Maldonado, y para los datos faltantes se citan coeficientes de empresas contratistas de Estados Unidos.

La ficha debe emplearse en caso de falta de información propia; de contarse con ella los datos ajustados a las condiciones peculiares del equipo de trabajo deben prevalecer.

Se agradece a Carolina Campaña, Facundo Petingi, Diego García, Teodoro Brugger, Romina Macías y Magdalena Rondeau por los registros de rendimientos productivos obtenidos en el control de faena de cuadrillas en actividades de plantación en Maldonado, así como por las imágenes que ilustran el presente capítulo.

12.2. Pautas generales

Cuadrilla	Tres a cinco trabajadores por equipo
Calificación de operarios	Un encargado, resto del equipo peón. Si el transporte es propio, puede haber chofer si no coincide con el encargado.
Transporte	Camioneta pickup doble cabina o camión ligero doble cabina.
Equipamiento por operario	Pantalón con cinta reflectiva, camisa, buzo de abrigo, gorro, guantes de cuero, eventual chaleco reflectivo y faja lumbar. Zapato o bota con puntera de acero.
Equipo por operario	Pala de pozo, pala de diente, rastrillo. Cantimplora o bidón con agua para hidratación. Para plantaciones de árboles en envases superiores a 20 l puede requerirse el apoyo de una excavadora pequeña tipo Bobcat. Para árboles de mayor porte puede requerirse el auxilio de grúa montadas sobre camión a efectos de mover los árboles
Equipo compartido por lo menos uno por cuadrilla	Cinta métrica, baldes, regaderas, escobas, cuerda y estaca marcada cuando hay necesidad de replantear canteros, carretilla

Materiales	Fertilizante de liberación lenta o NPK según especificación, tierra negra, film antihierba, corteza molida para *mulch* u otro tipo de material de cobertura según especificación técnica del trabajo. Número de plantas necesario según tamaño de envase y densidad de plantación.
Equipamiento auxiliar	Bomba de agua, camioneta con tanque flexible de 1000 l para llevar agua de riego; aparte, agua potable para las cuadrillas. Camión o flete para transporte de materiales (tierra o plantas). En grandes extensiones sin pavimento, tractor con zorra para distribución entre puntos de trabajo.
Condiciones de confort	Se debe prever alquiler de baños o acceso a estos; si la cuadrilla es mixta, uno por género. Agua potable para la cuadrilla y para higiene de manos, puede ser en el sitio o transportable sobre camión. Lugar para comer con sombra y sentado.
Condiciones especiales	Algunos viveros solicitan el flete de retorno de los envases. Si en la remoción de tierra hay escombros de construcción, se debe prever volqueta para su deposición final, y en algunos casos puede ser necesario contar con picos para su extracción. También debe preverse costo de flete y limpieza para retirar los envases desechados y las bolsas de materiales
Horas efectivas	6 h para jornada de 8 h con base en semana de 44 h nominales. Puede trabajarse más horas por día pero debe considerarse el pago de horas extras. No se trabaja con lluvia, y dependiendo del suelo, uno o dos días posteriores a ella (esto último en suelo limosos y arcillosos).

12.3. Rendimientos

El tiempo de laboreo del suelo previo a la plantación es el componente más determinante, reduce el rendimiento cuanta más arcilla tiene el suelo o cuando existe alta densidad de malezas. La carpida demanda 2 h/hombre cada 100 m^2 en las mediciones realizadas en suelo arenoso a limoso medianamente compactado; en suelos arcillosos demandaron 2,5 veces más tiempo que los suelos arenosos. Una persona puede roturar, afinar y nivelar 6,5 m^2 de cantero por hora, la cuadrilla con cuatro peones lograría acondicionar 30 m^2/h.

Empleando un rotovador en lugar de operación manual, la velocidad de trabajo se incrementa significativamente y se puede llegar a un rendimiento de 2000 m^2/h o 0,63 h/hombre por hectárea de cantero en caso de viveros bajo cubierta. El rendimiento de plantación por jornada se estima con base en 6 h efectivas de labor. Las tablas 12.1 a 12.3 muestran el rendimiento de plantación a destajo.

Tabla 12.1. *Rendimiento por jornada y hora de plantación a destajo según tamaño de la planta y tamaño de envase. Suelos ligeros.*
Adaptada de Fee, 2007.

Envase	Tamaño (1)	Operario	N.º por jornada	Tiempo por planta (h)
Raíz desnuda	8 a 13 cm	Un peón común	750	0,008
	15 a 25 cm		400	0,015
	28 a 41 cm		273	*0,022*
	43 a 61 cm		158	*0,038*
En maceta	5 a 6 cm	Un peón común	600	*0,01*
	8 cm		545	*0,011*
	10 cm		462	*0,013*
Contenedor	4 l	Por cada dos peones	32	*0,19*
	8		19	*0,308*
	12		15	*0,4*
	20 (2)		11	*0,552*
Cepellón con paja o arpillera	30cm (3)	Por cada dos peones	7	*0,842*
	38 (3)		6	*1*
	46 (3)		5	*1,333*
	61 (3)		3	*1,778*

Nota: (1) tamaño refiere a la altura de la planta a raíz desnuda, o al diámetro de maceta o del envase contenedor; (2) rendimiento estimado con base en una cuadrilla compuesta por dos peones y un maquinista de excavadoras ligeras (48 HP) para hacer los pozos de diámetro necesario para la plantación, el movimiento y su posicionamiento en el sitio es manual; (3) medida referida al mayor diámetro del cepellón, rendimiento estimado como en (2).

Cuando la plantación se desarrolla sobre suelos de mayor dificultad, como podrían ser los brunosoles o suelos con mayor porcentaje de arcilla, los rendimientos se reducen; la Tabla 12.2 los muestra para diferentes tamaños de planta y de envase.

Tabla 12.2. *Rendimiento por jornada y hora de plantación a destajo según tamaño de la planta y tamaño de envase. Suelos medios.*
Adaptada de Fee, 2007.

Envase	Tamaño	Operario	N.º por jornada	Tiempo por planta (h)
Raíz desnuda	8 a 13 cm	Un peón común	500	0,012
	15 a 25 cm		273	0,022
	28 a 41 cm		194	0,031
	43 a 61 cm		109	0,055
En maceta	5 a 6 cm	Un peón común	429	0,014
	8 cm		375	0,016
	10 cm		333	0,018
Contenedor	4 l	Por cada dos peones	22	0,271
	8		14	0,444
	12		11	0,571
	20 (2)		8	0,8
Cepellón con paja o arpillera	30cm (3)	Por cada dos peones	5	1,231
	38 (3)		4	1,429
	46 (3)		3	1,882
	61 (3)		2	2,54

Nota: (1) tamaño refiere a la altura de la planta a raíz desnuda, o al diámetro de maceta o del envase contenedor; (2) rendimiento estimado con base en una cuadrilla compuesta por dos peones y un maquinista de excavadoras ligeras (48 HP) para hacer los pozos de diámetro necesario para la plantación; (3) medida referida al mayor diámetro del cepellón, rendimiento estimado como en (2).

Cuando el suelo tiene dificultades especiales, como la presencia de piedras de extracción manual o alto contenido de arcilla, el tiempo que demanda la faena se eleva y, por consiguiente, se disminuye aún más el rendimiento de los operarios, como se presenta en la Tabla 12.3.

Tabla 12.3. *Rendimiento por jornada y hora de plantación a destajo según tamaño de la planta y tamaño de envase. Suelos pesados o pedregosos.*
Adaptada de Fee, 2007.

Envase	Tamaño(1)	Operario	N.º por jornada	Tiempo por planta (h)
Raíz desnuda	8 a 13 cm	Un peón común	353	0,017
	15 a 25 cm		194	0,031
	28 a 41 cm		136	*0,044*
	43 a 61 cm		76	*0,079*
En maceta	5 a 6 cm	Un peón común	273	*0,022*
	8 cm		261	*0,023*
	10 cm		231	*0,026*
Contenedor	4 l	Por cada dos peones	16	*0,387*
	8		9	*0,635*
	12		7	*0,816*
	20 (*)		5	*1,143*
Cepellón con paja o arpillera	30 cm en mayor diámetro (2)	Por cada dos peones	3	*1,758*

Nota: (1) tamaño refiere a la altura de la planta a raíz desnuda, o al diámetro de maceta o del envase contenedor; (2) rendimiento estimado con base en una cuadrilla compuesta por dos peones y un maquinista de excavadoras ligeras (48 HP) para hacer los pozos de diámetro necesario para la plantación.

Registros de plantación en Maldonado que requerían abrir pozos en áreas con pavimento o baldosas indican que el tiempo de ejecución del pozo es de 1 hora/cuadrilla (dos maquinistas cortando pavimento con taladro retropercutor y generador de electricidad y dos peones excavando el pozo con pico y pala operado en tándem), completando en la jornada un máximo de ocho pozos, esto incluye el embolsado de la tierra y escombro generado. Luego de hechos los pozos se procede a la plantación, con cuadrillas de tres a cinco personas se logra un rendimiento de 50 ejemplares por día. En el caso de veredas, se requiere tierra negra para completar el pozo, y se destina además 1 h por día al riego, que se realiza una vez por ejemplar al inicio de la jornada.

En tareas de reposición de pinos en un área ajardinada de 2,4 ha con ejemplares en macetas de 1 l (10 cm de diámetro) sobre suelo arenoso llegaron a un rendimiento de 50 ejemplares por jornada de 8 h en cuadrillas de tres personas con un encargado. Los que observaron la tarea indican que el bajo rendimiento diario está explicado por la distancia a la cual se habían ubicado los acopios de materiales (tierra, árboles), pues obligaba a traslados periódicos en distancia no menores de 100 m.

Asimismo, registros de tiempo de plantación de arbustos sobre suelos arenosos para la formación de cercos indican un promedio de un arbusto plantado cada 11 min, y en una jornada de 6 h efectivas llegan a plantar 40 ejemplares en cuadrillas de tres operarios.

La productividad del trabajo para la plantación manual de árboles dentro de proyectos de paisajismo, incluyendo en este tiempo distribuir las plantas en el terreno según diseño, hacer el hoyo, presentar la planta en el sitio, acomodarla cortar el contenedor, plantarla y acondicionar suelo y sustrato en la olla, se presenta en la Tabla 12.4.

Tabla 12.4. *Plantación en proyectos de paisaje. Productividad del trabajo para plantación de árboles en contendores o cajas desarmables.*
Adaptada de Houston, 2014.

Tipo (1)	Unidad	Cantidad/h hombre	Tiempo por unidad	Observaciones
Caja de 1,80 m	c/u	0,125	8 h	1 h para pozo
Caja de 1,50m	c/u	0,167	6 h	0,8 h para pozo
Caja de 1,20m	c/u	0,25	4 h	0,5 h para pozo
Caja de 0,90m	c/u	0,33	3 h	0,3 h para pozo
Caja de 0,60 m	c/u	0,5	2 h	0,25 h para pozo
20 l	c/u	1	1 h	
12 l	c/u	5	12 min	
8 l	c/u	7-10	6-8 min	
4 l	c/u	12-15	4-5 min	

Nota: (1) refiere al tamaño del envase que contiene la planta.

En el caso de plantación de árboles sin envase a retirar porque son biodegradables (plantas que se venden con cepellón envuelto en paja), los rendimientos varían, y según el tamaño de planta se presentan en la Tabla 12.5.

Tabla 12. 5. *Productividad del trabajo para árboles y arbustos con envase biodegradable.*
Adaptada de Houston, 2014.

Tipo (1)	Unidad	Cantidad/h hombre	Tiempo por unidad	Observaciones
1. Árboles				
0,13/1,50	c/u	0,167	6 h	0,8 h p/ pozo
0,10/1,22	c/u	0,25	4 h	0,5 h p/pozo
0,08/0,90	c/u	0,33	3 h	0,3 h p/pozo
0,06/0,76	c/u	0,4	2.5 h	0,3 h p/ pozo
0,05/0,6	c/u	0,5	2 h	0,25 h p/pozo
0,04/0,4	c/u	0,75	1,5 h	
0,03/0,3	c/u	1	1 h	

2. Arbustos según altura de planta				
0,95 m	c/u	0,75	1,3 h	
0,75 m	c/u	1	1,0 h	
0,60 m	c/u	1,2	0,8 h	
0,40 m	c/u	2-2,5	0,33-0,50 h	
0,25 m	c/u	3-4	15-20 min	
3. Arbustos según tamaño del envase				
20 l	c/u	1,0	1 h	
12 l	c/u	4,0-5,0	12-15 min	
8 l	c/u	7-10	6-8 min	
4 l	c/u	12-15	4-5 min	

Nota: (1) Tipo para árboles el primer número es el calibre en el cuello, el segundo el diámetro del cepellón, ambos en metros.

Las plantaciones pueden ser efectuadas en forma totalmente manual o con el auxilio de equipos para la excavación y acarreo de materiales tales como excavadoras compactas, grúas montadas sobre camión, o el motocultor. Para estos equipos es preciso estimar los costos fijos y variables por hora de funcionamiento, los coeficientes para el cálculo se presentan en la Tabla 12.6 junto con una estimación de su valor en dólares corrientes a enero 2018 (ver capítulo 6 para detalle de cálculo).

Tabla 12.6. *Maquinaria auxiliar para plantación, coeficientes para estimar los costos fijos por hora.*
Adaptada de Cámara Mexicana de la Construcción, 2006.

Implemento	**VU (años)**	**VU (h)**	**VR (%)**	**CR (%)**	**Potencia necesaria**	**Vel.**	**V. nuevo USD (enero 2018)**
Motocultor/motozada	3	3000	10	40	12 HP	5	1300
Minicargador a oruga Kubota	10	16 000	20	60	25 HP	6 km	18 000
Zorras	15	5000	10	75	75		3700
Palas niveladoras traseras	15	5000	10	75	75		770
Palas cargadoras frontales	15	5000	10	75	75		5700
Cargador sobre neumáticos compacto Gehl	10	16 000	20	60	42 HP		25 165
Cargador sobre neumáticos Bobcat BC863	10	16 000	20	60	72 HP		36 025
Cargador sobre neumáticos Bobcat BC753	10	16 000	20	60	43 HP		26 423

Grúa telescópica sobre camión	7,3	13 700	20	75	...		117 058
Grúa hidráulica articulada HIAB090/AW	7,3	13 700	20	75	...		30 992
Camioneta pickup, 0,5 ton	5	10 000	25	75			25 000

Nota: VU: vida útil del equipo en años y en horas; VR: valor residual; CR: coeficiente de reparaciones; potencia necesaria: potencia de tracción necesaria en HP; Vel.: velocidad de trabajo habitual;
V. nuevo: valor nuevo del equipo en Uruguay a enero 2018.

Tabla 12.7. *Coeficientes para el cálculo de los costos variables por hora de uso.*
Adaptada de Cámara Mexicana de la Construcción, 2006.

Implemento	**Consumo (l) Mezcla/h (1:30)**	**Consumo Diésel/h**	**Lubricante (l/h)**	**Área cubierta en 1 h (m^2)**
Motocultor/moto azada		1,2		2070
Minicargador a oruga Kubota		5,57		
Zorras		del tractor		
Palas niveladoras traseras		del tractor		
Palas cargadoras frontales		del tractor		
Cargador sobre neumáticos compacto Gehl	2801	4,70	0,07	0,0005
Cargador sobre neumáticos Bobcat BC863	575	11,87	0,33	0,0005
Cargador sobre neumáticos Bobcat BC753	575	6,62	0,23	0,0005
Camioneta pickup, 0,5 ton	300	8	0,03	0,0005

Nota: Consumo (l) mezcla: litros por hora de trabajo de la mezcla de combustible y aceite para motor dos tiempos; consumo diésel/h: litros de combustible usado en equipos con motor cuatro tiempos a gasoil, lubricante (l/h) litros de lubricante para motor por hora de uso; área cubierta: estimación de superficie de trabajo por hora según velocidad de avance y ancho de operación.

Las figuras 12.1 a 12.4 muestran las herramientas de uso y la forma en que se presentan las plantas en el cantero previo a la plantación.

Figura 12.1. *Camión de transporte de materiales equipo y cuadrilla, puede tener un acoplado adicional para transporte de plantas.*

Figura 12.2. *Presentación de los envases según diseño.*

Fig.ura 12.3. *Envases de 10 cm de diámetro y de 1 l.*

Figura 12.4. *Palas para puntear canteros y auxiliar en plantación.*

12.4. Estimación del número de plantas

Un aspecto importante en las estimaciones de costo de plantación es la cantidad de plantas necesarias, un auxilio es la carta de espaciamiento. Ella es útil cuando se diseña un espaciamiento regular y equidistante, ya sea en plantaciones tipo tres bolillos o en líneas.

La Tabla 12.8 muestra una carta de espaciamiento para florales o arbustivas que se plantan hasta una densidad de una por metro cuadrado.

Dicha carta puede emplearse para distancias mayores si se quiere saber el número de arbustos necesarios. En el caso de plantaciones planificadas, por ejemplo, en filas distanciadas entre sí de 1,5 m y dentro de la fila distanciadas entre sí 1,5 m, se puede emplear la carta con la relación 0,15 m y 0,15 m, el resultado que se obtiene es 44 plantas, pero ellas se deben asignar a una superficie de terreno de 100 m^2.

Tabla 12.8. *Carta de espaciamiento para florales y arbustivas.*
(Distancias entre fila y dentro de la fila en metros. Cuerpo de la tabla: número de plantas por metro cuadrado).

Distancia en la fila	Distancia de plantas entre filas (m)																	
	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
0,15	44	33	27	22	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7
0,20	33	25	20	17	14	13	11	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5
0,25	27	20	16	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4
0,30	22	17	13	11	10	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	4	3
0,35	19	14	11	10	8	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3
0,40	17	13	10	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3
0,45	15	11	9	7	6	6	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2
0,50	13	10	8	7	6	5	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2
0,55	12	9	7	6	5	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
0,60	11	8	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
0,65	10	8	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
0,70	10	7	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1
0,75	9	7	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
0,80	8	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
0,85	8	6	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
0,90	7	6	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
0,95	7	5	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1,00	7	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1

CAPÍTULO 13

Ficha para instalación de césped

13.1. Propósito del capítulo

La ficha de instalación de césped es información compilada en entrevistas y en mediciones de métodos y tiempos de trabajo. La información de coeficientes técnicos para drenajes y control de erosión proviene de rendimientos del trabajo de empresas contratistas de Estados Unidos.

Tiene como fin ser una guía rápida de datos para estimar el valor de obras de paisajismo. En todo caso, los datos derivados de registros propios deben ser preferidos a los presentes, ya que estos son solo una guía general a ajustar según las condiciones peculiares del equipo de trabajo.

Se agradece la colaboración de Virginia Berniz, Melania Alfaro e Ignacio Gordienko por los datos locales de productividad y las imágenes que acompañan el presente capítulo.

13.2. Pautas generales

Cuadrilla	Tres a cinco personas por cuadrilla
Calificación de operarios	Un encargado, resto del equipo peón. Si el transporte es propio, puede haber chofer si no coincide con el encargado.
Transporte de personal	Camioneta pickup doble cabina o camión ligero doble cabina.
Equipamiento por operario	Pantalón con cinta reflectiva, camisa o camiseta, buzo de abrigo, gorro, guantes de cuero, eventual chaleco reflectivo y faja lumbar. Zapato con puntera de acero.
Equipo por operario	Labor mano de obra intensiva implantación con tepes o estolones: rastrillos, palas de corte (más de una por operario) dependiendo del estado del filo, carretillas, baldes. Cantimplora o similar para hidratación. En grandes superficies se siembra semilla; el equipo corresponde a maquinista que emplea tractor, excéntrica, disquera, vibrocultivador, fertilizadora centrífuga, pendular, sembradora de 16 líneas, palas niveladoras con tractor.
Equipo compartido, por lo menos uno por cuadrilla	Cinta métrica, pisón, manguera, nivel.

Materiales	Fertilizante de liberación lenta o NPK según especificación, tierra negra, tubos de PVC y conexiones necesarias para organizar la red de drenaje. Piedra partida, tierra negra por lo menos en un espesor de 5 cm para la superficie total. Arena si es necesario perfilar el nivel para facilitar el drenaje. Tepes de césped o rollos de césped si la plantación es por este medio. Semilla o estolones si la plantación es con esas técnicas.
Equipamiento auxiliar	Si la superficie es pequeña, menor a 1000 m^2, el trabajo es mano de obra intensivo. Puede requerirse montacargas para mover los pallets con césped. Para grandes superficies y canchas deportivas se trabaja con siembra o plantaciones de estolones. El laboreo de la cama de siembra puede ser realizado con herramientas agropecuarias de pequeño porte, usando niveladoras con pala trasera y afinado superficial con disquera o rotovador. Es factible el empleo de herbicidas e insecticidas distribuidos con pulverizadoras. La siembra se hace con sembradora/fertilizadora a chorrillo.
Condiciones de confort	Se debe prever alquiler de baños o acceso a estos; si la cuadrilla es mixta, uno por género. Agua potable para la cuadrilla y para higiene de manos, puede ser en el sitio o transportable sobre camión. Lugar para comer con sombra y sentado.
Condiciones especiales	Prever lugar con sombra y acceso al riego para los pallets con césped si hay demoras en la instalación.
Horas efectivas	6 h para jornada de 8 h con base en semana de 44 h nominales. Puede trabajarse más horas por día, pero debe considerarse el pago de horas extras. No se trabaja con lluvia, y dependiendo del suelo, uno o dos días posteriores a ella (esto último en suelo limosos y arcillosos).

En Uruguay en la mayoría de las áreas a incluir césped se trabaja sobre arena o sobre suelo degradado por la obra. La primera tarea es nivelar y adecuar la pendiente para un adecuado drenaje de las aguas pluviales, dependiendo de las pendientes y las vías de drenaje puede requerir la instalación de colectores de PVC o áreas de drenaje con gravilla.

Luego de acondicionado el nivel, se procede a la distribución de la capa de suelo mejorado superficial (5 cm de espesor mínimo). Esta actividad se realiza con cuadrilla con pala y carretilla o con el auxilio de un minicargador que acerque porciones del material y los operarios distribuyen con rastrillo en áreas más pequeñas. El rendimiento de distribución de material en obra con una cuadrilla de un maquinista (que opera un minicargador) y dos operarios manuales es de 200 m^3 de suelo preparado por día, aproximadamente 4000 m^2 con un espesor de 5 cm. Solo con carretilla puede llegar a 1000 m^2 dependiendo de la distancia a recorrer al sitio de acopio del material.

Cuando el trabajo es totalmente manual, desde la etapa de nivelación hasta la finalización de la instalación de panes de césped, una cuadrilla de cuatro operarios necesita 7,5 h efectivas para la colocación de 100 m^2. El tiempo por etapa se distribuye en:

Nivelación del terreno	19%
Corrección del drenaje	12%
Distribución de tierra	22%
Colocación de panes de césped	34%
Apisonado	13%

Las figuras 13.1 a 13.4 muestran etapas del proceso registrado:

Figura 13.1. *Suelo acondicionado y rastrillado previo a la instalación de césped.*

Figura 13.2. *Cosecha de los panes de césped cortados en el sitio de cultivo y su acondicionamiento en pallets.*

Figura 13.3. *Instalación manual de panes de césped. Detalle del equipamiento de los operarios.*

Figura 13.4. *Organización de la actividad para minimizar tiempos de traslados.*

Nota: obsérvese el uso de balizas sobre la calzada como equipo auxiliar.

Los rendimientos de la cuadrilla varían según se trabaje en superficie plana o inclinada, según la superficie total a cubrir y según se empleen rollos o tepes. El rendimiento en metros cuadrados colocados por día y por hora de labor se muestra en la Tabla 13.1.

Tabla 13.1. *Rendimiento de la cuadrilla en colocación de césped según área de trabajo.*
Adaptada de Fee, 2007.

Tipo de césped	Rendimiento m^2 por 8 h efectivas (1)	Avance en m^2 por h efectiva
Tepes de 2,5 cm, raigrás, suelo a nivel, más de 800 m^2	2044	0,020
Tepes de 2,5 cm, raigrás, suelo a nivel, 400 m^2	1579	0,025
Tepes de 2,5 cm, raigrás, suelo a nivel, 100 m^2	1254	0,032
Tepes de 2,5 cm, raigrás, suelo con pendiente, más de 800 m^2	557	0,072
Tepes de 2,5 cm, raigrás, suelo con pendiente, 400 m^2	465	0,086
Tepes de 2,5 cm, raigrás, suelo con pendiente, 100 m^2	372	0,108
Rollos de césped, superficie plana, más de 500 m^2	1858	0,022
Rollos de césped, superficie plana, más de 300 m^2	1672	0,024
Rollos de césped, superficie plana, igual o menos de 100 m^2	1301	0,031
Rollos de césped, superficie inclinada, más de 500 m^2	1394	0,029
Rollos de césped, superficie inclinada, más de 300 m^2	1254	0,032
Rollos de césped, superficie inclinada, igual o menos de 100 m^2	1115	0,036

Nota: (1) los rendimientos son con cinco peones comunes apoyados con un cargador de hasta 30 HP.

Para la siembra de campos deportivos se utiliza la siembra directa a alta densidad, entre ellas destaca la siembra con hidrosembradoras que funcionan con tractores de 200 HP. En estos casos la velocidad del trabajo depende del ancho de trabajo y de la velocidad a la cual pueda avanzar el tractor.

En todos los casos se deben prever los materiales coadyuvantes, como tierra negra, fertilizante y equipos para su carga y transporte. Las hidrosembradoras proyectan una mezcla de agua, semilla y *mulch* de celulosa para mantener la humedad inicial.

También se puede hacer la siembra con carritos sembradores de tiro manual, en este caso el rendimiento es de 100 m^2 por día.

13.3. Zanjas de drenaje

Son usadas para remover el agua superficial y como límite para contener el agua de drenaje. Habitualmente, se construyen donde hay pendiente y se cruza un camino de acceso a las construcciones, o una calle que cruza una plaza, o en la zona baja de una pendiente donde el agua se puede colectar.

Se prefiere el diseño de canal abierto, donde el agua puede fluir, y solo se emplea la cobertura con una rejilla en las zonas de cruce de peatones o automóviles o en aquellos

casos en los que se prevea que se puede colmatar con hojas. La fuerza que deba soportar la rejilla depende del tráfico superficial. Las rejillas deben tener un marco en el cual se puedan incluir, y ellas se encuentran rasantes a la superficie.

La opción más rápida es el empleo de elementos prefabricados de concreto que tienen lengüetas para facilitar su encastre, también se pueden emplear caños y codos de PVC con igual fin.

En casos en los que no se quiera colocar materiales rígidos es posible cavar una zanja, la que luego es cubierta por un geotextil con gravilla. Se coloca el geotextil, se cubre con gravilla para drenaje y luego se entrecruzan los bordes, la superficie se puede cubrir con gravilla u otros cubre suelos. El objetivo es tener un material poroso por donde drene el agua con facilidad. Los tiempos de labor de estas obras se presentan en la Tabla 13.2.

Tabla 13.2. *Tiempos de labor en horas para obras de drenaje.*
Adaptada de Fee, 2007.

Tipo de canal de drenaje	Detalle de la construcción de drenaje	Cantidad	Tiempo en horas por unidad de medida
Zanja prefabricada de concreto	Un uso	2,15	m^2 de zanja
	Cuatro usos	1,86	m^2 de zanja
Zanja en concreto construido en sitio según herramientas	Tolva/rampa directa	0,42	m^3
	Bombeado	0,64	m^3
	Con auto cargador de concreto	0,70	m^3
Construcción de zanja y marco Construcción solo del marco superior	Canales de hasta 45 cm de ancho	1,31	m lineal
	Rejilla de 2,5 cm de espesor	0,58	m lineal
	Rejilla de 5 cm de espesor	0,75	m lineal
Zanja con geotextil y gravilla	Tela geotextil en la zanja		
	En condiciones ideales	0,84	100 m^2
	En condiciones adversas	1,20	100 m^2
	Llenado con piedras de 2 cm	1,20	m^3

13.2. Control de erosión

Al instalar las áreas con césped deben tenerse en cuenta las pendientes y la probabilidad de generar procesos erosivos. Un problema particular lo representan los taludes al costado de puentes y otras obras a lo largo de rutas que requieren césped y obras de control de erosión del material de relleno (arena, tierra) semicompactado.

Si se va a laborear o descubrir una superficie con pendiente, debe considerarse que con una pendiente superior al 5% hay riesgo de erosión, al igual que en las superficies

descubiertas con dicha pendiente. De existir vegetación natural, el dejar curvas a nivel con 1% de pendiente empastadas ayuda a que las aguas escurran con mínimo proceso erosivo.

El control de erosión debe ser usado cuando el suelo superficial, subsuperficial o los rellenos tienden a generar rápidos flujos de escorrentía que hacen surcos en el terreno. Los métodos más usados son el control mediante la vegetación natural (útil cuando existe un banco de semillas o estolones en el suelo que permitan la regeneración del tapiz), la aplicación de *mulch* de diferente tipo, mallas de fibra y el método de *rip rap stone*, que se refiere a la construcción de cordones de piedras o de escombros o de bloques prefabricados de diferente dimensión que tienen por objeto contener oleaje o evitar el arrastre de tierra.

Para pendientes moderadas el sistema radicular de arbustos, plantas cubre suelos y especialmente pastos proveen una protección adecuada por estar en constante crecimiento. Tiene como dificultad el tiempo que se demora en cubrir la superficie bajo riesgo de erosión y que luego de implantado y desarrollado tienen un costo de mantenimiento en podas y cortas periódicas, y que la probabilidad de mortalidad por sequía o por pasaje peatonal es elevada.

También se puede cubrir el suelo con materiales orgánicos o piedras que evitan el arrastre de tierra y que pueden ser distribuidos con un tractor ligero, por ejemplo, chips de madera con un espesor de 5 cm. Junto con la plantación de arbustos y cubre suelos. También se puede recurrir al auxilio de geotextiles o plásticos biodegradables para cubrir el suelo antes de que las plantas se desarrollen. Las piedras o gravilla con fines estéticos también sirven, pero son más caras y costosas de colocar.

Para los casos de erosión más severa se requieren materiales más fuertes. Se usan jaulas con piedras rodeadas de mallas de acero u otras redes de contención, coberturas de contención con cemento y piedra, piedras de mayor tamaño con gravilla entre huecos, con o sin mallas geotextiles por debajo de la estructura.

Las tablas 13.3 y 13.4 muestran los tiempos de labor para diferentes construcciones de control de erosión, ya sean obras mano de obra intensiva o capital intensiva

Tabla 13.3. *Tiempo de labor para obras de control de erosión. Coberturas de suelo a mano.*
Adaptada de Fee, 2007.

Tipo de elemento de protección (1)	Tiempo en horas por metro cuadrado
Chips de madera de 5 cm de profundidad	0,14
Paja de avena de 2,5 cm de profundidad	0,07
Virutas de embalaje con red	0,04
Film de polietileno	0,04
Corteza desmenuzada de 8 cm profundidad	0,32
Gravilla	0,84
Piedra partida o pedregullo	3,14
Tela de polipropileno	0,035
Malla de yute	0,035

Nota: (1) los cobertores de suelo se distribuyen con métodos mano de obra intensivo.

Tabla13.4. *Tiempos de labor para actividades de control de erosión capital intensiva.*
Adaptada de Fee, 2007.

Tipo de elementos de protección	Detalle de la construcción	Cantidad de horas por m^2
Materiales para control de erosión Distribución a máquina	Chips de madera de 5 cm de profundidad	0,02
	Paja de avena de 2,5 cm de profundidad	0,001
	Corteza desmenuzada de 8 cm profundidad	0,03
	Gravilla	0,06
	Celulosa de madera hidroproyección	0,002
Construcción de talud (*rip rap stone*)	Piedras de filtrado, colocadas con máquina	0,34
	Piezas de 25 m^3, puestas con grúa	0,84
	Piezas de 46 cm de grosor, con grúa	1,27
	Esteras de revestimiento «gavión», llenas de piedras, de 30 cm de profundidad	0,44
	Adoquines prefabricados de bloques de hormigón entrelazados	2,75

Complementariamente, la colocación de césped puede estar asociada a vías de circulación diseñadas por el paisajista adicional a las existentes en la obra civil y que tienen por fin el traslado entre los puntos focales de la obra. La Tabla 13.5 muestra los tiempos de labor entre diferentes tipos de pavimentos.

Tabla 13.5. *Tiempo de labor para construcción de aceras en horas.*
Adaptada de Fee, 2007.

Tipo de pavimento para aceras	Cantidad de horas por m^2
Pavimento de adoquines sin juntas (50 bloques/m^2)	5,12
Cementos (lechados), con juntas de 1 cm (43 bloques/m^2)	6,29
Ladrillos en cama de arena de 10 cm de espesor (80 ladrillos/m^2)	8,09
Losas piedra azul, irregular, 2,5 cm de grosor	6,99
Partido rectangular aleatoria, 2,5 cm de grosor	6,14
de 2,5 a 1 cm de grosor	6,64
de 5 cm de grosor	6,82
Pizarra hendidura natural, irregular, 2 cm de grosor	6,14
Pizarra rectangular aleatorio, calibrado, 1,2 cm grosor	5,37
Pizarra rectangular aleatorio, junta a tope, calibrado, 0,6 cm grosor	3,78
Bloques de granito, 8 a 9 cm de altura, grosor y ancho	6,14
10 a 30 cm de largo, 8 a 13 cm de ancho, 8 a 13 cm de grosor	5,76
15 a 38 cm largo, 8 a 15 cm de ancho, 8 a 13 cm de grosor	5,37

Capítulo 14

Ficha para mantenimiento de césped

14.1. Propósito del capítulo

La ficha de mantenimiento de césped tiene la información económica para actividades de corte, aireado, corte vertical, fertilización y soplado de hojas y restos livianos con diversos equipos.

Tiene como fin ser una guía rápida de datos para estimar el valor de obras de paisajismo. Se agradece la colaboración de Santiago Alpuin, Teodoro Brugger, Nadia Dalmaso e Ignacio Fernández por la información de rendimientos y organización del trabajo en empresas de servicios de Maldonado, así como por la contribución de imágenes de equipos que completan el presente capítulo.

14.2. Pautas generales

Las actividades más frecuentes dentro del mantenimiento de césped son el corte superficial y vertical, la fertilización, el aireado y el acondicionamiento de bordes y limpieza.

El corte de césped es la actividad que demanda más trabajo en licitaciones públicas por su periodicidad y extensión. Las obras pueden ser de escala residencial con herramientas de corte de tiro manual y apoyo de bordeadoras y sopladoras. O niveles de mayor escala, como parques donde se utilizan herramientas cortapasto autopropulsado y/o bordeadoras, y un último nivel en general de mantenimiento extenso, como áreas aledañas a rutas y caminos que exige el uso de tractor con pastera o segadora rotativa.

La fertilización puede ser por fertirriego, que puede incorporarse al agua de riego o por la dispersión de fertilizante granulado en el área. Esta puede ser manual al voleo, con una fertilizadora centrifuga de tracción manual, o de mayor porte con un tractor de mediana potencia. La fertilización a veces se asocia con un tratamiento previo (corte vertical o aireado del suelo con un sacabocado) y otras veces posterior con el agregado de una capa fina de tierra negra. Se presentan las condiciones generales para ofrecer servicios de mantenimiento de césped que son transversales a todas estas opciones. Para aireado y fertilización deberán considerarse además las condiciones de acuerdo a la especificación de trabajo de cada licitación en particular.

Cuadrilla	Variable según trabajo, mínimo dos operarios: un maquinista, un ayudante; eventualmente, un chofer.
Calificación de operarios	1 encargado, resto del equipo maquinista. Si el transporte es propio, puede haber chofer si no coincide con el encargado.
Transporte de personal	Camioneta pickup doble cabina o camión ligero doble cabina.

Equipamiento por operario	Pantalón con cinta reflectora, camisa o camiseta, buzo de abrigo, gorro, guantes de cuero especiales para agarre de comando de motos 2T, eventual chaleco reflectivo y faja lumbar o arnés para bordeadora. Zapato con puntera de acero. Para bordeadora: casco con protección auditiva y rejilla cubre ojos o antiparras, botas o polaina de cuero para protección de piernas, o delantal con pernera de cuero con igual fin.
Equipo por operario	Herramienta para el corte, bidón de combustible, tanza y herramientas para ajuste de máquina.
Equipo compartido, por lo menos uno por cuadrilla	Sopladora cuando se trabaja equipo de cortacésped de tracción manual y bordeadora. Rastrillo de jardín, carretilla. Bolsas para césped cortado, palas, escobillón.
Materiales	Combustible nafta, gasoil, aceite para mezcla dos tiempos, aceite para lubricación, cuchillas o su afilado. Fertilizante, tierra cuando se deban agregar, también semilla si es necesario resiembra.
Equipamiento auxiliar	
Condiciones de confort	Se debe prever alquiler de baños o acceso a este; si la cuadrilla es mixta, uno por género. Agua potable para la cuadrilla y para higiene de manos, puede ser en el sitio o transportable sobre camión. Lugar para comer con sombra y sentado.
Condiciones especiales	Prever lugar con sombra y acceso al riego si los pallets con césped demoran en ser instalados
Horas efectivas	6 h para jornada de 8 h con base en semana de 44 h nominales. Pueden trabajarse más horas por día, pero debe considerarse el pago de horas extras.

Los rendimientos de trabajo para el corte de césped son dependientes del equipo de corte y del estado del pasto. La Tabla 14.1 muestra los rendimientos por equipo considerando el corte de césped de campos normalmente controlados, sin presencia de arbustos (comúnmente chircas u otras leñosas sub arbustivas) o sin la presencia de maciegas densas.

Tabla 14.1. *Rendimiento de equipos cortacésped.*
Adaptada de Fee, 2007.

Herramienta de corte	Operarios	Rendimiento m^2/día	H/100 m^2
Corta de césped con bordeadora			
Densidad baja	Un maquinista	2 000	0,4
Densidad media		1 200	0,7
Densidad alta		800	1,0
Cortadora de césped, áreas mejoradas, empuje manual			
Empuje manual 41 cm	Un peón o un maquinista	4 459	0,18
Eléctrica, 46 a 56 cm		6 039	0,13
Eléctrica, 56 a 76 cm		10 219	0,08
Eléctrica, 76 a 81 cm		13 006	0,06
Cortadora de césped autopropulsada			
91 a 112 cm	Un maquinista	27 870	0,03
12 a 147 cm		44 592	0,02
Cortando con cortadora o implemento acoplado			
Rodillo de tres bandas, 2 m	Un maquinista	86 397	0,0097
Rodillo de cinco bandas, 3,7 m		111 480	0,0075
Cortador de 1,5 m, terreno tosco		19 509	0,0409
Cortador de 1,5 m, terreno liso		31 586	0,0258
Recorte de bordes con bordeadora	Un peón	1 800 m lineales	

Los rendimientos de aireado y corte vertical se presentan en la Tabla 14.2.

Tabla 14.2. *Rendimientos de operación de equipo de aireado y corte vertical.*
Adaptada de Fee, 2007.

		Rendimiento	
	Actividad	m^2/día	H/100 m^2
Aireador	45 cm de ancho manual	8900	0,09
	120 cm de ancho	70 000	0,01
	180 cm de ancho	100 000	0,01
Cortador vertical de césped manual		500 m lineales	
Cortador vertical de césped en cama de siembra		200 m lineales	

Los coeficientes técnicos de referencia para el cálculo de costos de las máquinas presentadas en estas actividades se presentan en la Tabla 14.3.

Tabla 14.3. *Coeficientes técnicos para estimar el costo fijo de los equipos de mantenimiento de césped.*
(Los dólares son valores a enero 2018).

Implemento y modelo comercial de referencia	VU	VU (h)	VR%	CR%	Potencia necesaria en HP	Vel. km/h	V. nuevo en USD
Bordeadora Husqvarna 226 R	2	1500	10	75	1,07		560
Plataforma giro cero	3	5000	10	60	21,5	2,5	2000
Sopladora Sthil	2	1000	10	60	1,1		300
Tractor jardinero JD LA 105	3	4500	10	40	19,5	4,5	1500
Tractor jardinero JD LA 145	3	4500	10	40	22	4,5	2000
Tractor jardinero JD LA 175	3	4500	10	40	26	4,5	2800
Motocultor/motozada	3	3000	10	40	12	5	1300
Cortadora a nafta 5 HP Husqvarna HU 700	2	3000	10	60	5	2,5	380
Aireadora SISIS Supa Turfman MK2	2	1500	10	40	6,5	1,68	600
Tractor John Deere D130	5	6250	10	60	22	9	2500
Cortacésped Honda 160 cc HRS 536	2	3000	10	75	5	4,5	1369
Minicargador a oruga Kubota	10	16 000	20	60	25	6 km	18 000
Fertilizadora manual Eqqus 60 l	2	1200	20	40			220
Escarificadora de césped	2	3000	10	60	6	2	490

Nota: VU: vida útil en años y horas; VR: porcentaje del valor inicial que se recupera; CR: porcentaje sobre el valor nuevo que se asigna como reparaciones en toda la vida útil; potencia necesaria: potencia en HP del equipo; Vel.: velocidad de avance en km/h; V. nuevo en USD: precio mercado minorista en Montevideo.

Los costos variables que se asocian a estos equipos se presentan en la Tabla 14.4.

Tabla 14.4. *Costos variables y área cubierta por hora de trabajo en equipos para el mantenimiento de césped.*
Estimación con base en consumo estándar por HP e información técnica de las marcas mencionadas.

Implemento	Nafta (l)	Aceite 2T (l)	Consumo diésel/h	Área cubierta en 1 h (m^2)
Bordeadora Husqvarna 226 R	0,42	0,0015	--	85
Plataforma giro cero	--	--	4,8	2900
Sopladora Sthil	0,42	0,0015	--	variable
Tractor jardinero LA 105	4,8	--	--	4300
Tractor jardinero LA 145	5,4	--	--	4900
Tractor jardinero LA 175	6,3	--	--	5500
Motocultor/moto azada	--	--	1,2	2070
Cortadora a nafta 5 HP Husqvarna HU 700	1,0	--	--	1200
Aireadora SISIS Supa Turfman MK2	1,12	0,04	--	940
Tractor John Deere D130	6,0	--	--	8400
Cortacésped Honda 160 cc HRS 536	1,12	0,04	--	2000
Minicargador a oruga Kubota	--	--	5,6	--
Escarificadora de césped	1,5	--	--	1250

Nota: Consumo (l) mezcla: litros por hora de trabajo de la mezcla de combustible y aceite para motor dos tiempos; consumo diésel/h: litros de combustible usado en equipos con motor cuatro tiempos a gasoil, lubricante (l/h) litros de lubricante para motor por hora de uso; área cubierta: estimación de superficie de trabajo por hora según velocidad de avance y ancho de operación

La organización del trabajo en Maldonado tiene variantes según el área de trabajo, así, en el corte de césped en veredas operan con bordeadoras de 2,5 HP con tanza y a veces con una plataforma giro cero que emplean en las superficies planas son habituales las cuadrillas de cinco operarios y un capataz que a su vez es chofer y operario de la sopladora a nafta de 1,1 HP para limpiar las áreas de trabajo. La recarga de combustible normalmente es cada media hora, por lo que los operarios se desplazan con la bordeadora y con bidones de 10 l con la mezcla de nafta más aceite dos tiempos.

Previo al corte, como es en la calle, deben limpiar antes todos los objetos existentes sobre el césped para evitar proyección de objetos, se efectúa entonces una primera etapa de barrido con escobas de jardín; los residuos son embolsados y cargados en la caja del camión. En cada ciclo de 30 min de corte se paran entre 5 y 7 min a reponer combustible y cada 6 h se debe reponer el carrete con tanza de un grosor de 2 mm a 2,5 mm, esta operación les demanda 10 min adicionales. El corte de césped con desmalezadora rinde 500 m^2/h efectiva de trabajo, y en una jornada por operador logran cortar 3000 m^2. Cada media hora de corte se consumen 0,5 l de mezcla para motor 2T al 30%.

El corte de césped con plataforma giro cero, marca SGAC, por hora productiva da un total de 900 m^2, y en una jornada llegan a los 6300 m^2 con un consumo de 10 l de mezcla 2T. La sopladora marca Sthil BG86 da un rendimiento de limpieza de 300 m lineales x (1 a 1,5 m de ancho) en un lapso de 10 min. La capacidad de combustible es de 500 ml.

En el caso de las residencias son habituales las cuadrillas de uno o dos operarios que trabajan con cortadora de césped de cuatro ruedas con recolector de tracción manual. El equipamiento básico que portan para cada trabajo es desmalezadora, sopladora, bordeadora, bidón con nafta y aceite, escobilla, y bolsas de residuos. Estos equipos de trabajo emplean un tercio del tiempo empleado por residencia en carga y descarga de equipo el resto corte y recolección del pasto.

La fertilización del césped con distribución manual tiene un rendimiento de unos 2000 m^2 por día; si se emplea una máquina centrifuga de tracción manual el rendimiento llega a 1,3 ha por día. Para mayor superficie se puede emplear un tractor con el acoplado de una fertilizadora centrífuga que con un alcance de 7 m de radio fertiliza hasta 4 ha por día y con un alcance de 10 m tiene un rendimiento de 7 ha/día (Fee, 2007).

Figura 14.1. *Cortadora de césped autopropulsada de bandas helicoidales.*

Figuras 14.2 y 14.3. *Tractor jardinero John Deere con cuchilla rotativa y cortacésped manual a motor.*

Figura 14.4. *Detalle de la aireadora Turfco.*

Figuras 14.5 y 14.6.: *Fertilizadoras manual y para montar sobre minitractor.*

Capítulo 15

Ficha para mantenimiento de árboles, arbustos, florales

15.1. Propósito del capítulo

Las fichas que se presentan a continuación en forma de tabla es información compilada en entrevistas y en mediciones de tiempo, en las que se indican recursos y coeficiente técnicos aplicados en las actividades, complementados con los datos extranjeros.

Tiene como fin ser una guía rápida de datos para estimar el valor de obras de paisajismo. En todo caso, los datos derivados de registros propios deben ser preferidos a los presentes, ya que estos son solo orientativos del rendimiento. La información sobre las mezclas usadas para el mantenimiento sanitario fue proporcionada por Cristian Álvarez y Facundo Petingi.

15.2. Pautas generales

Cuadrilla	Variable según tarea desde una a cinco personas.
Calificación de operarios	Un encargado, resto del equipo peón. Si el transporte es propio, puede haber chofer si no coincide con el encargado.
Transporte	Camioneta pickup doble cabina o camión ligero doble cabina.
Equipamiento por operario	Para aplicación de químicos, botas y guantes de goma, mameluco impermeable y máscara con filtro especial y antiparras. Para poda de árboles en altura, cuerda y arnés de seguridad, pantalón de fibra de kevlar anticorte, casco con protección auricular y rejilla para uso con motosierra. Escaleras.
Equipo por operario	Motosierra de poda, tijeras de poda telescópicas y comunes, tijeras para ramas de hasta 5 cm de diámetro y tijeras de poda manual, cortacerco a motor dos tiempos, mochilas pulverizadoras. Para árboles de mayor porte puede requerirse el auxilio de elevadores sobre camión a efectos de acercarse a las ramas más altas de los árboles.
Equipo compartido, por lo menos uno por cuadrilla	Chipeadora de ramas en la toma de fuerza del camión o autónomas. Tanque para mezcla de fórmulas.
Materiales	Agroquímicos según especificación técnica del trabajo.

Equipamiento auxiliar	Bomba de agua, camioneta con tanque flexible de 1000 l para llevar agua. Camión o flete para transporte de materiales (tierra o plantas). Conos para tránsito, cinta para evitar circulación. Cuerdas.
Condiciones de confort	Se debe prever alquiler de baños o acceso a este; si la cuadrilla es mixta, uno por género. Agua potable para la cuadrilla y para higiene de manos en especial para el equipo de fumigación, puede ser en el sitio o transportable sobre camión. Lugar para comer con sombra y sentado. También debe preverse costo de flete y limpieza para retirar los residuos generados.
Horas efectivas	6 h para jornada de 8 h con base en semana de 44 h nominales. Puede trabajarse más horas por día pero debe considerarse el pago de horas extras. No se trabaja con lluvia. La fumigación depende de viento y humedad. La poda de árboles de ornato público por jornada tiene una alta dependencia del tiempo de demora para desalojar de autos y personas el área de operación. La fumigación en general no demanda tiempo adicional al de poda en jardines residenciales. Alto consumo de tiempo en limpieza y deposición final de ramas y demás residuos.

15.3. Rendimientos de la faena

Los tiempos de las actividades son muy variables dependiendo de la labor que se especifique, por ejemplo, en el caso de podas de arbustos, pueden ser podas de limpieza, cortacercos, o podas estéticas para dar forma al ejemplar. El rendimiento depende de la herramienta y del personal que interviene. Los rendimientos desde el piso son mayores que los obtenidos con autoelevador. Como orientación, el rendimiento según diámetro de corte se muestra en la Tabla 15.1.

Tabla 15.1. *Rendimientos de poda con tijera.*
Adaptada de Fee, 2007.

Poda/corte de ramas según calibre de rama con tijera	Operarios necesarios	Cantidad (n.º de ejemplares por jornada de 8 h)	Tiempo en horas por ejemplar
2,5-1,25 cm	un peón	84	0,10
5 cm	un peón	70	0,11
5-7 cm	un peón	50	0,20
8 cm	un peón	30	0,27
10 cm a mano	dos peones	21	0,76
15 cm a mano	dos peones	12	1,33
23 cm a mano	dos peones	7,5	2,13
Con auxilio de elevador			
10 cm a mano	tres peones, un maquinista, un chofer	38	1,05
15 cm a mano	tres peones, un maquinista, un chofer	20	2,00
23 cm a mano	tres peones, un maquinista, un chofer		

La poda de árboles en altura requiere el uso de equipos de apoyo aéreo. Para esa labor se puede emplear personal entrenado en el ascenso con cuerdas y arnés de seguridad y escaleras, o se emplean plataformas elevador, algunas de ellas con sistemas hidráulicos incorporados para la propulsión de las herramientas de corte (tijeras o cadena).

Cuando los diámetros son mayores, se emplea la motosierra y se realizan los sucesivos cortes de achique desde el extremo más fino a la base de la rama retirando los trozos con auxilio de cuerdas. Los rendimientos por ejemplar disminuyen conforme aumentan los diámetros a cortar. La cuadrilla lleva como mínimo tres peones, un maquinista y un chofer operario del elevador o de la chipera. La Tabla 15.2 muestra los rendimientos que se pueden observar.

Tabla 15.2. *Rendimiento de poda con plataforma elevadora según diámetros de rama.*
Adaptada de Fee, 2007.

Poda/corte de ramas en altura con elevador según diámetro de corte	Cantidad (n.º de ejemplares por jornada de 8 h)	Tiempo en horas por ejemplar
30	12,5	3,2
45	10,8	3,7
61	9,3	4,3
76	7,7	5,2
91	6,2	6,5
120	4,5	8,9

La poda de arbustos depende de su altura, por ello se presenta el rendimiento de la faena según altura en la Tabla 15.3.

Tabla 15.3. *Rendimiento de poda para arbustos según altura del ejemplar usando tijeras o cortacerco a motor si son cortinas.*
Adaptada de Fee, 2007.

Poda de arbustos según altura de corte	Cantidad (n.º de ejemplares por jornada de 8 h)	Tiempo en horas por ejemplar
Arbustos de menos de 90 cm	190	0,04
1,2 m de altura	90	0,1
más de 1,8 m de altura	50	0,2
Poda de árboles desde el suelo	20	0,4

El consumo de combustible de la moto podadora o de los cortacercos se puede asimilar al consumo de las bordeadoras y motosierras.

Otras actividades normales de mantenimiento regular en áreas ajardinadas se presentan en la Tabla 15.4.

Tabla 15.4. *Tiempos de labor según tarea.*
Adaptada de Fee, 2007.

Actividad	Rendimiento por día según unidad	Tiempo en horas por unidad	Unidad
Mantenimiento de arbustivas			
Fertilizante seco granular, 1,5 kg/100 m²	91	0,10	100 m²
Desmalezamiento manual	9	1,08	
Con pulverizadora	34	0,27	
Con pulverizadora después del *mulching*	52	0,18	
Mantenimiento de árboles			
Fertilizante en tableta de liberación lenta, 30 g/ árbol	100	0,80	Cada uno
Aplicación líquida con asperjadora manual	24	0,33	
Fertilizante o químico con mochila	48	0,17	
Mantenimiento de cantero floral			
Roturar suelo manual o sin *mulch*	15	0,61	100 m²
Limpieza de cantero en otoño, incluye recolección de *mulch* para reutilizar	1	0,81	
Fertilizante granular 1,5 kg/10 m²	91	0,10	
Arrancado de plantas	52	0,18	
Preparación de primavera	2	4,31	
Desmalezamiento de canteros con *mulch*	22	0,43	
Desmalezamiento de canteros sin *mulch*	9	1,08	
Riego individual manual con manguera			
Riego de césped o canteros con manguera, 2,5 cm de agua	17	0,54	100 m²
15 m manguera perforada en el lugar	88	0,11	
18 m manguera perforada en el lugar	96	0,10	
Riego de árboles o arbustos, menos de 2,5 cm	32	0,25	Cada uno
arbustos de un calibre entre 2,5 a 8 cm	17	0,47	
arbustos/arboles de un calibre de 8 a 10 cm	12	0,67	
arboles de un calibre mayor a 10 cm	10	0,80	

La cuadrilla se compone básicamente de peones, los equipos de apoyo son manuales, como asperjadoras, palas, palas de dientes, rastrillos, escardillos, carretillas, baldes, según la tarea. Las dosis de productos químicos dependen de especificaciones técnicas particulares según el cultivo, el tipo de suelo y el estado de desarrollo.

15.4. Aplicación de productos químicos

Los productos químicos en jardín se aplican con pulverizadoras manuales de diferente volumen, como la de 7 l Shindaiwa SP21 H o la de 16 l Foreman con boquilla regulable tipo cono; la primera permite cubrir en canteros continuos (es decir, con mínimo desplazamiento del operador) 1 m^2 en 20 segundos; la segunda, con mayor capacidad de compresión, permite hacerlo en 15 segundos por m^2. Un segundo aspecto de los rendimientos es el tamaño de gota deseado y la arquitectura del árbol o arbusto, cuanto más apretado el follaje más tiempo para cubrir las hojas. Además, los tiempos de obra varían a lo largo del día por el esfuerzo de bombeo que se debe realizar con cada uno de ellos.

Con relación a contratistas en Maldonado, es habitual el uso de mezclas para el control preventivo de plagas y enfermedades. Entre ellas se pueden citar: para el control de lagarta en césped y para el control de moscas y mosquitos se emplea una mezcla diluida en 10 l de agua de 35 cm^3 de cipermetrina 25 (piretroide) con 5 cm^3 del adherente Agral 90. En el caso de arbustos con presencia de cochinilla, pulgón o mosca blanca se hace una mezcla en 10 l de agua con 10 cm^3 de clorpirifos (Lorsban), más 20 g de oxicloruro de cobre más 5 cm^3 de adherente (Agral 90).

Para el control de fumagina en árboles y arbustos se usan dos posibles mezclas en 10 l de agua: la primera es con 125 cm^3de aceite emulsionable (ELF-PC Spreay oil 15E), 20 g de oxicloruro de cobre y 5 cm^3 de Agral 90. La segunda es con 35 cm^3 de cipermetrina 25, 20g de oxicloruro de cobre y 5 cm^3 de Agral 90.

Para el control de moluscos tipo caracoles y babosas se utilizan cebos como el Metazon granulado a razón de 5 gr/m^2. En el caso de control de hormigas se puede usar cebo o insecticidas directo a la olla, Agrimex S 50-100 g en sendas y bocas de hormiguero o Folimur P2, 50-150 g por hormiguero y revolver la olla.

Para el control de malezas de hoja ancha en césped se usa una mezcla en 10 l de agua de 2,4D amina (48%) 35 cm^3 y 5 cm^3 de Banvel dicamba con 5cm^3 de Agral 90. Cuando el objetivo es eliminar toda la vegetación preexistente como para la preparación de canteros florales en primavera se usa una mezcla en 10 l de agua de 125 cm^3 de Glifos SL (glifosato), 20 cm^3 de Oxytec 240 (oxifluorfen) y 5 cm^3 de adherente.

Para el control de hongos (oidio, mancha en rosas, royas) se observan para su control tres mezclas posibles, todas ellas en 10 l de agua. Mezcla 1: Fundazol (benomyl) 10 g con 20 g de oxicloruro de cobre y 5 cm^3 adherente. Mezcla 2: 2,5 cm^3 de Taspa 500 EC, 20 g de oxicloruro de cobre y adherente 5 cm^3. Mezcla 3: 2,5 cm^3 de Quick 250 EC, también con oxicloruro de cobre 20 g y 5 cm^3.

La bacteriosis del laurel se controla con Kasumin 20 cm^3/10 l, oxicloruro de cobre 25 g/10 l y adherente 5 cm^3/10l.

Como fertilizantes habituales en los trabajos de mantenimiento de jardines se observa como fertilizante foliar Biorend quitosano 1cm^3/l o Bionatura bioaminoácido 3 cm^3/l. Para césped los fertilizantes más usados son Entec 26,3 a dosis de 3 kg/100 m^2, Nitrofoska (15-15-15-5 azufre) 2,5 kg/100 m^2. Por su parte para florales y arbustos los más usadas son Nitrofoska (15-15-15-5 azufre) y Osmocote plus (15-9-12 micro) cada seis meses, en las florales se emplea a razón de 1 kg cada 10 m^2 para el primero y cada 15 m^2 para el segundo. En el caso de árboles y arbustos el Nitrofoska se aplica 50 g por metro de altura y el Osmocote 70 g por metro de altura.

Al momento de hacer la implantación también se emplea como coadyuvante el fertilizante de liberación lenta Blauckorn a dosis de 50/75 g por planta.

Los productos señalados en los párrafos anteriores son orientativos, siempre se debe recurrir a un profesional que indique la receta adecuada para el control del problema y las dosis se deben ajustar las especificaciones de la etiqueta. En Uruguay el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca informa el uso autorizado según el problema a solucionar y el cultivo a aplicar.

La aplicación de fertilizante puede hacerse en forma manual o con el apoyo de diferentes equipos. El tiempo estimado de distribución de fertilizante granulado tipo Nitrofoska se presenta en la Tabla 15.5.

Tabla 15.5. *Tiempos de distribución de fertilizante.*
Adaptada de Fee, 2007.

Actividad	**Rendimiento por día según unidad**	**Tiempo en horas por unidad**	**Unidad**
Fertilizante granular, 4 kg/100 m^2, esparcido a mano	26	0,36	100 m^2
Manual con fertilizadora después del *mulching*	150	0,06	
Esparcidor remolcado por tractor de 2,4 m	540	0,02	
Tractor más esparcidor de 3,7 de diámetro	860	0,01	

Capítulo 16

Ficha para riego y obras hidráulicas

16.1. Propósito del capítulo

El capítulo tiene por fin presentar rendimientos del trabajo y coeficientes técnicos relacionadas con obras de irrigación en áreas verdes, incluyendo perforación, materiales y tiempos de labor.

Los valores presentados son estimaciones solo a efectos de ser empleados en presupuestos estimativos de proyectos de paisaje que incluyan obras de riego. El presupuesto final deberá ser ajustado en la etapa de factibilidad pues las obras de riesgo tienen un costo inherente a las particularidades de la napa (profundidad y caudal), del área y del sistema de riego a emplear, así como del tipo de suelo, clima y vegetación.

16.2. Coeficientes técnicos fuentes de agua

En la agricultura, los sistemas de riego son aplicados para producir incrementos de rendimiento del cultivo frente a la producción en secano. En paisajismo, el riego tiene por fin lograr salud, apariencia y crecimiento de las plantas. La irrigación es usada para sostener los sistemas de defensa lograr altas densidades de plantas por metro cuadrado, generar el crecimiento deseado o producir flores. Es por esta razón que los volúmenes de agua usados son menores que los necesarios en la producción comercial.

Para determinar las necesidades de agua se debe considerar la evapotranspiración potencial, la previsión de días con lluvia, los requerimientos de agua de las especies plantadas, el microclima en el cual serán colocadas y los elementos del propio diseño que determinan cuál es el volumen perdido por escorrentía e infiltración profunda. Además, se deben cumplir las regulaciones ambientales sobre el volumen de agua admitido para escorrentía y/o los recaudos con respecto al contenido de nutrientes del agua que infiltra o escurre. Existe una guía de uso para estimar la cantidad de agua de irrigación necesaria en proyectos de paisajismo que incluye una tabla con las necesidades de agua de muchas de las especies habitualmente usadas en proyectos de paisajismo (Universidad de California, 2000).

Morote (2016) señala que los espacios ajardinados se han convertido en uno de los elementos del exterior del hogar que más recursos hídricos consumen, a consecuencia del césped y el uso de formaciones vegetales de hoja caduca. La fuente de agua potable no parece ser la mejor fuente para el riego dado su costo, por esta razón es frecuente iniciar los proyectos analizando opciones de perforaciones en la napa, construcción de reservorios superficiales del agua de lluvia o escorrentía (tajamares, azudes) o la inclusión de reservorios subterráneos para capturar la escorrentía del agua de lluvia de las edificaciones. En zonas con mayor restricción de agua incluso se elaboran proyectos para el uso de las denominadas aguas grises provenientes del uso humano.

La Tabla 16.1 presenta los costos fijos asociados a herramientas de construcción usada para excavación y afirmado de azudes y tajamares.

Tabla 16.1. *Coeficientes para estimación de los costos fijos de maquinaria pesada.*
Adaptada de Cámara Mexicana de la Construcción, 2006.

Implemento	VU (años)	VU (h)	VR	CR	Potencia necesaria
Tractor agrícola Ford 6600	10	16 000	28	75	77 HP
Palas niveladoras traseras	15	5000	10	75	75
Palas cargadoras frontales	15	5000	10	75	75
Tractor de oruga Caterpillar DC4	8	12 800	20	75	80 HP
Excavadora hidráulica Caterpillar 307 B	8	12 000	20	75	54 HP
Cargador retroexcavador Caterpillar 416 D	8	12 800	20	60	78 HP
Cargador retroexcavador CASE 580 M serie 2	8	12 800	20	60	76 HP
Cargador retroexcavador Massey Ferguson 86 H	8	12 800	20	60	75 HP
Cargador sobre neumáticos CASE 60XT	10	16 000	20	60	56 HP
Cargador sobre neumáticos compacto Gehl	10	16 000	20	60	42 HP
Cargador sobre neumáticos Bobcat BC863	10	16 000	20	60	72 HP
Cargador sobre neumáticos Bobcat BC753	10	16 000	20	60	43 HP
Compactador de neumáticos Dynapac CP 221	12	19 200	20	90	99 HP
Compactador de placa vibratoria Dynapac CM	2	2800	20	80	8 HP
Placa vibratoria ELBA	3	2400	20	80	8 HP

Nota: VU: vida útil en años y horas; VR: porcentaje del valor inicial que se recupera; CR: porcentaje sobre el valor nuevo que se asigna como reparaciones en toda la vida útil; potencia necesaria: potencia en HP del equipo; Vel.: velocidad de avance en km/h.

Los costos variables a tener en cuenta en estos equipos son el combustible lubricante y las cubiertas. La Tabla 16.2 muestra los coeficientes para cada una de ellas.

Tabla 16.2. *Coeficientes para la estimación de costos variables de maquinaria pesada para la construcción.*
Adaptada de Cámara Mexicana de la Construcción, 2006.

Implemento	Consumo diésel (l/h)	Lubricante (l/h)	Juego llantas por hora	Capacidad	Tipo de cubiertas
Tractor de oruga Caterpillar DC4	9,50	0,14		7,2 ton	
Excavadora hidráulica Caterpillar 307 B	5,00	0,10		8 ton	
Cargador retroexcavador Caterpillar 416 D	6,40	0,06	0,0005	6,9 ton	Delantera 111-8 18 8 trasera 16,9-24-8
Cargador retroexcavador CASE 580 M serie 2	7,35	0,09	0,0005	6,19 ton	Delantera 111-8 16 trasera 19,5-24
Cargador retroexcavador Massey Ferguson 86 H	6,00	0,09	0,0005		Delantera 111-8 16 trasera 19,5-25
Cargador sobre neumáticos CASE 60XT	7,50	0,11	0,0005	2,76 ton	Cuatro llantas de 12*16,5*6pr
Cargador sobre neumáticos compacto Gehl	4,70	0,07	0,0005	0,567 ton	Cuatro llantas de 17,5*25*12 prI2
Cargador sobre neumáticos Bobcat BC863	11,87	0,33	0,0005	2,650 ton	Cuatro llantas de 700*15 neumático de flotación
Cargador sobre neumáticos Bobcat BC753	6,62	0,23	0,0005	2 ton	Cuatro llantas de 700*15 neumático de flotación
Compactador de neumáticos Dynapac CP 221	11,00	0,15	0,0005	21 ton	Ocho llantas de 7,5*15 8 lonas

Nota: se presentan los coeficientes de los principales insumos a tener en cuenta en el presupuesto.

Para determinar el costo de la excavación es preciso determinar el volumen de tierra a mover y la deposición de esa tierra. En algunos casos la tierra se deposita a los bordes de la zanja o del canal de escurrimiento con el fin de crear una barrera que retenga el agua. En estos casos no debe considerarse la necesidad de transporte del material excavado. Si la laguna de captación de agua queda a nivel del suelo, deberá considerarse el flete del material fuera del área. Además, las estimaciones de volumen son diferentes según el lugar de estimación del metro cúbico, antes de la extracción, o sea, en el sitio el volumen se estima por el producto largo*ancho*profundidad de excavación, al cargar este volumen se incrementa en 1,25 por la incorporación de aire y se reduce a 0,90 m cúbicos al estimar el volumen compactado (por ejemplo, para el afirmado de un camino).

La Tabla 16.3 muestra los factores de conversión de volumen desde la condición inicial medida a las otras alternativas.

Tabla 16.3. *Factor de conversión de volumen según tipo de material y origen de la información de volumen.*
Adaptada de Fee, 2007.

Tipo de suelo	Condición inicial del sustrato	Cantera	Convertir a	
			Cargado sobre camión	Compactado
Arcilla	Banco	1,00	1,27	0,90
	Cargado	0,79	1,00	0,71
	Compacto	1,11	1,41	1,00
Tierra común	Banco	1,00	1,25	0,90
	Cargado	0,80	1,00	0,72
	Compacto	1,11	1,39	1,00
Piedras partida	Banco	1,00	1,50	1,30
	Cargado	0,67	1,00	0,87
	Compacto	0,77	1,15	1,00
Arena	Banco	1,00	1,12	0,95
	Cargado	0,89	1,00	0,85
	Compacto	1,05	1,18	1,00

La perforación para agua se hace por contrato con empresas que ofrecen el servicio de búsqueda, perforación, alumbramiento y colocación de caños y bomba sumergible. En general, el costo es por metro de profundidad.

Los insumos que requiere esta obra según JUNAGRA, MGAP (1996) aplicado a unidades de producción hortícola son:

Tabla 16.4. *Materiales para la perforación y colocación de bomba semisurgente.*
JUNAGRA, MGAP, 1996.

Inversión inicial de perforación y bomba	VU (años)	Unidades	Cantidad
Cable 3*6	12	metros	30
Tablero estrella triángulo	12	unidades	1
Bomba eléctrica sumergible de 3 HP (15 000 l/h y 6 K)	16	unidades	1
Succión de 2″ y válvula de fondo	16	unidades	1
Llave térmica y contacto	10	unidades	1
Filtro de malla de 150 mesh de 1,5″	10	unidades	1
Filtro de arena	10	unidades	1
Tubería galvanizada de 3″	5	caños	25
Kit de descarga de 3″	12	unidades	1
Filtro malla de 3″	12	unidades	1
Accesorio de descarga	10	unidades	1

Nota: VU: vida útil.

Un equipo de esta naturaleza tiene un consumo de luz de 4,4 KW/h para el funcionamiento del riego.

16.3. Transmisión del agua

Una vez identificada la inversión, para asegurarse la fuente de agua es necesaria su conducción, para ello se requiere instalar la red de cañerías que alimenta cada uno de los dispersores o en el caso de cortinas y macizos de arbustos, cintas de riego.

La Tabla 16.5 muestra los materiales necesarios para instalar cintas de riego por goteo en superficie de 100 000 a 1000 m^2.

Tabla 16.5. *Insumos necesarios para la instalación de un sistema de riego con cinta de goteo según área cubierta.*
JUNAGRA, MGAP, 1996.

Insumos de riego	VU (años)	Unidades	Cantidad según área de riego		
			10 000 m² a campo	**5000 m² protegido**	**1100 m² cantero**
Cinta de riego con goteros incorporados cada 0,20 m (5 l/h/m 0,25 mm)	2	metros	28 000	2 633	1 646
Conectores para cinta	10	unidades	560	55	34
PEBD 40 mm de diámetro interno	10	metros	480	96	24
Comando de riego para sector con doble llave de paso de 50 mm y doble regulador de presión para 10 PSI	10	unidades	8	4	1
Tubos de PVC con acople rápido de 3″	15	metros	100	100	50

Nota: VU: vida útil.

Otros materiales requeridos dependen del sistema de riego; en el caso de riego por aspersión con regadores de plástico sumergidos que cubren 3 m de radio y para cubrir 100 m² se requieren cinco picos con 54 h de trabajo para su instalación desde el cavado de la zanja que aloja los caños y conexiones hasta el montaje de caños, niples y válvulas requeridos (Valín *et al*., 2011).

CAPÍTULO 17

Ejercicios integrados

Propuesta 1

Se requiere hacer un presupuesto de una obra ubicada en Punta Colorada, Maldonado.

Se quiere saber el tiempo de construcción y el costo total. Se deberá establecer con detalle el cronograma de la obra, la conformación de la cuadrilla para la implantación y el costo de cada etapa de la obra.

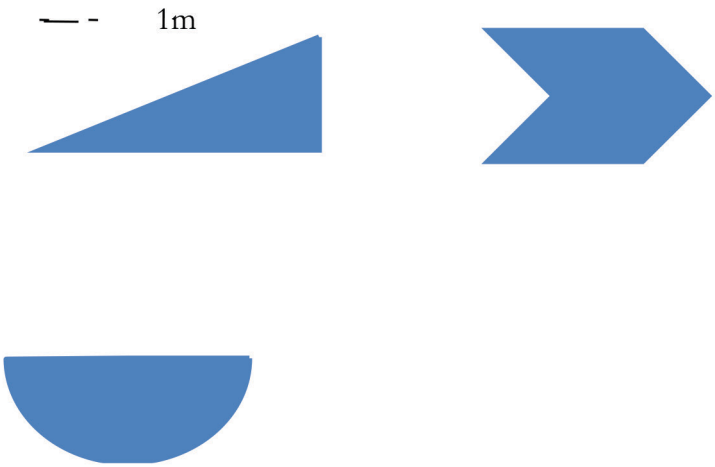
Asuma que: la empresa está localizada en la ciudad de Maldonado, arrienda un vehículo para ir al lugar de trabajo, todos los equipos necesarios son propios y aplican los coeficientes del capítulo 6, el costo horario por GA es $ 450, los imprevistos son un 10% de los costos y el beneficio del empresario es un 25%. Los costos de materiales deberán consultarse en plaza a la fecha de la estimación.

El terreno es de 30x35 m donde se encuentra una construcción de 155 m^2.

Las características de la obra se detallan a continuación:

- Colocar diez macetas de hormigón de 50x50, con una mezcla de 1/3 de arena y 2/3 de sustrato para macetas, dejándoles 10 cm para colocar corteza de pino. Estas macetas llevan *Eugenia uniflora* de 40 cm de altura.
- Colocar cinco macetas tacas de hormigón de 80 cm de altura, con igual mezcla que las anteriores plantadas con *Buxus sempervirens* redondos de 30 cm de diámetro.
- En una de las esquinas del terreno, se colocarán tres palmeras Pindó (*Syagrus romanzoffiana*), equidistantes. Las palmeras deben ser de 4 m de altura total.
- Se instalará un deck de madera de 3 m de ancho por 9,5 m de largo, con una pérgola de 3x3 m, en una de las puntas. Para la entrada, se debe cotizar baldosones de hormigón lisos, de 120x40 cm. El ancho que se debe cubrir es de 1,2 m, por un largo de 7 m aproximadamente para llegar al borde del terreno. Deben ser colocados separados entre sí.
- En el perímetro del terreno se colocará un cerco vivo compuesto por enredaderas. Solo se debe dejar un espacio para una entrada de 5 m de ancho. La enredadera elegida por el cliente es jazmín de leche (*Trachelospermum jasminoides*). Los canteros florales con el diseño que se muestra en azul se distribuyen por el área soleada y se completarán con florales a elección del paisajista (16 por metro cuadrado) con una altura máxima de 20 cm. Los canteros se deben puntear, afinar y completar con sustrato suficiente para la profundidad de las macetas.

El césped que se colocará es la grama bahiana (*Axonopus*) y la superficie es toda la extensión libre.



Propuesta 2

Se necesita hacer un presupuesto de una obra ubicada en Las Cañas, Soriano.

Es necesario saber cuánto tiempo implicará la construcción de la obra de paisaje y los costos totales asociados. Se deberá establecer el cronograma de la obra, el tipo de cuadrilla que se empleará para su implantación y además se tomará en cuenta: la empresa que realiza el presupuesto está en Maldonado y arrienda un vehículo para ir al lugar de trabajo. El costo horario por GA es $ 450, los imprevistos son un 10% de los costos y que el beneficio del empresario es un 25%. Si emplea equipos para la obra, todos son propios y se usan las horas anuales establecidas en las tablas del capítulo 6. Los costos de materiales deberán consultarse en plaza.

Las características de la obra se detallan a continuación:

- Colocar 800 m^2 de césped Bermuda, construir de una pérgola de 5 m de diámetro, con deck debajo, con dos entradas. Del lado de afuera de la pérgola se plantarán rosales trepadores con un mínimo de 1 m de altura, preferentemente de flores rosadas, y a una distancia de 0,50 m entre plantas.
- Construir un camino de 10 m de longitud por 1 a 1,3 m de ancho con rodajas de madera. Estas serán de eucalipto colorado con un diámetro promedio de 0,25 cm, con un espesor de 0,10 cm cada una. Se asientan sobre arena (5 cm) y entre rodajas no debe haber más de 2 cm de separación. Se formará un cantero circular de *Pennisetum rupelli* en la rotonda de entrada de 4,5 m de diámetro plantado en tres bolillos a distancia de 0,5*0,6 m. Las figuras que se presentan son canteros cuya área se cubre con *Pennisetum rubra* y *Verbena bonariensis*, a razón de 8/1. En una densidad de 0,5*0,4 m.
- En el estanque ya construido de 10 m^2 se deben colocar plantas acuáticas enraizadas flotantes.

- Los canteros de hormigón de 0,3*0,4*4 m ya construidos deben completarse con sustrato y *Lampranthus sp.* como planta colgante.
- Se colocarán además cuatro macetas cuadradas de hormigón de 40 cm para el interior de la casa, con 1/3 de arena y 2/3 de sustrato para macetas, dejándoles 10 cm en la parte superior para colocar corteza de pino. Se plantarán con *Ficus benjamina* de 50 cm de altura aproximadamente. Finalmente, para la entrada al predio se debe cotizar la plantación a ambos lados del camino de *Quercus palustre*. El camino tiene un largo de 50 m y la distancia dentro de la fila será de 6 m.

Propuesta 3

Se solicita el presupuesto de un jardín de piedras (jardín seco) en Pocitos, Montevideo.

Es necesario saber cuánto tiempo implicará la construcción de la obra de paisaje y los costos totales asociados. Se deberá establecer el cronograma de la obra, el tipo de cuadrilla que se empleará para su implantación y además se tomará en cuenta que la empresa que realiza el presupuesto está en Maldonado y arrienda un vehículo para ir al lugar de trabajo. El costo horario por GA es $ 450, los imprevistos son un 10% de los costos y el beneficio del empresario es un 25%. Si emplea equipos para la obra, todos son propios y se usan las horas anuales establecidas en las tablas del capítulo 6. Los costos de materiales deberán consultarse en plaza.

Las características de la obra se detallan a continuación:

- La superficie del jardín donde se va a diseñar es un rectángulo de 200 m^2 de 25 por 8 m. En ella solo se colocan piedras de diferentes colores.
- Se necesitan cinco *Acer palmatum* de 3 m de altura aproximadamente, a 5 m entre ellos.
- Debe presupuestarse la colocación de cinco bancos de plaza de madera y cubetas para el depósito de cigarros.
- Se deberá hacer un recorrido de rodajas de madera de 2 m de ancho por 30 m de largo.
- En el medio del jardín se necesitará poner una fuente de agua de hormigón de 1,8 m de diámetro con una bomba pequeña de agua incluida. Deberá tener 1,5 m de altura, aproximadamente.

- En toda la superficie se deberá poner 15 cm de arena compactada, para luego poner 12 cm de piedra. La piedra que se usará es piedra partida rosada, piedra partida gris y piedra partida blanca a razón de 5/2/1. Deberá estar separada por sectores.
- Se necesitan cuatro macetas cuadradas de plástico roto moldeado de 40 cm, con 1/3 de arena y 2/3 de sustrato para macetas, dejándoles 10 cm en la parte superior para colocar corteza de pino. La planta que se le plantará será *Buxus sempervirens* redondos de 35 cm de diámetro, aproximadamente.

Propuesta 4

Es necesario saber cuánto tiempo implicará la construcción de la obra de paisaje y los costos asociados de una obra en Colonia de Sacramento.

Se deberá establecer el cronograma de la obra, el tipo de cuadrilla que se empleará para su implantación y además se tomará en cuenta que la empresa que realiza el presupuesto está en Maldonado y arrienda un vehículo para ir al lugar de trabajo. El costo horario por GA es $ 450, los imprevistos son un 10% de los costos y el beneficio del empresario es un 25%. Si emplea equipos para la obra, todos son propios y se usan las horas anuales establecidas en las tablas del capítulo 6. Los costos de materiales deberán consultarse en plaza.

Las características de la obra se detallan a continuación:

- Se quiere hacer un estanque de forma irregular como la figura que hay debajo. Cada área circular es de 8 m de diámetro. El estanque deberá estar a nivel del suelo. Tendrán que tener 60 cm de profundidad.
- Dentro de esa superficie se quiere hacer dos puentes de arcos de madera entre círculo y círculo de 1,30 m de ancho y 5 m de longitud.
- Dentro del estanque se quieren plantar diferentes especies, dentro de las cuales están:
- *Ninfoides indica*. Estrella de agua. Aproximadamente tres grupos que cubran 1,5 m^2 cada uno.
- *Nymphaea sp*. Nenúfar de diferentes colores, aunque sea tres colores diferentes. Dos grupos por círculo, que cubran 3 m^2, aproximadamente.
- *Hidracleys nimphoides*. Amapola de agua. Un grupo en el círculo central, con aproximadamente 3 m^2.
- Fuera del estanque se requiere poner un grupo de diez achiras de varios colores y diez matas de papiros.
- Tres fuentes de agua imperial con bomba pequeña incluida, de 1,5 m de altura, aproximadamente.
- Dos estatuas de exterior de 1 m de altura.

A partir de estas especificaciones generales, elabore un boceto detallado de la ubicación de las plantas, detalles constructivos de los arcos para ser entregados al carpintero, especificaciones técnicas para el operario de la miniexcavadora que realizará el zanjeo, incluyendo, la instalación de las fuentes de electricidad (línea de electricidad no está instalada).

Elabore una red PERT y una carta Gantt con la curva S asociada a los costos de obra.

El cliente prefiere que la obra no demore más allá de los 30 días, estime entonces la cantidad de equipos de trabajo necesarios para cumplir con dicha expectativa.

Referencias bibliográficas

Abran Paso Radio (2017). El otro rosedal de la ciudad. Recuperado de http://www.abranpasoradio.com.ar/el-otro-rosedal-de-la-ciudad/

Aguiregoitia, M. (2011). *Métodos de trabajo y control de tiempos en la ejecución de proyectos de edificación*. Tesis de maestría. [En línea] Recuperado de http://oa.upm.es/10427/2/TESIS_MASTER_MARIA_AGUIRREGOITIA_MORO.pdf

Alvarado, P., Castignani, H., Caviglia, J., D'Angelo, M. L., Engler, Ghida Daza, C., Giorgetti, M., Lorio, C. y Sánchez, P. (2009). *Indicadores económicos para la gestión de empresas. Bases metodológicas. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales N.°11*. Buenos Aires: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) [En línea] Recuperado de https://inta.gob.ar/documentos/bases-metodologicas-de-indicadores-economicos-en-empresas-agropecuarias-1

Álvarez, J. y Falcao, O. (2009). Manual de gestión de empresas agropecuarias. (2.ª ed.) Montevideo: Facultad de Agronomía.

Angley, S., Horsey, E. y Roberts, D. (2002). *Landscape estimating and contract administration*. Nueva York: Delmar Cengage Learning.

Cámara Mexicana de Industria de la Construcción (2006). *Catálogo de costos horarios de la maquinaria*. [En línea] Recuperado de https://composicionarqdatos.files.wordpress.com/2008/09/catalogo-de-costos-horarios-de-maquinaria.pdf

Euskadi (s. f.) http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/presentacion_paisaia/es_def/adjuntos/Convenio%20de%20Florencia.pdf

Fee, S. (2007). *Landscape estimating methods*. (5.ª ed.). Nueva Jersey: Wiley & Sons, Inc.

Frank, R. (1985) *Introducción al cálculo de los costos agropecuarios*. Buenos Aires: El Ateneo.

González Valdés, R. P., Rodríguez López, Y., García Taín, Y. y Fernández, L. (2010). Consumo de combustible de los motores de combustión interna. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *19*(1), 01-08. [En línea] Recuperado el 19 de setiembre de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000100001&lng=es&tlng=es.

Houston, J. (2014). *How to price landscape and irrigation projects*. (3.ª ed.). Denver: J. R. Huston Enterprises Inc.

Instituto Nacional de Estadísticas. (s. f.) Índice de precios al consumo. Uruguay. [En línea] Recuperado de http://www.ine.gub.uy/ipc-indice-de-precios-al-consumo

JOSsoft. (2018). *Pesos específicos*. [Publicación en un blog]. Recuperado de http://www.jossoft.com.ar/ARCHIVOS/Pesos%20Especificos.pdf.

Junta Nacional de la Granja, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (1996). *Coeficientes técnicos y costos de producción de cultivos hortícolas*.

Manura, D. (s. f.). *Tablas matemáticas de David* [Publicación en un blog]. Recuperado de http://math2.org/math/es-tables.htm

Mattos, A. y Valderrama, F. (2014). *Métodos de planificación y control de obra*. Barcelona: Reverte.

Ministerio de Industria y Energía (s. f.). Densidad de combustibles.xls. [En línea] Recuperado el 1.° de diciembre de 2017, de www.miem.gub.uy/documents/15386/6815916/7.1%20Densidades.xls

Ministerio de Trabajo y Seguridad (s. f.). *Áreas temáticas. Consejos de salarios. Servicios profesionales técnicos especializados y aquellos no incluidos en otros grupos sociales Grupo 16. Áreas verdes* [En línea] Recuperado de https://www.mtss.gub.uy//web/mtss/16-areas-verdes

Morote, Á. (2016). Espacios ajardinados privados y su incidencia en el consumo de agua en España. Estado de la cuestión. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, *37*(2) 2017, 415-443.

Nicaracoop (s. f.). *Agricultura de conservación. Tomo II. Manual de cálculo de costos de mecanización agrícola*. [En línea] Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/ac_material_nicaragua/ac_tomo2.pdf

Plenario Intersindical de Trabajadores-Confederación Nacional de Trabajadores (s. f.) *Trabajadores, derechos y deberes*. [En línea] Recuperado de http://www.pitcnt.uy/trabajadores/deberes-y-derechos

Sauter, D. (2011). *Landscape construction. Chapter 5. Project pricing* (3.ª ed.). Nueva York: Delmar.

Silva, J. (2006). *Manual de manejo de áreas verdes para proyectos concesionados*. Versión 2.01. (Versión digital PDF). Ministerio de Obras Públicas. [En línea] Recuperado de http://www.concesiones.cl/quienes_somos/funcionamientodelsistema/Documents/Manual_de_manejo_de_areas_verdes.pdf

Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K. y Williams, J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas. Documento de buenas prácticas*. (Versión digital PDF). Washington D. C.: Banco Interamericano de Desarrollo. [En línea] Recuperado de https://publications.iadb.org/handle/11319/4820

Universidad de California, Cooperative Extension California Department of Water Resources (2000). *A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California*. Department of Water Resources. [En línea] Recuperado de http://wwwcimis.water.ca.gov/Content/PDF/wucols00.pdf.

Vaxasoftware. Recursos educativos (s.f.). *Áreas, perímetros y volúmenes*. Recuperado de http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/mat/figu2d3d.pdf

Valín, M. I., Castro, R., Pedras, C. y Pereira, L. S. (2011). *Uso del agua en espacios verdes: cálculo y evaluación de estrategias de riego*. Ponencia presentada en el VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA Talavera de La Reina, España. [En línea] Recuperado de http://docplayer.es/27118172-Uso-del-agua-en-espacios-verdes-calculo-y-evaluacion-de-estrategias-de-riego.html

Bibliografía

Banco de Previsión Social. *Servicios en línea para trabajadores*. [En línea] Recuperado de http://www.bps.gub.uy/trabajadores.

Banco de Previsión Social. Comunicado-031---ambito-de-afiliacion-actividades-de-jardineria.pdf. [En línea] Recuperado de http://www.bps.gub.uy/bps/file/876/1/9968-2012.

Caviglia, J. (1999). *Tabla de rendimiento para cálculo de reformas*. [En línea] Recuperado de https: //sau.org.uy/content/duf/BPS/Tabla-de-rendimientos-para-calculo-de-refor-mas.pdf?menu=empresas&res=Empresas/obras&desc=Empresas/cabezalInsModFormObras.html

Hessayon, D. G. (1986). *Césped manual de cultivo y conservación*. Barcelona: Blume.

Interagrovial Maquinaria John Deere de jardín (s. f.) [En línea] Recuperado de http://www.interagrovial.com.uy/index.php?q=page/sites/es_LA/products/equipment/residential_tractors/residential_tractors.page

John Deere (2015). *Tractores jardineros serie 100*. [En línea] Recuperado de https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2015-10-11_09-07-14130032.pdf

Junta Nacional de la Granja, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2000). *Coeficientes técnicos, costos y márgenes de rubros hortofrutícolas de la zona norte del país*.

Malinovski, R. (s. f.). *Metodología de costo-hora para máquinas forestales*. Traducción de la Cátedra de aprovechamiento forestal en base a III Curso de Actualización sobre Sistemas de Exploración y Transporte Forestal, Universidad Federal de Paraná. [En línea] Recuperado de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/23904/mod_resource/content/1/Metodolog%C3%ADa%20de%20Costo%20Apunte.pdf

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2014). *Guía de buenas prácticas agrícolas para la producción de frutas y hortalizas frescas en Uruguay*. [En línea] Recuperado de http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/direccion-general-de-la-granja/produccion/guia-de-buenas-practicas-agricolas/guia-buenas-practicas-agricolas.

Rivas, D. y Prieto, A. (2010). Desafíos en la poda de árboles urbanos en México. *ArbolAMA*, 3.

Ros Orta, S. (2013). *Planificación y gestión integral de parques y jardines*. Mundiprensa Libros.

Ros Orta, S. (2007). La empresa de jardinería y paisajismo mantenimiento y conservación de espacios verdes. Mundiprensa Libros.

Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal México. (2000). *Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la ciudad de México*. Gobierno del Distrito Federal México [En línea] Recuperado de http://www.arboricultura.org.mx/wp-content/uploads/2013/01/manual-tecnico-para-la-poda-derribo-y-transplante-de-arboles-y-arbustos-de-la-ciudad-de-mexico-2000.pdf

Sodimac (2017). *¿Cómo instalar palmetas de pasto?* [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=xeDW5OLvDX4

Sthil Andrea Ag & Co. (2013). *Trabajar con desbrozadoras profesionales. Guía para usuarios profesionales*. [En línea] Recuperado de http://www.stihl.es/p/media/download/es-es/2013_Folleto_uso_FS_profesionales_ES.pdf

Tractor data.com (2017). *Lawn tractor John Deere LA 105*. [En línea] Recuperado de http://www.tractordata.com/lawn-tractors/000/6/3/637-john-deere-la105.html

Villarino, L., Castro, P. y Ríos, A. (2007). Selección de nuevos tractores adecuados para cultivos protegidos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *16*(2), 7-11. [En línea] Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93216202

Esta publicación cuenta con el apoyo de la Comisión Sectorial de Enseñanza de la Universidad de la República. Forma parte de la serie Manuales de Aprendizaje, que tiene como objetivo mejorar las condiciones de aprendizaje de los estudiantes y, al mismo tiempo, propiciar la autoformación docente mediante la reflexión sobre sus prácticas y sobre el estado del arte en su disciplina. Secundariamente, esta publicación pretende colaborar en la constitución de tradiciones disciplinares y culturas educativas nacionales.

ISBN: 978-9974-0-2062-7

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY

comisión sectorial de enseñanza