

SOBRE LA ORGANIZACIÓN DEL PROCESO DE TRABAJO DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Gladys Maggi Villarroel / Carlos Angarita

INTRODUCCIÓN

Las notas que se presentan a continuación identifican y analizan los elementos principales que condicionan la organización del proceso de construcción desde sus etapas iniciales. Con ellas perseguimos el objetivo de proporcionar a los interesados en incursionar en el estudio o en la práctica de la construcción, una información básica sobre algunas de las variables que intervienen en la toma de decisiones relativas a la planificación del proceso productivo de las obras. Las referencias son mayoritariamente a las obras de edificaciones. Esto se debe a que este tipo de producto de la industria de la construcción ha sido el objeto de nuestro ejercicio profesional, tanto en la actividad constructiva como en la de investigación.

CONDICIONANTES DE LA ORGANIZACIÓN GENERAL DEL PROCESO DE TRABAJO EN LAS OBRAS

Al inicio de una obra de construcción son imprescindibles una serie de condiciones tales como la existencia de un terreno concreto y la concepción de una idea sobre lo que se desea edificar: su forma, sus dimensiones, su estructura, los materiales con los cuales va a ser construida, etc., todo ello expresado, usualmente, en una documentación formal del proyecto. Sin embargo, existen casos en los cuales la idea puede no estar expresada en documento alguno e irse plasmando a medida que la construcción se desarrolla; o puede estar expresada en un proyecto básico elemental, que permite iniciar los trabajos de obra, e irse elaborando y definiendo en todos sus detalles a medida que avanza el proceso de construcción, como es el caso del proyecto-construcción. Lo habitual en la industria de la construcción es la existencia de un proyecto completamente elaborado antes del inicio de la obra (Hobaica, 1982 y Romero, 1990).

Aunque en los planos, memorias descriptivas, cómputos y especificaciones del proyecto se encuentra definido el objeto a construir, generalmente no está incorporada en el mismo, información referente al cómo ejecutar las diferentes partes de la obra, ni la secuencia de actividades y operaciones a desarrollar, ni el tiempo de ejecución. La definición de todos estos aspectos deberá ser realizada por el agente encargado de la ejecución de la obra: la empresa constructora.

La empresa constructora responsable inicia la programación de la obra a partir del análisis del proyecto y sus especificaciones, la topografía, estructura, dimensiones y localización del terreno, las condiciones de la contratación, plazos de ejecución, formas de financiamiento, cantidades de obras, etc. Todo ello relacionado con las dotaciones de personal técnico y obrero, maquinarias, equipos, las formas de comercialización y distribución de los insumos requeridos y el mercado laboral, entre los aspectos más importantes.

Ya definida la programación inicial, la empresa constructora se provee de todo lo necesario para ello: materiales, componentes, energía, mano de obra, equipos y herramientas. Antes del inicio de la obra propiamente dicha, se levantan en el sitio uno o varios locales provisionales cuyas características dependen de la escala de la obra y su localización. Las instalaciones provisionales pueden variar desde una pequeña caseta con facilidades sanitarias, para el caso de edificaciones ubicadas en centros urbanos, hasta grandes campamentos en obras localizadas distantes de los centros poblados y de servicios, autoabastecidos de energía eléctrica, agua potable y acondicionados para alojar y alimentar a los trabajadores.

El proceso de trabajo adquiere en las obras de construcción infinidad de formas concretas. La organización de cada obra responde a múltiples y variantes factores. Las obras, como producciones localizadas, adquieren en cada caso una organización particular, determinada por la forma que asuman los procesos de trabajo que en ellas han de realizarse.

Los procesos de trabajo de las obras pueden ser agrupados en dos conjuntos:

* Un primer conjunto, denominado genéricamente "acondicionamiento del terreno", que engloba todos los trabajos necesarios para adaptar la forma del terreno a las solicitudes de la obra a implantarse en el mismo. En este sentido, el terreno modificado es un producto parcial previo a la construcción de la edificación propiamente dicha, pero también puede constituir por sí solo el cuerpo o parte principal de la obra o inclusive la totalidad de la obra misma, tal como es el caso de las represas de tierra, terrazas para uso agrícola, lagunas artificiales, etc.

El acondicionamiento del terreno siempre define trabajos de naturaleza similar, independientemente de la forma concreta que éstos adopten y del resultado que se obtenga: terrazas, terraplenes, zanjas, etc. Siempre será necesario deforestar y/o demoler y/o remover todo lo requerido para dejar la superficie en condiciones aptas para iniciar la construcción. Los trabajos que se realizarán luego, siempre serán los de remover tierra de un sitio a otro y para ello habrá que cortar y/o excavar y/o rellenar y compactar. La forma concreta del trabajo estará determinada por las maquinarias y los equipos que se empleen para mover la tierra, cuyo espectro va desde las herramientas más simples (picos, palas, carretillas, piones artesanales, etc.) hasta maquinarias automatizadas (topos de excavación de túneles). Es obvio, las actividades que se realicen dependerán de las modificaciones del terreno necesarias para cada obra en particular. Si la implantación va a ser sobre un terreno urbanizado y plano, y el proyecto no especifica excavaciones mayores, los trabajos serán muy diferentes a los que tendrían lugar si se tratase de un terreno virgen y en pendiente.

Los trabajos de acondicionamiento del terreno pueden ser realizados de diferentes maneras, de acuerdo con el nivel técnico a ser empleado; según sea éste, variará la programación de la ejecución (Angarita, 1990):

- Nivel alto: utilización de maquinarias automáticas, por ejemplo: topos excavadores de túneles.
- Nivel medio: utilización de maquinarias pesadas de alto rendimiento manejadas por operadores, por ejemplo: cargadores, mototrailla, tractores, retroexcavadoras, etc.
- Nivel bajo: utilización de equipos y herramientas menores, por ejemplo: picos, palas, carretillas, piones eléctricos o manuales, etc.

* El segundo conjunto de trabajos tiene que ver directamente con la constitu-

ción del cuerpo principal de la obra; se inician con el vínculo estructural al terreno y culminan con un producto apto para entrar en funcionamiento.

Los productos de la construcción difieren en dimensiones, formas, estructura, materiales, instalaciones, equipamiento, etc. A esta variedad corresponden procesos de trabajo distintos en su naturaleza. Sin embargo, el tipo de producto no define por sí solo la organización que adoptará la obra para construirlo; por ejemplo, encontraremos más afinidades entre la construcción de una vivienda y un puente, si ambos son construidos en concreto armado, que las que puede haber entre esa misma vivienda y otra construida en plástico reforzado o en madera.

Para la organización de la construcción de la obra, debe partirse de los materiales y las técnicas a utilizarse en la ejecución. Esto permitirá definir las diferentes actividades del proceso de producción y su secuencia. Sin embargo existen aspectos particulares que deben ser manejados para la adecuada planificación de las actividades:

a. Es necesario definir el nivel de elaboración y de complejidad de los insumos que llegarán a la obra. Por ejemplo, si se trata de edificaciones con estructura de concreto armado construida en forma tradicional, los insumos que llegan a la obra serán materiales simples: acero, cemento, agregados. En este caso es necesario realizar una serie de transformaciones a los elementos simples: el acero debe ser cortado, doblado y armado para ser incorporado en los elementos estructurales; los materiales que constituyen el concreto deberán ser dosificados y mezclados, previo al vaciado, vibrado y curado de los elementos. Todo esto implica que el sitio de la obra debe estar provisto de talleres y equipos para realizar las diferentes operaciones descritas.

Si se trata igualmente de una edificación de concreto armado, pero construida mediante la técnica de prefabricación, los insumos que llegan a la obra serán elementos más complejos: componentes prefabricados (vigas, columnas, losas). Si analizamos el caso de la estructura prefabricada, las operaciones en la obra se limitarán al ensamblaje de los componentes prefabricados, los cuales han sido elaborados fuera del sitio de la obra.

Obviamente, la organización de los procesos de trabajo estará determinada por el nivel de complejidad de los insumos y mientras más elaborados sean los insumos que llegan a la obra, será menor la cantidad de procesos que se realizan en ella.

b. Aun cuando los insumos que lleguen a la obra tengan el mismo nivel de elaboración, algunos trabajos específicos pueden presentar organizaciones diferentes. En este caso, la organización del trabajo dependerá del nivel técnico involucrado en el proceso. Por ejemplo, el proceso a seguir para la preparación de la mezcla de concreto en sitio será diferente si se realiza mediante proceso manual, mecanizado o automatizado. Cada una de estas opciones planteadas conduce a una organización diferente del proceso de trabajo.

c. La forma como se organiza el proceso de trabajo dentro de la obra, también puede estar condicionada por las características propias de la edificación y por el tipo de empresa. Y en ciertos casos esas características del producto pueden constituirse en una restricción para la participación de ciertas empresas. Por ejemplo, la construcción de edificaciones de gran altura requiere de equipos de izamiento (torres-grúa) de mayor nivel técnico que los requeridos para la ejecución de una edificación de baja altura. Esto constituye una limitación de participación de pequeñas empresas en obras de gran magnitud. Esto también está relacionado directamente con la magnitud del capital manejado, pero esos aspectos no lo vamos a analizar.

La multiplicidad de trabajos exige para la mayoría de las obras una planificación de todo el proceso constructivo, en donde se definen las diferentes fases o partes que la constituyen y la descomposición de cada una en los procesos parciales de trabajo. Se organizan las secuencias y las articulaciones entre ellos, se estiman los tiempos de ejecución y las metas de rendimiento. A partir de lo anterior, la empresa constructora precisa (Angarita, 1990):

- La cantidad, especialización y calificación necesaria en la mano de obra a emplear.
- Las formas de compra, transporte, almacenamiento y flujo de materiales.
- Las maquinarias y equipos más adecuados a las solicitudes planteadas y las opciones más convenientes para obtenerlos: compra, alquiler u otra, y los tiempos de uso en obra.
- Las partes de las obras que serán sub - contratadas y las opciones de empresas a sub-contratistas.

Instrumentos para la planificación, seguimiento y control de obras

La utilización de instrumentos de apoyo para la planificación, seguimiento y control de los procesos constructivos tiene como objetivo fundamental el aumentar la productividad en obra, es decir, poder controlar los aspectos críticos dentro del proceso de construcción, entre los cuales podemos mencionar: secuencia de actividades, tiempo de ejecución, dependencia de unas actividades o procesos con respecto a otros, todo ello basado en la mano de obra y los recursos requeridos. Y por supuesto todo ello se reflejará en el control de los costos de la obra.

La planificación es una herramienta fundamental a la hora de tomar decisiones en la construcción, y por lo tanto, también lo será para la administración de la obra. Ella puede ser definida como la determinación de la metodología que va a utilizarse para el cumplimiento de un objetivo específico. Una buena planificación debe asegurar que cada actividad tenga la oportunidad de ser ejecutada correctamente, en el lugar apropiado y en el momento oportuno. Por ello podemos decir que la planificación tiene como propósito primordial lograr el cumplimiento de un objetivo con la mínima interferencia producida por eventos que pueden retrasar o detener su logro.

Otra función que tiene la planificación es la de servir de base para las actividades de seguimiento y control de obra. El seguimiento corresponde al proceso de obtención de la información sobre cada una de las actividades de la obra para su necesario control. Y el control involucra el proceso de toma de decisiones con base en la información de la situación actual, para actuar sobre el desarrollo de las actividades futuras de la obra.

Podemos mencionar tres niveles en el proceso de planificación (Serpell, 1993):

- Planificación preliminar, de carácter estratégico, cuyo objetivo básico es la determinación de los costos del proyecto y servir de base para la elaboración del contrato de obra.
- Planificación del contrato, de carácter táctico, cuyo objetivo es obtener el plan definitivo para la ejecución de la obra.
- Planificación de operaciones. El objetivo de esta planificación detallada es lograr que para cada operación se utilice la secuencia y el método más económicamente posible, lo cual conduce a desglosar los aspectos vinculados a los recursos (mano de obra, equipos y herramientas, insumos), tiempo de ejecución, posibles interferencias, entre otros.

Para cada uno de estos niveles existen diversas herramientas de trabajo cuya selección estará en función de la magnitud de cada obra en particular. Evidentemente debe tenerse presente que la función de planificación y control debe realizarse de manera activa y continua; para que ella sea efectiva, debe ser entendida como un proceso dinámico entre planificación, ejecución, seguimiento y control y toma de decisiones.

En el control de ejecución de la obra es necesario determinar con precisión tanto el avance de las actividades como el correspondiente a la obra global, de allí que en la planificación de las operaciones se debe tener un conocimiento detallado de los factores que participan en ellas y de los objetivos que se persiguen para cada una.

Entre algunas de las técnicas de planeación conocidas podemos mencionar:

- PERT, Técnicas de Evaluación y Revisión de Rendimiento: se basa en una representación de las actividades requeridas en forma de red, mostrando las relaciones de precedencia que requieren todas las actividades y a cada una de ellas se le asigna el tiempo de ejecución. Este tipo de instrumento fue desarrollado para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes de los procesos.
- CPM, Métodos de Ruta Crítica: constituye un sistema de red más sencilla que la del PERT, y fue desarrollado buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planificación adecuada de las actividades que constituyen el proceso.
- PERT-CPM: Este método utiliza el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para buscar que el producto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible.
- Diagramas de barra: mediante esta representación se visualiza con mayor facilidad las relaciones fijas de tiempo, pero la gráfica no contiene toda la información crítica relativa a los requerimientos de precedencia. El diagrama de barras indica el tiempo más temprano en que puede iniciarse y terminar cada actividad, pero no se indica el tiempo más tarde en que cada actividad puede iniciarse para que su tiempo de término no afecte el inicio de la actividad siguiente.

Una técnica eficiente para realizar el análisis de las diversas operaciones que intervienen en el proceso es a través de la utilización del "diagrama de espina de pescado", mediante el cual es posible identificar los factores que impactan el resultado o la medida de desempeño de su ejecución. Esta medida puede ser establecida en función de diversos parámetros: calidad, productividad, costo y/o duración. Adicionalmente existen herramientas útiles como son las cartas de proceso o los diagramas de flujo, las cuales permiten registrar las diferentes tareas que utilizarán un determinado recurso o los procesos específicos a los cuales estará sometido.

Las etapas de seguimiento y control forman parte de la administración de cualquier proceso constructivo, y fundamentalmente se persiguen dos objetivos: verificar que la ejecución de la obra se esté realizando de acuerdo con lo planificado y tomar las acciones correctivas que permitan superar cualquier deficiencia o realizar los ajustes requeridos por la modificación de las condiciones inicialmente establecidas. Las actividades relacionadas con el seguimiento y control del proceso necesariamente implican una oportuna retroalimentación de la información tanto en cantidad como calidad, de manera que la toma de decisiones produzca la eficiencia y efectividad que se requiere en la obra. La información básica manejada está involucrada con los informes de avance de la obra así como los correspondientes a los costos.

COMENTARIOS FINALES

La organización del proceso de construcción para lograr el objetivo final, la edificación, implica el manejo de un conjunto de factores, operaciones y recursos que deben estar enfocados en lograr su ejecución en el menor tiempo, en la forma más económica posible y con la calidad requerida; éste debería ser el desafío permanente de los profesionales de la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

ANGARITA, Carlos (1990). "La empresa constructora en Venezuela". UCV, Caracas, agosto. Trabajo de Ascenso, Categoría de Asistente.

BENNETT, John (1991). *Construction, Management and Economics*. Volumen 9, No. 2. Editorial E & FN SPON. London, april.

HOBICA, María Elena (1982). "El proyecto y la producción masiva de edificaciones". UCV, Caracas. Trabajo de Ascenso, Categoría Asistente.

MAGGI, Gladys (1998). "Factores que inciden en el proceso de construcción de edificaciones. Estudio comparativo de edificación diseñada con el sistema de estructura metálica apornada (Siema) y con una estructura tradicional de concreto armado". UCV, Caracas, mayo. Documento inédito.

PEURIFOY, R. L. (1985). *Estimating Construction Costs*. McGraw-Hill Civil Engineering Series.

ROMERO MARTÍNEZ, Alonso (1990). *Dibujo de proyectos de obras civiles*. Editorial Innovaciones Tecnológicas. Caracas, noviembre.

SERPELL BLEY, Alfredo (1993). *Administración de operaciones de construcción*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Chile.