

I. GENERALIDADES

A continuación se mencionan aspectos importantes cuyo objetivo principal es el de tener una visión amplia de lo que acontece hoy en día en la Ingeniería Civil, específicamente en el área de la construcción, además de dar las bases para sustentar el desarrollo del presente trabajo. Cabe mencionar que debido a la situación que la Industria de la Construcción presenta, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, organismo encargado de dar a conocer esta información, determinó no presentar en sus publicaciones las estadísticas que año con año daba a conocer de este sector, por tal motivo los datos presentados en este capítulo sólo reflejan las estadísticas correspondientes al año 2000 y un breve resumen de lo acontecido a partir del año 2001 a la fecha.

I.1 Situación de la Industria de la Construcción

El sector total de la construcción creció 5% en el 2000, conformando el quinto año consecutivo con tasas de variación positivas. Es importante destacar este hecho, ya que la continuidad es necesaria para la recuperación de la Industria de la Construcción y para el país en su conjunto, dado que el adecuado desenvolvimiento de la nación en los mercados nacional e internacional, depende de manera importante de que su infraestructura sea suficiente y eficiente, de tal modo que el traslado de personas y mercancías, así como las telecomunicaciones, sean tan ágiles y eficientes como lo requiera el mercado.

Sin embargo, aún con el aumento constante en la actividad de la Construcción, ésta no ha respondido a la magnitud del crecimiento de la economía en su conjunto. Es decir, mientras que los otros sectores productivos han superado en más del 20%, en términos constantes, el nivel de producción de 1994, la Construcción lo ha hecho sólo en 5% y, en consecuencia, el nivel de rezago tanto en la infraestructura productiva como en la social tiende a aumentar. En la actualidad sólo se ha logrado mostrar el crecimiento en la producción de dos de los seis tipos de obra: en primer lugar, las obras de transporte, que con una producción de 19 mil 746 millones de pesos alcanzaron un incremento del 12.9%, lo cual fue posible gracias a las obras realizadas en autopistas, carreteras y caminos, principalmente, además de las obras de urbanización y vialidad.

Las obras de autopistas, carreteras y caminos representaron del total de las obras de transporte el 60.8% y las obras de urbanización y vialidad el 33.6%. Lo anterior correspondió a la dinámica que se observó durante el año 2000 en este tipo de obras, puesto que el sector público impulsó la construcción de 394.5 kilómetros de carreteras, la reconstrucción de 371.9 kilómetros de carreteras y 70 puentes, así como la modernización de 70.5 kilómetros de carreteras federales y cinco puentes.

En segundo lugar, las obras de agua, riego y saneamiento, en donde el valor de la producción fue de 6 mil 494 millones de pesos, con un crecimiento del 12.9%. Aquí destacó la construcción de sistemas de agua potable y conducción representando el 35.3% de la obra en este rubro. Así mismo, las obras para el tratamiento de aguas y saneamiento participaron con el 22.4%.

Mientras tanto, las obras de petróleo y petroquímica, electricidad y comunicaciones y otras construcciones fueron los tipos de obra genéricos que registraron las tasas de decremento más altas (superiores al -49% en los tres casos). En cuanto a las obras de edificación, también mostraron una disminución en los niveles de obra realizada (-9.2%), impactando negativamente en la construcción de vivienda y en las edificaciones industriales en general, las cuales representaron el 27.2% de las edificaciones, lo cual, debido a la importancia de este tipo de obra que contribuyó en mayor proporción a la producción total de las empresas afiliadas (37.9%), el resultado afectó de manera significativa al comportamiento global de las empresas afiliadas.

Ante este desfavorable panorama, las empresas de tamaño micro, es decir, las que tuvieron ingresos menores a los 8 millones 903 mil pesos, fueron las únicas que incrementaron sus niveles reales de producción al mostrar un incremento del 26.8% con respecto a 1999.

La importancia de este tamaño de empresa radica en que es el segundo estrato que contribuye en mayor proporción al valor total de la producción (36.1%), además estas empresas ejecutaron más del 40% de las obras de agua, riego y saneamiento, electricidad y comunicaciones, otras construcciones y edificación. Sin embargo, pese a su buen desempeño, el resto de los tamaños de empresas realizaron en conjunto el 63.9% de la producción total, mostrando decrementos reales en sus niveles de producción, por lo cual el desempeño global de las empresas afiliadas fue negativo.

A nivel institucional, la obra privada fue la más afectada al disminuir sus niveles de producción en 35.4%, mientras que la obra pública sólo lo hizo en 7.8%. En cuanto a la obra concesionada a las empresas afiliadas, es hasta el año 2000 cuando se vuelve a presentar, ya que desde 1998 que no se realizaba. Este tipo de obras fueron realizadas por las empresas del Distrito Federal, con trabajos realizados en Michoacán para Caminos y Puentes Federales (CAPUFE); y por las empresas de Aguascalientes, con obras para la Comisión Nacional del Agua (CNA) en este mismo estado.

A nivel regional, Nuevo León fue la entidad federativa en la cual las empresas afiliadas a la CMIC ejecutaron el mayor monto de obra (5 mil 592 millones de pesos), con lo que su participación respecto al nacional fue de 8.3%. De la obra en este estado, el 81.5% lo realizaron las empresas de este mismo y el 18.5 restante las empresas foráneas. Sin embargo, en cuanto a los niveles de producción, Nuevo León presentó un decremento del 15.4%.

Las empresas del Distrito Federal fueron las que realizaron más obra tanto en su entidad como en el resto del país, alcanzando un valor de la producción de 19 mil 281 millones de pesos, que representa el 28.7% de la obra total. De este monto, el 60% fue realizado en el mismo Distrito Federal, en Chiapas, Tamaulipas, Estado de México, Quintana Roo y Michoacán. En cuanto a los tipos de obra con mayor contribución para las empresas de esta entidad, se encuentran las de transporte (31.9%), las edificaciones (31%) y las de petróleo y petroquímica (18.9%).

Para lograr construir las obras que desarrollaron las empresas afiliadas, fue necesaria la compra de materiales por un valor de 31 mil 742 millones de pesos, de los cuales 2.7% estuvieron a cargo de las constructoras gigantes, aún cuando en este estrato las compras disminuyeron 38.7%; mientras que las compras realizadas por las empresas micro, que representaron el 37.9% del total, se incrementaron el 23.1% con respecto al año anterior.

Durante este período, 81 de cada 100 empresas ejecutaron por lo menos una obra y 19 no tuvieron trabajo. Aunque este resultado se compara favorablemente con el del año 1999, donde sólo 72 empresas de cada 100 tuvieron al menos una obra, no se tradujo en un mayor volumen de obra realizada, debido a que ahora hay un menor número de empresas afiliadas que en 1999, lo único que nos indica es que la obra se ha distribuido en un mayor número de empresas.

Al igual que los resultados en el valor de la producción, los empleos generados en las empresas afiliadas (252 mil 697 plazas) disminuyeron un 13.3% con respecto a las plazas contratadas en el año anterior. Lo anterior significó dejar de contratar 38 mil 914 empleos, lo cual afecta en gran medida a la economía en general, puesto que la construcción es una industria altamente generadora de empleos. Del total de trabajadores contratados, el 53.9% fue empleado por las empresas micro, el 28.2% restante por las empresas grandes, medianas y pequeñas. Como consecuencia de lo anterior, al contratar menos personal la nómina pagada por las empresas cayó el 14.1%.

A partir del año 2001 a la fecha, el impulso del sector de la construcción ha corrido a cargo de las actividades constructivas del sector privado, en detrimento del papel protagonista que tradicionalmente jugaba el sector público.

A nivel nacional la economía crece con lentitud desesperante, en este contexto, las expectativas de crecimiento en el 2004 para el conjunto de la economía parecen ajustarse nuevamente a niveles ligeramente superiores al 3.5%.

Afortunadamente para la Industria de la Construcción que fue una de las más afectadas por el gobierno federal, también ha sido una de las primeras en lograr una recuperación medianamente aceptable.

Luego de una caída de 5.7% en el PIB sectorial en el 2001, la Industria de la Construcción ha crecido a un ritmo de 2.3% anual y al primer semestre del 2004 superó ya el valor alcanzado en el año 2000 con un crecimiento de 4.9% contra el primer semestre del 2003.

El crecimiento sectorial tiene mucho que ver con el impulso que han tomado las actividades de edificación de vivienda de interés social y residencial, comercial, turística, de infraestructura petrolera, hidráulica, eléctrica e industrial, en ese orden.

Pero lo que es verdaderamente importante en el crecimiento de esta industria es que desde el año 2001 a la fecha, el impulso sectorial ha corrido a cargo de las actividades constructivas del sector privado: mientras que en el año 2000 el 58% del valor de la producción correspondía a las actividades de construcción promovidas por el sector público, en el 2004 el gobierno responde únicamente por el 41.5%; en tanto el sector privado aportó el 58.5% del valor generado por las actividades constructivas.

Aunque el gobierno actual ha mantenido una actitud conservadora frente al gasto de inversión en el desarrollo de infraestructura física, también es cierto que una parte creciente del gasto de inversión promovida por el estado mexicano es financiada y realizada ahora por empresas privadas nacionales y extranjeras bajo diversas modalidades, lo cual ha abierto mayores espacios de negocios para las empresas con la calidad técnica e institucional para ganar licitaciones en concursos abiertos.

De cualquier forma, la actividad en el sector de la construcción camina con pasos más largos y más firmes que el conjunto de la economía nacional: el problema que subsiste en el interior del sector es que el crecimiento no ha sido para todos.

De acuerdo a recientes encuestas se ha podido observar que las empresas que han obtenido los mayores beneficios del crecimiento sectorial son las consideradas gigantes y grandes, teniendo que para las primeras el promedio de ocupación de la planta utilizada se ha mantenido en un promedio superior al 85% en los últimos cinco años, en tanto que para las constructoras grandes el promedio es de 79.2%.

El porcentaje de utilización de la capacidad de planta disminuye a la par del tamaño de las empresas: el promedio de ocupación para las constructoras medianas es de 77.1%, para las pequeñas es de 74.4% y para las micro-constructoras la capacidad ocupada es de apenas 68%. De lo anterior se desprende la existencia de ventajas competitivas relacionadas con la escala de operación y con el tamaño de las empresas.

Lo cierto es que no todas las constructoras pueden aspirar a grandes proyectos, pero existen otros recursos para destacar en el entorno de los negocios. Por ello es necesario actualizar los procesos de construcción y la administración de operaciones de una obra.

En este sentido, resulta importante echar mano de los recursos tecnológicos que posibilitan que una empresa sea más competitiva, ya que en la actualidad la Industria de la Construcción es señalada constantemente como una de las más ineficientes, ya que se estima que más de la cuarta parte del costo final de los proyectos se destina a corregir “errores”, la mayoría de ellos prevenibles si se hubiese dado un estricto seguimiento de las obras.

Cabe destacar que en la actualidad existe un listado de 100 empresas consideradas las más importantes en México, de las cuales 49 forman parte de grupos constructores nacionales o extranjeros que han colocado una parte de su capital accionaría en la Bolsa Mexicana de Valores, en el New York Stock Exchange o en otros mercados internacionales. Aunque las 51 empresas restantes no participan aún en los mercados accionarios, algunas de ellas han dado ya los primeros pasos para hacerlo, han modernizado sus estructuras corporativas, y son empresas que no temen mostrar sus estados de balance y resultados.

La calidad institucional de las 100 constructoras se aprecia en los diversos indicadores de desempeño operativo y financiero que se muestran en las figuras 1 y 2.

De las 100 empresas que conforman esa lista realizada por el Grupo Expansión y publicada en la revista Obras, 71 incrementaron sus ingresos en el 2003, seis no reportaron cifras comparativas y sólo 23 acusaron una disminución en sus ingresos contra el ejercicio comparativo anterior.

En este punto cabe señalar que el 56% del crecimiento de los ingresos corrió a cuenta de las empresas promotoras y desarrolladoras de vivienda de interés social y residencial, 19% lo aportaron las empresas

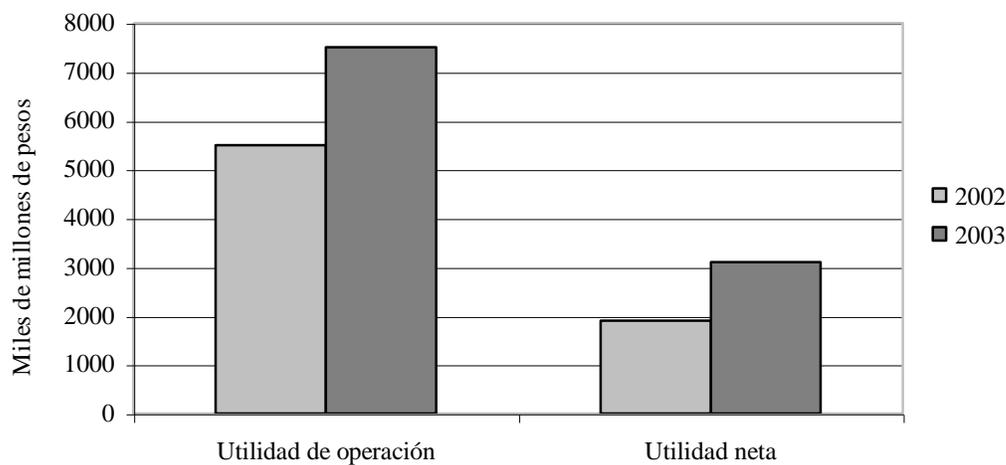


Figura 1 Rentabilidad de las 100 mejores Empresas

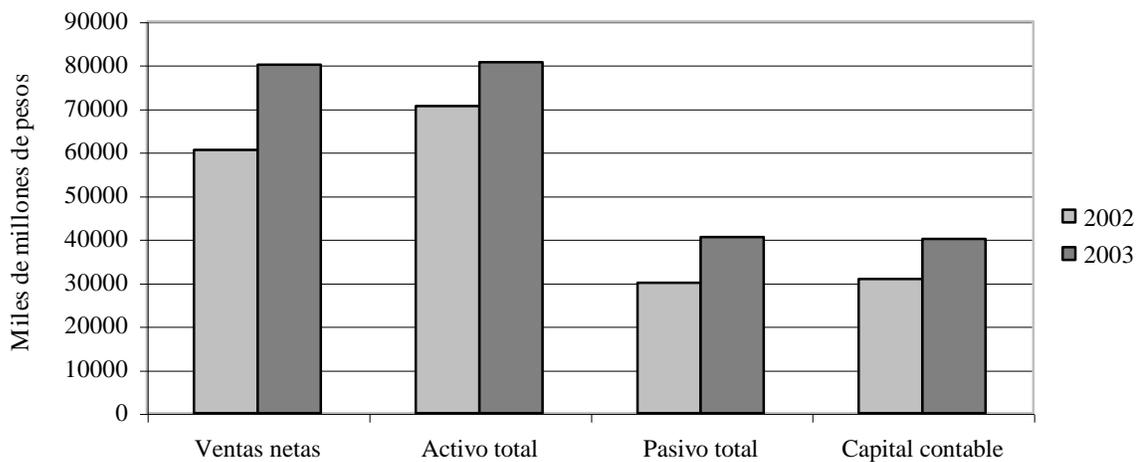


Figura 2 Indicadores financieros

constructoras de infraestructura física e industrial, 18% las constructoras de edificios, centros turísticos y comerciales, y el 7% restante corrió a cargo de las empresas operadoras y constructoras de infraestructura hidráulica y medio ambiente.

Como en la mayoría de las industrias, la creciente productividad y el avance tecnológico marcan una tendencia incuestionable a la disminución del factor humano en las funciones de producción; sin embargo, el buen desempeño de las empresas constructoras permitió a muchas de ellas incrementar su plantilla laboral, al grado que en el 2003 el conjunto de las empresas listadas registró un total de 93,300 trabajadores activos, casi 9,000 plazas de trabajo por arriba de las reportadas en el 2002.

La solidez institucional alcanzada por la mayoría de las empresas participantes en la publicación de la revista Obras, se refleja también en mejores expectativas de crecimiento desde los años 2005 y 2006, siendo los sectores con mejores perspectivas de crecimiento para los próximos años los de vivienda de interés social y media, infraestructura carretera y de vías terrestres, la construcción de edificios y centros comerciales, infraestructura eléctrica, hidráulica y urbana.

La crisis financiera internacional tuvo un impacto negativo muy importante en el desempeño del sector de la construcción en México (la aversión al riesgo frenó las inversiones privadas). Desde agosto de 2008 en que se registró su primera caída (-0.2%), el sector no se pudo recuperar por lo que se mostró

una tendencia decreciente. El último dato disponible muestra que en mayo de 2010 no presentó crecimiento, arrojando una cifra de 0.3%. La falta de liquidez y la lenta marcha en el desarrollo de las obras de infraestructura fueron las principales causas.

De acuerdo con las cifras del índice de la actividad de la construcción que elabora el INEGI, el comportamiento durante enero-diciembre de 2009 fue de -7.5%. Cabe destacar que las actividades industriales fueron de las más afectadas por la crisis económica. Durante enero-junio de 2010 la industria de la construcción fue la única que presentó crecimiento negativo en la actividad industrial con menor desempeño (-2.7%).

I.2 Evaluación de Proyecto de Capital

Hoy en día, además de los insumos básicos que acostumbramos analizar y cuantificar en las empresas constructoras (mano de obra, materiales, equipo y maquinaria), debemos de agregar otro que es el capital.

Emprender cualquier proyecto de construcción necesariamente implica la inversión de grandes cantidades de dinero. La naturaleza de las organizaciones responsables es tal, que rara vez poseen sumas de capital de una gran magnitud capaz de financiar sus proyectos propuestos. Los organismos gubernamentales, instituciones, empresas comerciales, compañías de desarrollos urbanos, así como otras semejantes tienen que pedir prestado fondos para construir. Para obtener este capital se dirigen a las organizaciones bancarias y de financiamiento, quienes requerirán una documentación sustancial que las convenza para decidirse a entregar préstamos tan importantes. El proyecto ha de demostrar ser bastante viable económicamente que garantice los intereses sobre el préstamo, así como los reembolsos del capital inicial. Además, una organización comercial buscará también cierto nivel de utilidades para justificar los riesgos de la construcción. Las disposiciones para el reembolso del capital prestado giran alrededor de la política financiera de la organización.

La evaluación de un proyecto de construcción que se basa en su propia rentabilidad financiera procede en dos etapas. La primera consideración es la de invertir en un proyecto en particular o dirigir los fondos a otra parte. Con base en una utilidad potencial pura, el rendimiento financiero de un proyecto

de construcción debe ser mayor que o igual a la utilidad que se lograría si se realizará la inversión en otro proyecto. Si esta es la única consideración, entonces la evaluación está bastante bien definida, o sea, se construye o no el proyecto. Sin embargo, no todos los proyectos se juzgan sobre esta primera consideración. Los proyectos necesarios (tales como reparaciones y mantenimiento), conveniencia social, beneficio para la comunidad, base de la expansión de requerimiento de plazo más largo, diversificaciones de capital, y otras varias consideraciones pueden persuadir a una organización a seguir adelante y construir a pesar de las evaluaciones iniciales adversas.

Prescindiendo de los objetivos, cuando se ha tomado la decisión de proceder con una ampliación de capital en el campo de la construcción con objeto de satisfacer un requerimiento pronosticado, es imperativo escoger una solución de proyecto que satisfaga las necesidades de la política de ampliación en los términos más económicos. Aquí, normalmente se enfrenta un cierto número de soluciones alternativas que requieren la elección de una de ellas en función de la que produzca el mejor rendimiento. Haciendo caso omiso de la etapa en la cual se haga la evaluación, los métodos descritos aquí dan una base firme sobre la cual formular la decisión de construir, más bien que confiar únicamente en la experiencia o en métodos intuitivos.

Sin embargo estas dos últimas consideraciones son de mucho valor en una evaluación total. Los métodos de estimación del proyecto, que más comúnmente utilizamos son los siguientes:

1. Rendimiento de la inversión
2. Período de recuperación
3. Valor presente o actual
4. Valor anual equivalente
5. Flujo de efectivo descontado
6. Costo-Beneficio

Todos estos métodos tienen diferentes aplicaciones así como ventajas y desventajas y deben moderarse con experiencia. Por su importancia, a continuación se describen cada uno de ellos.

Rendimiento de la inversión

La técnica del rendimiento sobre la inversión como método de estimación presenta una regla básica de evaluación. Este método refleja el porcentaje de utilidad que puede obtener el proyecto sobre una base anual en relación con la inversión inicial del capital. Es razonable suponer que el proyecto que se considera para la construcción producirá, por lo menos, la tasa de rendimiento que se obtendría si la inversión se hiciera en otra parte. Es necesario considerar no sólo dicha tasa equivalente, sino también los riesgos inherentes a diversas inversiones. Asimismo, el rendimiento de la inversión del capital debe ser mayor que las tasas de interés pagadas por el capital que se pidió prestado. La ventaja del método de rendimiento sobre la inversión como medio de evaluación es que se comprende con facilidad y es fácil de aplicar en la toma de decisiones de inversión inicial, así como para efectuar comparaciones entre varios proyectos. La mayor desventaja del método, que reduce su uso en la estimación de los proyectos de construcción, es que no toma en consideración el cambio del valor del dinero con el tiempo. Los cálculos del rendimiento sobre la inversión, utilizan uno de dos conjuntos de cifras. El primero examina la rentabilidad de la inversión durante un año. El segundo es promediar el rendimiento durante un período de varios años. Si se utiliza la primera forma de evaluación de utilidad de un solo año, se puede obtener una imagen distorsionada ya que el año en consideración, puede no ser representativo del rendimiento del proyecto.

El último es un mejor estudio de la inversión en el proyecto. El rendimiento sobre la inversión es un indicador administrativo importante, pero sólo debe aplicarse con base de un período a otro, por ejemplo por años fiscales, para presentar los estados financieros adecuados.

La base del método consiste en calcular la tasa de rendimiento como resultado de dividir la utilidad neta anual del proyecto entre el capital invertido. Cualquiera que sea la utilidad, debe decidirse si el cálculo se llevará a cabo durante un período o sobre la vida en prospecto del proyecto y promediarse. Se sugiere que donde se requieran cifras para un estudio comparativo, se promedien las utilidades, pero cuando son necesarias para los estados financieros anuales, deben calcularse con base en un periodo como por ejemplo, un año fiscal. Para evaluar un proyecto utilizando el rendimiento sobre la inversión, deben identificarse los siguientes conceptos y listarse para cada proyecto en consideración. Cuando se utilizan las utilidades promediadas, la lista debe ampliarse de manera que muestre los conceptos por cada año de la vida del proyecto.

1. Los pagos totales a realizarse sobre el proyecto durante el año de la estimación. Estos pagos deben cubrir capital, interés, y costos de operación y mantenimiento.
2. Los rendimientos totales que se obtendrán del proyecto por ventas de artículos o servicios, etc., que pueden incluir el valor de rescate de cualquier planta o edificio al final de su vida útil.
3. La utilidad o pérdida bruta (en sentido amplio, la diferencia, entre los conceptos 1 y 2, tomando en consideración la política contable de la organización.
4. Los impuestos que se pagarán, estimando la depreciación y otras bonificaciones.
5. La utilidad anual resultante después de impuestos que dé el proyecto. La utilidad final dividida entre el capital invertido y el resultado expresado como porcentaje reflejarán el rendimiento sobre la inversión del proyecto o proyectos en consideración.

Período de Recuperación

El período de recuperación también es un método común para evaluar una inversión que presenta una técnica sencilla basada en la forma en que rápidamente se puede recuperar el capital invertido para su uso en inversiones futuras. Se ignora la capacidad de ganancia de un proyecto que va más allá del periodo de recuperación puesto que los rendimientos sólo se consideran durante el tiempo de recuperación del capital. El valor de la utilidad de este método de evaluación de inversión es evidente cuando el capital ha de ser invertido, esta disponible para un periodo limitado y debe recuperarse en una fecha límite. También se ha utilizado en condiciones de riesgo, en donde se desea recuperar el capital invertido tan pronto como sea posible, ya que el riesgo aumenta mientras más tiempo esté inmovilizado el capital. Otra área en donde este método demuestra ser útil es cuando se analizan las inversiones de sumas modestas de capital que tengan potencial obvio de alto rendimiento.

El principio de este método es determinar con qué rapidez se puede recuperar el capital neto invertido en un proyecto mediante el flujo efectivo positivo neto producido como resultado de la operación del proyecto terminado. Los cinco conceptos que se requieren para ser identificados y enlistados para el método de rendimiento sobre la inversión también se aplican en este caso. Las utilidades netas anuales se acumulan hasta que el total alcance el valor del capital inicial invertido.

Valor Presente

Las técnicas de evaluación que consideran el valor del dinero en el tiempo ofrecen una forma más realista de estimar los proyectos de capital. El recibo y pago de efectivo de cantidades iguales tiene

valor diferente en diferentes periodos durante la duración de vida de un proyecto. La fluctuación del valor del dinero durante el tiempo ocurre por dos razones, la inflación que reduce el poder adquisitivo del dinero, y el potencial del dinero invertido de aumentar su valor debido a la utilidad.

A partir de los costos beneficios de proyectos anteriores se pueden comparar los proyectos de diferentes épocas usando una misma base. Los ingresos y pagos futuros generados que difieren en alternativas de inversión deben tener una base común, que tome en cuenta las fluctuaciones del valor.

La técnica adoptada para lograr esto es descontar los flujos de efectivo futuros, o sea reducirlos a sumas equivalentes que reflejen el valor actual. Al calcular la cantidad por la cual se han de reducir las sumas, es necesario utilizar una tasa de descuento. Esta es análoga a la tasa de interés, pero la tasa utilizada para descontar los flujos de efectivo futuros, no tiene que ser la misma que la tasa de interés que se paga sobre el dinero prestado.

La mayoría de las empresas tienen alguna tasa de descuento que aplican a todos sus proyectos. puede estar relacionada con la tasa mínima de rendimiento que están preparadas para aceptar en nuevos proyectos, o con el costo total de éstos, si el capital es prestado. En el sector público es posible que la elección de la tasa de descuento se vea afectada por condiciones sociales y económicas más amplias.

Para calcular el descuento se emplean deducciones matemáticas de las fórmulas de descuento. Sin embargo, se tienen disponibles tablas de descuento fáciles de comprender que permiten la aplicación directa de estas utilizando un factor precalculado. Los dos cálculos principales en el descuento son aplicables a:

1. Calcular el valor actual de una suma total que se pagará en el futuro.
2. Calcular el valor actual de un pago anual futuro regular durante un cierto número de años.

El valor actual introduce una forma de análisis de costos del proyecto que toma en cuenta su costo inicial y también compara el flujo de efectivo futuro, reconociendo de esta manera el valor del dinero al transcurrir el tiempo. El método es útil tanto para evaluar el criterio de decisión inicial sobre si construir o no, y también para comparar dos o más proposiciones desde el punto de vista de la inversión. El método no intenta proporcionar un indicador de los rendimientos potenciales sobre el capital invertido, sino que busca comparar el valor equivalente de las sumas actuales y futuras. Los

cálculos del valor actual también se utilizan cuando la empresa planea llevar a cabo una inversión en la que está implicada la maximización del valor actual neto (VAN) de sus actividades de inversión. Por ejemplo, se puede buscar la expansión de sus activos actuales, en vez de maximizar el rendimiento sobre el capital invertido.

Cuando los proyectos de inversión en consideración son de naturaleza mutuamente excluyente, como dos alternativas de construcción en el mismo sitio y existe una restricción sobre el capital invertido, entonces se seleccionará el proyecto que tenga el valor actual neto más alto. La mayor dificultad que se tiene en el análisis del valor actual, es la posible inexactitud de predicciones futuras de los ingresos y de los gastos. Asimismo, como la inflación afectará todos los proyectos en consideración y la estimación del valor actual es esencialmente una técnica comparativa, se debe tomar en cuenta el efecto de la inflación sobre los costos futuros y/o ganancias.

Sin embargo, deberán tomarse en cuenta los cambios en los precios relativos (tales como suministros de energía) y los cambios en las tasas de interés que puedan preverse. Tales pronósticos en el clima económico impredecible actual pueden parecer un ejercicio precario; sin embargo cualquier inexactitud inherente se ve compensada en gran manera por la técnica de descuento. Este fenómeno del proceso de descuento ocurre de modo que, conforme surjan los últimos ingresos o gastos, se verán mayores descuentos, y por tanto, menor será el efecto de los errores en la estimación de su valor actual.

El método de evaluación del valor actual también es el más adecuado para proyectos que tienen un patrón de flujo efectivo “irregular”. La mayor parte de los proyectos de inversión de capital tienen un elevado desembolso inicial, seguido por ingresos de efectivo frecuentes y regulares, con unas salidas ocasionales. Sin embargo, los proyectos que requieren grandes desembolsos netos e intervalos irregulares durante todo su ciclo de vida, tales como los que requieren un alto costo de reemplazo de equipo o proyectos que tienen gastos de cierres y reapertura, como minas, se adaptan particularmente a la aplicación del valor actual apropiado.

El método consiste en tomar el valor actual de todo el ingreso menos el valor actual de todos los desembolsos, incluyendo la inversión inicial del capital, que se obtengan de cada proyecto durante un ciclo de vida completo. La cifra resultante representa el valor actual neto de cada proyecto. Entonces se selecciona para inversión de proyecto la que tenga el valor actual más alto. Cuando se considera cierta

cantidad de proyectos, se agrupan los valores actuales en orden poniendo primero el más alto. Todos los valores positivos se consideran inversiones viables en tanto que haya capital disponible.

Valor Anual Equivalente

La evaluación del proyecto por medio del valor anual equivalente (VAE) emplea las mismas técnicas matemáticas que se utilizan en la técnica de evaluación del VAN. Con este método el costo total del proyecto se expresa en función de lo que costará durante cada año de vida. La suma que, si se paga anualmente durante la vida de proyecto, es equivalente en valor actual a las ganancias netas del mismo, se conoce como valor anual equivalente. El método es particularmente útil para estimar proyectos con diferentes expectativas de vida. En lugar de tener que considerar que los costos de reemplazo ocurren a diferentes intervalos en el futuro, se calcula el VAN de cada proyecto y luego se convierte a su VAE para comparación. A este método algunas veces se le menciona como método de recuperación de capital.

El método seguido para establecer el valor neto equivalente consiste en calcular la suma que, si se pagara anualmente durante la vida del proyecto, tendría el mismo valor actual que las ganancias netas del mismo. Los resultados se expresan en pesos por año. Los factores de descuento se toman de las tablas de descuento. El proyecto o proyectos con los valores equivalentes anuales más altos, serán seleccionados para construcción. Todos los proyectos con un valor anual equivalente positivo representan una inversión productiva y los que tienen un valor anual equivalente a 0 son empresas no lucrativas.

Cuando se evalúan proyectos en donde los pagos e ingresos anuales difieren de año en año, es necesario calcular primero el VAN de cada proyecto antes de aplicar el factor VAE. Sin embargo, cuando los ingresos son constantes de año en año, es suficiente calcular el equivalente anual del capital invertido y deducir los resultados de los ingresos anuales.

Flujo de Efectivo Descontado

En las evaluaciones del VAN y del VAE se supuso una tasa de interés antes de convertir los flujos de efectivo a niveles comunes para propósitos de comparación.

Estas tasas de interés se han utilizado como normas por medio de las cuales se juzga el mérito de una estimación de inversión. Un método alternativo de evaluación, el flujo de efectivo descontado (FED) analiza un proyecto calculando la tasa anual real de rendimiento durante la vida del proyecto en lugar de suponer tasas de interés aceptables. El método del flujo de efectivo descontado tiene la ventaja de ser análogo, aunque no idéntico, con los conceptos de rendimiento sobre el capital que ya se utilizan en los negocios y a los que se prefiere frecuentemente como método práctico de evaluación de proyecto.

El cálculo de la tasa de interés es la desventaja principal, cuando se utiliza la evaluación de flujo de efectivo descontado. Sólo se puede calcular matemáticamente cuando hay una serie uniforme de flujos de efectivo.

El método para determinar la evaluación por medio del flujo de efectivo descontado consiste en establecer la tasa de interés que se puede lograr del capital invertido en proyecto durante toda su vida. Se selecciona una tasa aproximada de rendimiento y se utiliza en el cálculo. Luego se emplean métodos de interpolación para precisar la tasa de inversión real. Se considera suficiente un máximo de 5 ensayos.

Costo-Beneficio

El análisis costo-beneficio como medio para ayudar a la selección de la inversión, permite analizar los desembolsos o gastos desde el punto de maximizar los beneficios para una comunidad. El criterio difiere de la evaluación de una inversión privada, como el valor actual neto, el valor anual equivalente, o el flujo de efectivo descontado, en que intenta cuantificar los costos y beneficios sociales y otros costos y beneficios tangibles e intangibles que no sólo ocurren para el propietario de la construcción sino también para la comunidad como un todo. Aunque es útil en el sector privado considerar los efectos sociales y secundarios de un proyecto, se adapta principalmente a la toma de decisiones en el sector público. Se emplea el costo-beneficio para asegurarse de que el proyecto se ejecuta en el tiempo y en la forma que produzca la razón más alta de beneficio con respecto al costo, para obtener los rendimientos financieros más altos, y lograr el valor actual neto más elevado.

El método consiste en seleccionar las alternativas viables para comparación, para lo que se prepara una tabla para cada proyecto, señalando los siguientes detalles para cada uno de los años de vida del mismo:

1. El costo total del proyecto durante cada año, incluyendo los costos de capital, operación, y mantenimiento, costos sociales y otros costos tangibles.
2. Los beneficios totales que se obtendrán del proyecto por las ventas de bienes y servicios, incluyendo el valor de los beneficios sociales (como la reducción de los inconvenientes causados, si es posible que un nuevo proyecto de la carretera reduzca los accidentes).
3. El valor descontado para el concepto 1 y 2.

Los costos y beneficios alternativos se descuentan a la misma tasa de interés y se agrupan en el orden de los valores actuales netos, o se obtiene la razón beneficio-costo para cada alternativa. Luego se selecciona la alternativa que tiene la tasa más alta.

Pueden descontarse alternativamente a tasas de interés tales que los valores actuales netos sean 0, y agruparse en el orden de la tasa de interés producida.

I.3 Estimación de los Costos en la Industria de la Construcción

La estimación de los costos de un proyecto de capital en todas las etapas del proceso de la construcción es de primordial importancia para un buen control administrativo. Sea que se administre para el cliente, el diseñador, constructor o usuario de la instalación, las estimaciones exactas y pertinentes reducen el desperdicio administrativo proporcionando una revisión constante de la viabilidad económica de una empresa. De esta manera se puede evitar realizar un esfuerzo en un proyecto que finalmente será “archivado” en una fase posterior del diseño o de la propuesta debido a que no tiene viabilidad económica.

La estimación, o estimado, proporciona la base para todos los pronósticos económicos y financieros así como para los presupuestos y el control.

Los métodos de estimación varían dependiendo del grado de exactitud que se espera y de la etapa del desarrollo de la documentación a partir de la cual se prepara la estimación, los métodos que se emplean se rigen de acuerdo al pronóstico, la etapa del diseño o construcción en la cual se produce el mismo y a quién se le dará el costo evaluado.

Los pronósticos de las estimaciones de la construcción se clasifican en general en tres formas:

- a) Estimaciones utilizadas para planeación y pronóstico con el objeto de que ayuden en las evaluaciones económicas y financieras de la inversión.
- b) Estimaciones de control que se hacen durante el diseño para asegurarse de que las evaluaciones económicas siguen siendo válidas conforme progresa el diseño.
- c) Estimaciones de la propuesta, que reflejan el costo que tiene para un constructor realizar el diseño terminado, permitiéndole de esta manera preparar una oferta para su presentación al cliente.

Para satisfacer las necesidades de las clasificaciones anteriores hay cuatro etapas en las que se aplican estas estimaciones:

- a) Estimaciones de planeación, que se utiliza en la primera clasificación.
- b) Estimaciones preliminares de ingeniería, que se usan en la segunda clasificación.
- c) Estimaciones detalladas de ingeniería, usados en la segunda clasificación.
- d) Estimaciones en la fase de construcción, que se emplean en la tercera clasificación.

Cada una de las estimaciones se produce en una etapa diferente del desarrollo del proyecto. Esta situación debe considerarse cuidadosamente y comprenderse en su totalidad. Cuando se preparan estimaciones en una etapa muy temprana en el diseño, las técnicas empleadas deben permitir establecer contingencias para cubrir variaciones no previsibles en los costos conforme el diseño pasa a la construcción final. La técnica también debe reflejar el desarrollo del diseño a partir del cual se prepara.

En una etapa temprana de la concepción del proyecto se requiere planear la estimación para ayudar a determinar la factibilidad del proyecto y el desarrollo de las decisiones sobre política. Por tanto, ésta es probablemente la fase más importante de la estimación, pero paradójicamente, es la fase en donde menos información se tiene disponible. Los detalles utilizados para planear las estimaciones se extraen en general, de esbozos o definiciones de alcance que, en esencia, son registros documentados de la cohesión de ideas del propietario y el diseñador o proyectista. Esta documentación constituye un detalle del diseño poco tangible, pero puede representar los únicos datos cuantitativos a partir de los cuales se establece la estimación inicial.

La ingeniería conceptual tiene lugar después de que se han tomado las decisiones básicas del diseño y se han modificado extensamente los sistemas constituyentes que formarán la instalación. La ingeniería conceptual es el ejercicio de unir a los sistemas y asignaciones de espacio de una manera funcional para formar el esquema completo de las cosas. Se producen dibujos esquemáticos y se esbozan especificaciones, a partir de las cuales se cuantifican y calculan estimaciones de la segunda etapa.

En la parte detallada de ingeniería los diseños esquemáticos o conceptuales se consolidan y se realizan diseños y especificaciones detallados. Se establecen los sistemas y subsistemas de ingeniería de proyecto, y se identifican las partes componentes. Si el diseño de un componente está bien definido y especificado razonablemente, representa un conjunto de artículos o conceptos que pueden compararse e instalarse, permite la producción de una estimación detallada de los costos de ingeniería al cual se añade la utilidad anticipada del constructor. Esta estimación del diseño final representa la suma probable que presentará el concursante con la cotización más baja posible para las instalaciones documentadas.

Resulta importante tener en mente no sólo lo que se ha hecho, sino también cómo se va hacer el trabajo para satisfacer todos los requerimientos de los documentos contractuales así como la lógica dictada por la complejidad del proyecto. Habrá de formularse una estrategia detallada de operación a partir de la cual se produzca una estimación basada en los recursos. Se añade la utilidad y los gastos generales; y todo lo anterior constituirá la oferta que representa. Las fases de la estimación que se mencionaron anteriormente muestran el progreso del mismo a través del proceso de construcción cuando el método tradicional de conseguir la obra resulta en un contrato a precio alzado. El concepto de los procedimientos de estimación anteriores varía bajo diferentes condiciones de adquisición del contrato de construcción que se establecen en los contratos de costo más honorarios fijos, costo a precio alzado, a precio unitario, o administración del proyecto. Bajo estas últimas condiciones habrán de considerarse refinamientos adicionales que modifican, amplían, o ajustan una estimación de construcción.

Contrato de Costos más Honorarios Fijos

En aquellos proyectos en donde el alcance de la obra no está definido con claridad, tales como la renovación de instalaciones existentes, en donde está implicada tecnología que no ha sido probada, o en proyectos confidenciales, se celebra un contrato de costos más honorarios fijos. Cuando el costo no es el interés prioritario, se le pueden dar instrucciones a un contratista para que proceda a realizar la obra,

registrando todos sus costos conforme avanza. A los costos registrados se añade la descripción por escrito de los gastos generales y utilidades cubiertos, y se le paga al contratista a intervalos convenidos. Sin embargo, en la mayoría de los casos es importante el costo final, aún cuando se desconozca la amplitud exacta de la obra. En este caso se negocian convenios de costo más honorarios fijos, que incorporan un costo máximo posible o garantizado. Para llegar a este costo máximo, personal experimentado hace estimaciones, utilizando especificaciones generales y los proyectos de distribución preliminares. A partir de la experiencia pasada se predicen la mayoría de las reservas para los costos de construcción, y se adaptan las estimaciones para que cubran estas eventualidades. La estimación del costo máximo producido así incluye los gastos generales y la utilidad.

Esta estimación refleja el precio máximo que tendrá que pagar el cliente por la obra contratada. Se pueden utilizar varios refinamientos en este tipo de contrato para compartir cualquier ahorro que esté debajo de esta estimación máxima, creando de esta manera incentivos para bajar costos.

Contratos a Precio Alzado

En este caso el cliente sólo proporciona las especificaciones del tipo de rendimiento y los dibujos de distribución preliminar. Entonces la organización especialista produce un diseño detallado y construye el proyecto.

Por consiguiente, las estimaciones incluyen el costo del diseño detallado y los planos de la obra así como la construcción. Debido a que los contratos a precio alzado suelen ser de una naturaleza común, se tienen disponibles costos “estándares”, a partir de los cuales se produce la estimación detallada en una etapa temprana debido a que los costos finales de una especificación de rendimiento relacionados con la construcción típica se conocen a partir de la experiencia pasada y de los procedimientos contables detallados.

Están disponibles varios tipos de contrato que relacionan al diseño final de la instalación y que cubren arrendamiento, compra, o problemas y límites de arrendamiento.

Contrato a Precio Unitario

Cuando se tienen disponibles planos y especificaciones y se define el alcance de la obra, pero sólo se pueden establecer cantidades aproximadas, se celebra un contrato a precio unitario. En este caso se

requiere una estimación de precios unitarios, en donde toda la obra se divide en unidades mensurables para las cuales se establece un costo, estimando analíticamente las constantes de mano de obra, uso y desperdicio de materiales. A este costo unitario se le añade un porcentaje para cubrir los gastos generales y la utilidad.

Se estima el reembolso para el constructor midiendo las unidades de obra conforme progresa el contrato y aplicando los precios unitarios estimados ofrecidos. Este método de fijación de precios permite que el trabajo de construcción comience sin saber las cantidades exactas implicadas y resulta útil en las obras grandes de ingeniería civil que involucran grandes cantidades. Se puede emplear una escala deslizante a un precio unitario estimado para ajustar las cifras para tomar en cuenta las cantidades en exceso o de menos.

Administración del Proyecto y de la Construcción

Cuando el tiempo es lo principal y la obra puede proseguir antes de que se termine el diseño final se tiene una situación contractual en la que se celebra un contrato de administración del proyecto o de la construcción.

Cuando esto sucede, los gerentes del proyecto o de construcción utilizan métodos de estimación típicos en la forma tradicional para hacer las estimaciones de la planeación, de ingeniería preliminar, y de ingeniería detallada. Sin embargo, las estimaciones finales de la construcción se basan en cierto número de pequeños paquetes individuales de obra que forman el contrato entero, más bien que la estimación global como sucede cuando un contratista principal hace una propuesta para la obra entera. Estas estimaciones de paquetes de obras son realizadas por los contratistas individuales y se basan en la estimación de recursos, incluyendo los gastos generales y de utilidad. Representan las cifras ofrecidas presentadas por los subcontratistas o los gerentes del proyecto o de la construcción.

Mientras más detallada sea la estimación, más tiempo requerirá para analizar e investigar, y en su preparación están involucrados más gastos. Fundamentalmente, mientras más exacta sea una estimación, será más costosa de preparar.

Inflación

La inflación es un proceso por el que el poder adquisitivo del dinero disminuye al pasar el tiempo. Hay muchas razones económicas por las cuales ocurre la inflación, pero por sencillez consideramos este fenómeno como el resultado de dos influencias principales. La primera es que hay argumentos teóricos e históricos que respaldan el punto de vista de que la tasa de aumento en la existencia de dinero tenida por la comunidad, y que no viene emparejada por una tasa semejante de aumento en el nivel de productividad tarde o temprano dará lugar a un aumento en el nivel general de precios. La segunda es el aumento desigual en la existencia de dinero por la emisión adicional por parte del gobierno para financiar su gasto. Lo anterior es preferible, en términos políticos, a aumentar el impuesto o pedir prestado el dinero en el mercado y pagar las tasas corrientes de interés. El flujo de dinero dentro de la economía tiene dos formas, una parte es retenida por el mercado para inversión y la segunda parte se gasta para adquirir bienes, productos y servicios. Un desplazamiento impredecible del dinero de la parte de ahorros al mercado también tiene resultados inflacionarios.

Las causas inflacionarias anteriores ocurren debido a influencias de un mercado nacional. El mercado internacional también puede estar sujeto a inflación cuando la devaluación de la moneda de una nación en contra de la otra aumenta el precio de compra de los bienes adquiridos en los mercados de la otra nación.

El riesgo de que una estimación se vea afectada severamente por la inflación es mayor cuando el gasto estimado es a largo plazo, y de esta manera exponen los costos estimados a los peores efectos de la inflación.

Cuando se preparan las estimaciones, habrán de considerarse y tomarse en cuenta los efectos de la inflación sobre los costos. Esto se hace en dos formas. Primero, se expresa lo estimado en términos constantes, esto es, en un valor monetario constante que tenga un poder adquisitivo conocido. Una segunda forma de tomar en cuenta los efectos de la inflación en los valores estimados de construcción consiste en anticiparse a la misma y estimar el costo evaluado de secciones de la obra en construcción en el momento en que se programan cronológicamente de manera que incluyan un factor inflacionario.

Índice de Costos

Los índices de los precios de construcción son útiles para muchas cosas. Un economista necesita deflacionar los costos de la construcción para expresarlos en dinero de poder adquisitivo constante, los valuadores y los corredores de seguro los necesitan para preparar estimaciones del costo de reemplazo de los edificios con propósito de seguros y otros, el ingeniero de costos los necesita para adaptar los datos de los costos históricos y geográficos a un lugar y tiempo específicos.

Los índices de precios se dividen básicamente en dos clases.

1. Índices de precios de insumos, que miden los cambios de precio que tienen lugar en los insumos de la construcción, tales como tasas de salarios, precios del material, o costos del equipo.
2. Índices de producción, que miden los cambios de precios en los niveles de producción, tales como el costo del acero estructural por tonelada que paga el consumidor de la construcción.

Los índices de insumo no miden cambios en la productividad, cambios en los métodos de construcción, cambios en las especificaciones técnicas, fluctuaciones en las utilidades de los contratistas, o las presiones normales del mercado. Por tanto, tales índices tienen una tendencia a inflarse en un periodo. La teoría general del empleo de los índices de la construcción establece que deben descontarse de un 2 a un 5% para tomar en cuenta las variaciones en la productividad y otros cambios en la mejora de los costos. Se aplican ajustes adicionales para adaptarse a las condiciones actuales del mercado en lugares particulares.

Los criterios de insumos de los costos de la construcción varían de área en área y de pueblo en pueblo. Obviamente el establecer tasas para cada lugar sería una tarea gigantesca y poco productiva. Para superar este problema, sólo se hacen investigaciones de los costos y precios principales de la construcción. Luego las investigaciones se comparan con un índice ciudadano base común con un valor de 100, y a las áreas individuales se les asignan índices compuestos correspondientes. No todos los costos del trabajo de construcción varían de área en área. Se usa el índice de costo uniforme (ICU) para dividir los subcontratos a los cuales se les aplican los índices.

Se obtienen las estimaciones de los costos en cualquier área utilizando el índice ciudadano básico multiplicándolo por el índice regional. La estimación total será la suma de los costos estimados para

cada división del ICU según se determinan aplicando los índices para los subcontratos principales. Se calcula y se aplica alternativamente un índice compuesto a una estimación total de la construcción.

I.4 Enfoque del Costeo en Base al Ciclo de Vida

Tradicionalmente el enfoque para los costos de la construcción ha sido sólo una de las consideraciones de “primer costo”, esto es, el costo inicial del diseño y construcción del proyecto.

Sin embargo, la idea de que el verdadero costo de una instalación no acaba con la terminación de la construcción ha sido cada vez más evidente para los propietarios. Los costos del propietario y de operación han aumentado sustancialmente en años recientes debido a una escalada en los costos de la mano de obra.

En la figura 3 se puede apreciar la magnitud de los aumentos en los costos para el propietario, además de ver que ignorar los costos de esta magnitud durante las fases del diseño y construcción sería claramente un error. Para nuestro caso el Costo de Energía no se explicita por lo que los Costos Totales de Operación estarán determinados por el Costo de Mantenimiento y el Costo de Operación.

En algunas instalaciones en construcción, los costos de disposición o reinstalación forman parte cada vez más organizativa de los costos del propietario. Tales gastos se consideran como de valor de rescate.

A continuación se describe el costeo del ciclo de vida que trata del estudio de las opciones en el costo inicial, costo de operación y el costo de mantenimiento de los servicios de ingeniería con el fin de seleccionar una solución que presente el costo total mínimo del proyecto o durante el ciclo de vida del sistema.

Los costos que por lo general deben considerarse cuando se lleva a cabo el análisis de los costos del ciclo de vida, en nuestro caso, son los siguientes:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo Inicial} + \text{Costo de Operación} + \text{Costo de Mantenimiento}$$

Costo Inicial: Representa los gastos incurridos para la ejecución de una obra en general, incluyendo el diseño, indemnizaciones y la construcción de una obra determinada.

Costo de Operación: Es lo que al usuario le cuesta hacer uso de un bien o servicio a lo largo de su vida útil.

Costo de Mantenimiento: Refleja todos los gastos incurridos por el responsable de un bien o servicio para lograr que se mantengan en adecuados índices de funcionalidad a lo largo de su vida útil.

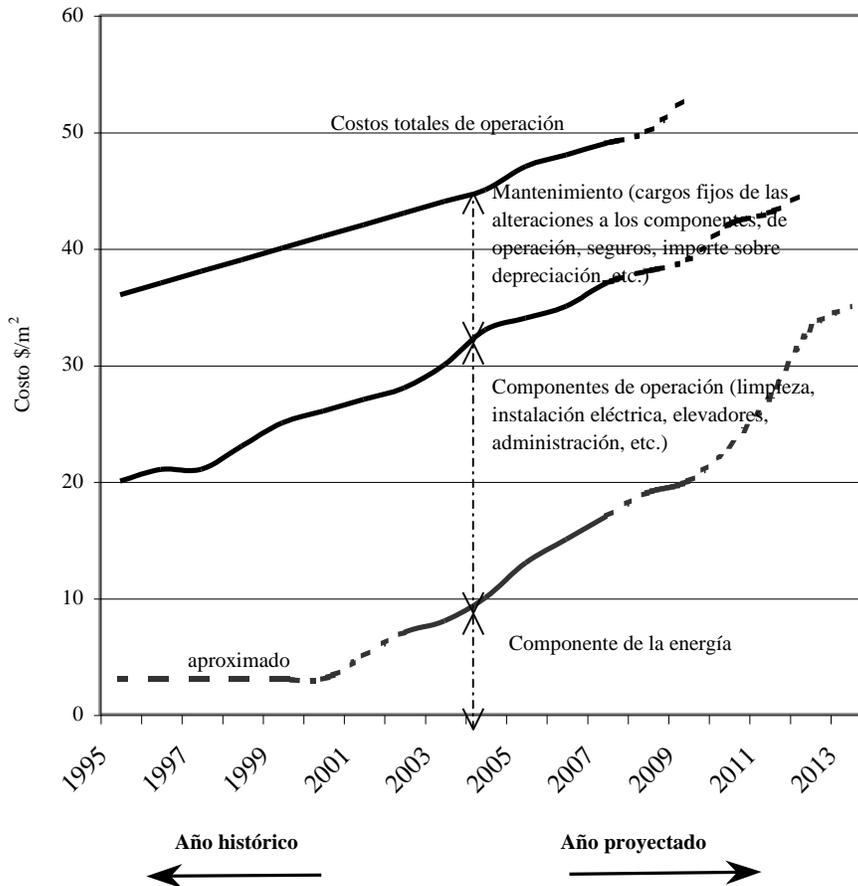


Figura 3 Costos históricos del ciclo de vida