

Construcción: Características y propiedades de un sistema^(*)

Por GERARDO SANTANA LARENAS
Ingeniero Civil.

La construcción puede considerarse como un sistema inserto en otro más general que lo condiciona y a su vez está integrado por subsistemas que son los proyectos de construcción. La aplicación de la Teoría de sistemas a la actividad construcción facilita su análisis y el conocimiento del mercado, sus entornos y protagonistas.

1. INTRODUCCION

Al efectuar una mirada retrospectiva de lo que ha sido la evolución de la Sociedad, es fácil constatar el rol que ha desempeñado la Construcción, aportando al desarrollo económico, social y al bienestar de ella. Existe una amplia bibliografía que ilustra lo anterior, en donde se observa que la Construcción ha representado una importante actividad, que ha permitido incrementar el bienestar de las personas, ya sea proporcionando la infraestructura para que éste sea posible o sirviendo como fundamento para el desarrollo de otras áreas productivas.

Esta realidad se puede verificar hoy y con toda seguridad lo será en el futuro, porque el crecimiento de la población está creando nuevas demandas por viviendas y edificios, que a su vez requieren de todo el equipamiento urbanístico asociado. Por otra parte, el desarrollo económico exige las obras de infraestructura necesarias, para el desenvolvimiento de los diferentes sectores productivos, el transporte, las comunicaciones, el comercio, etc.

Aún cuando dentro de los próximos años, en los países más desarrollados, la demanda por obras públicas virtualmente se agote, seguirá estando presente la necesidad de mantener las obras existentes y se irá observando un incremento de las necesidades por infraestructura para la utilización del tiempo libre, del cual el hombre dispondrá en forma creciente, en especial en los países más desarrollados. Esta situación está creando una demanda totalmente diferente a la tradicional en obras públicas, que

si bien en parte, es y será absorbida por el sector privado, a medida que esta situación se consolide, el estado tendrá que desempeñar un rol cada vez más protagonista.

Todo lo anterior permite asegurar, que habrá demanda por los servicios de Construcción, aún cuando no se pueda establecer con precisión su naturaleza y magnitud. Sin embargo probablemente en el futuro, la Construcción se desarrollará dentro de un marco distinto al observado, ya que se han estado produciendo desde fines de la década de los 50, profundos cambios en el sector. Estos cambios se derivan de la creciente complejidad de los proyectos de Construcción, la que se manifiesta en la incorporación de tecnologías avanzadas en sus componentes, en la íntima relación de su quehacer con el medio y entorno en que se desarrolla, la participación de diversas especialidades de la Ingeniería, las grandes organizaciones para su ejecución y el desenvolvimiento en un ambiente de gran incertidumbre, que se refleja en la existencia de inflación, los conflictos de todo tipo y las variaciones del mercado.

Este conjunto de situaciones ha incidido en todos los ámbitos de la Construcción, partiendo de la enseñanza de la Ingeniería Civil, en donde está experimentando cambios en los currículum, mediante la incorporación de materias relativas a la economía, administración de la producción y ciencias empresariales, siendo en algunos casos tanto o más importantes que las materias tradicionales de la Ingeniería Civil. Como ejemplo, se puede citar lo que sucede en algunas Universidades de los EE.UU. e Inglaterra, en donde existen programas académicos orientados a la Dirección y Gestión de la Construc-

(*) Este artículo es continuación del publicado en el número de diciembre pasado, pág. 803-818 «La investigación en ingeniería de construcción».

ción. Esta tendencia probablemente se acentuará en el futuro, dada la evolución que está experimentando el sector.

En cuanto a las empresas constructoras, también están cambiando sus estrategias de desarrollo, tanto internamente como frente al mercado al que debe concurrir. Se observa una tendencia a que las empresas se conviertan más bien en gestores de subcontratistas y grupos altamente especializados, que se organizan para enfrentar un proyecto específico y una vez concluido se reducen a la mínima expresión. Esta modalidad surge como respuesta a un mercado cada vez más competitivo y exigente. También para las grandes compañías de Construcción, desde principios de la pasada década se ha abierto un mercado internacional de obras, especialmente en los países en vías de desarrollo, que presenta características y prácticas diferentes a las de los mercados locales; lo que plantea a las empresas una adaptación a las nuevas condiciones.

En relación a los métodos de producción, se observan cambios que paulatinamente reemplazan a las formas tradicionalmente artesanales, por otras más industrializadas, a través de la prefabricación de piezas y elementos, la incorporación de la automatización en el proceso de Construcción, y en un futuro no lejano, la incorporación de la robótica en tareas específicas.

El medio y entorno dentro del cual se desenvuelve la Construcción, sin duda ha tenido una influencia cada vez más importante, resultando una referencia determinante para el proceso, que se manifiesta en la creciente reglamentación sobre protección del medio ambiente, legislación sobre seguridad y aspectos laborales, reglamentos administrativos, etc.

Teniendo en cuenta el panorama recién expuesto, las formas tradicionales de abordar la construcción no son satisfactorias, razón por la cual se ha venido considerando diferentes alternativas, que conducen a entender la Construcción como parte de un sistema y a la vez un proceso que se da dentro de él. Esta forma de enfrentar la Construcción, genera un marco de referencia que condiciona todo su quehacer y debe tenerse en cuenta a la hora de emprender estudios particulares o sobre un aspecto específico dentro del sector.

2. IMPORTANCIA ECONOMICA Y SOCIAL DE LA CONSTRUCCION

La Construcción sin duda es una actividad importante en los diferentes países, que se refleja concretamente en la formación de capital fijo, la contribución al Producto Interno Bruto (PIB) y la generación de empleo.

En general, se puede decir que alrededor de la mitad de la formación bruta de capital fijo, se encuentra constituida por las obras de Construcción, siendo superior al 50 por 100 en la mayoría de los países en vías de desarrollo.

Respecto al Producto Interno Bruto, se puede citar que en Europa, un estudio para cinco países (Alemania, Bélgica, España, Francia e Italia) indica que en el último quinquenio, la Construcción representó en promedio el 10,3 por 100 del P.I.B. Particularmente en España, ha variado entre un 7,5 por 100 y 8,5 por 100 del PIB.

En los Estados Unidos, en los últimos diez años el PIB ha variado entre un 10 y el 14 por 100. En Japón a fines de los años 80, la Construcción significaba el 24 por 100 del PIB.

Para formarse una idea más amplia de lo que representa la Construcción en el resto del mundo, se puede indicar que en los países en vías de desarrollo, el PIB varía entre 3 y 8 por 100, correspondiendo este último guarismo, a aquellos países con una economía más dinámica y próspera. Concretamente en Chile, en el último quinquenio, el PIB que aporta la Construcción ha variado entre un 4 y 7 por 100.

Del punto de vista social, la Construcción juega un papel muy importante, por la capacidad para generar empleo y la flexibilidad para adaptarse a diferentes condiciones económicas y sociales. Se puede indicar, que un estudio para 16 países desarrollados en la década pasada, indicó que el 7,4 por 100 de la fuerza laboral era ocupada por la Construcción; y el promedio para 12 países de bajos ingresos, indicó que sólo el 3,2 por 100 de la fuerza laboral era empleada por la Construcción.

El mismo estudio citado anteriormente para Europa, señala que en promedio la Construcción ocupa el 8,1 por 100 de la fuerza laboral y particularmente en España, la ocupación ha variado en el último quinquenio entre 8,7 y 10,4 por 100.

En los Estados Unidos, la Construcción ocupa a más del 5 por 100 de la fuerza laboral, en Arabia Saudita el 15 por 100 y en Chile aproximadamente el 5 por 100 de la fuerza de trabajo.

3. EL SISTEMA CONSTRUCCION

Desde mucho tiempo, para entender un problema o situación de terminada, se ha procedido a hacer una división en partes elementales, que seguidamente son estudiadas en forma aislada y a partir de las cuales se intenta explicar el todo al cual pertenecen. Esta forma de abordar los problemas se conoce con el nombre de Método Analítico.

Sin embargo, ante la complejidad de los problemas actuales y magnitud de variables y factores que intervienen, dicho método en varios casos resulta insuficiente, razón por la cual a partir de los años cuarenta, se ha estado imponiendo una modalidad de estudio de casos y problemas, que se conoce como Enfoque Sistemático o Teoría de Sistemas.

Fundamentalmente este Método considera que la explicación de un todo, no puede realizarse por la suma de las propiedades y acciones de sus componentes considerados aisladamente; sino que dicha explicación se logra a través de los componentes, en tanto se conozca el conjunto que forman y las relaciones que existen entre ellos y con el entorno. Este método tiene una fundamentación filosófica y científica ampliamente difundida, cuya exposición no cabe en este trabajo, no obstante para los efectos que interesan, se consideran los siguientes conceptos.

Se entiende por sistema, al conjunto de elementos de cualquier naturaleza, que se encuentran relacionados entre sí e insertos en un medio o entorno en el cual se desenvuelven.

Los sistemas tienen las siguientes propiedades básicas:

- 1.º Las características o comportamiento de cada elemento del sistema, tiene efecto sobre él.
- 2.º Ningún elemento tiene efectos totalmente independientes sobre el sistema y cada elemento se encuentra afectado por al menos otro.

- 3.º Cada posible subgrupo de elementos (subsistema) tienen las dos propiedades recién enunciadas, por lo tanto un sistema no puede subdividirse en subsistemas independientes.

Como consecuencia de estas propiedades, se puede establecer que un sistema tiene alguna propiedad diferente a las de sus subsistemas; por lo cual resulta ser más o menos que la suma de sus partes. Estructuralmente un sistema puede dividirse, pero funcionalmente no, porque dejaría de serlo.

Dado este marco de referencia y confrontando lo que es la Construcción con él, no es difícil deducir que efectivamente puede considerarse como parte de un sistema y a la vez un proceso dentro de él. En efecto, si se considera la figura 1, se puede observar que la Construcción se encuentra inserta en un entorno que es la Sociedad en general, y más concretamente el medio económico y social.

Del mismo modo el sistema Construcción, se encuentra integrado por los proyectos de Construcción; entendiéndose por tal, «al conjunto de actividades de naturaleza material o no, debidamente planificadas, que son realizadas por una organización temporal, cuyos objetivos son materializar una obra de Ingeniería o construcción, para satisfacer necesidades humanas y económicas, dentro de un marco que se sustenta principalmente en la calidad, el costo y el plazo». Dichos proyectos son a su vez un sistema, dentro del cual se da el Proceso de Construcción, figura 2.

El proceso se produce, al transformar una serie de recursos de diversa índole, sobre la base de un diseño determinado, en obras de Ingeniería o Construcción; dentro de un sistema que condiciona todo el proceso.

En el sistema proyecto (Fig. 2) se pueden identificar los elementos básicos o agentes que lo integran, como son los propietarios, las empresas constructoras, los consultores técnicos, los proveedores y suministradores.

Las relaciones que se pueden identificar son numerosas, tanto entre los agentes, como entre los subsistemas que ellos forman, o con el medio o entorno. A modo de ejemplo, se puede citar una relación entorno-agente, las empre-

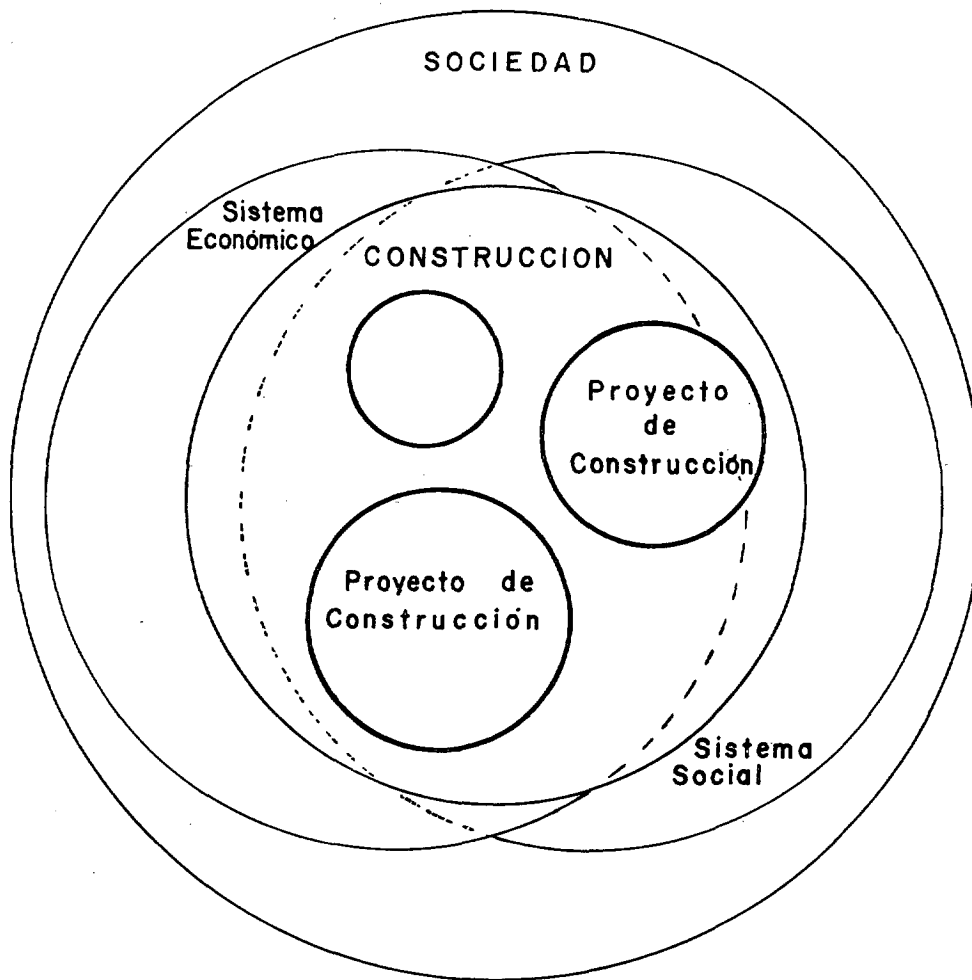


Figura 1.

sas constructoras versus el cumplimiento de normas laborales, de seguridad y medio ambiente. Una relación agente-agente, como es la demanda establecida por los propietarios versus la oferta o propuestas de Contratistas; o la relación dentro del subsistema Propietario-Ingeniería-Contratista y la de dicho subsistema con el medio, en donde se ha dado origen a una modalidad de dirección conocida como «Dirección Integrada de Proyectos de Construcción o Construcción Management».

En consecuencia, se puede establecer que la Construcción es un sistema y más específicamente los proyectos de Construcción.

Los sistemas se clasifican según varios criterios, no obstante para los efectos de este estudio, se considerará que los proyectos de construcción son un sistema abierto y con finalidad;

es decir, están continuamente siendo alimentados con elementos de todo tipo y a su vez entregan los correspondientes, una vez efectuado el proceso respectivo. En cuanto a la finalidad, esta queda explicada en la definición misma del proyecto.

En lo que sigue de este artículo, se abordará en forma específica las características y relaciones más relevantes del sistema y sus agentes.

4. MEDIO O ENTORNO

Del punto de vista sistémico y teniendo en cuenta la jerarquización de los sistemas, la Construcción es un subsistema dentro del medio económico y social, los cuales a su vez lo son del sistema general que es la sociedad, según se

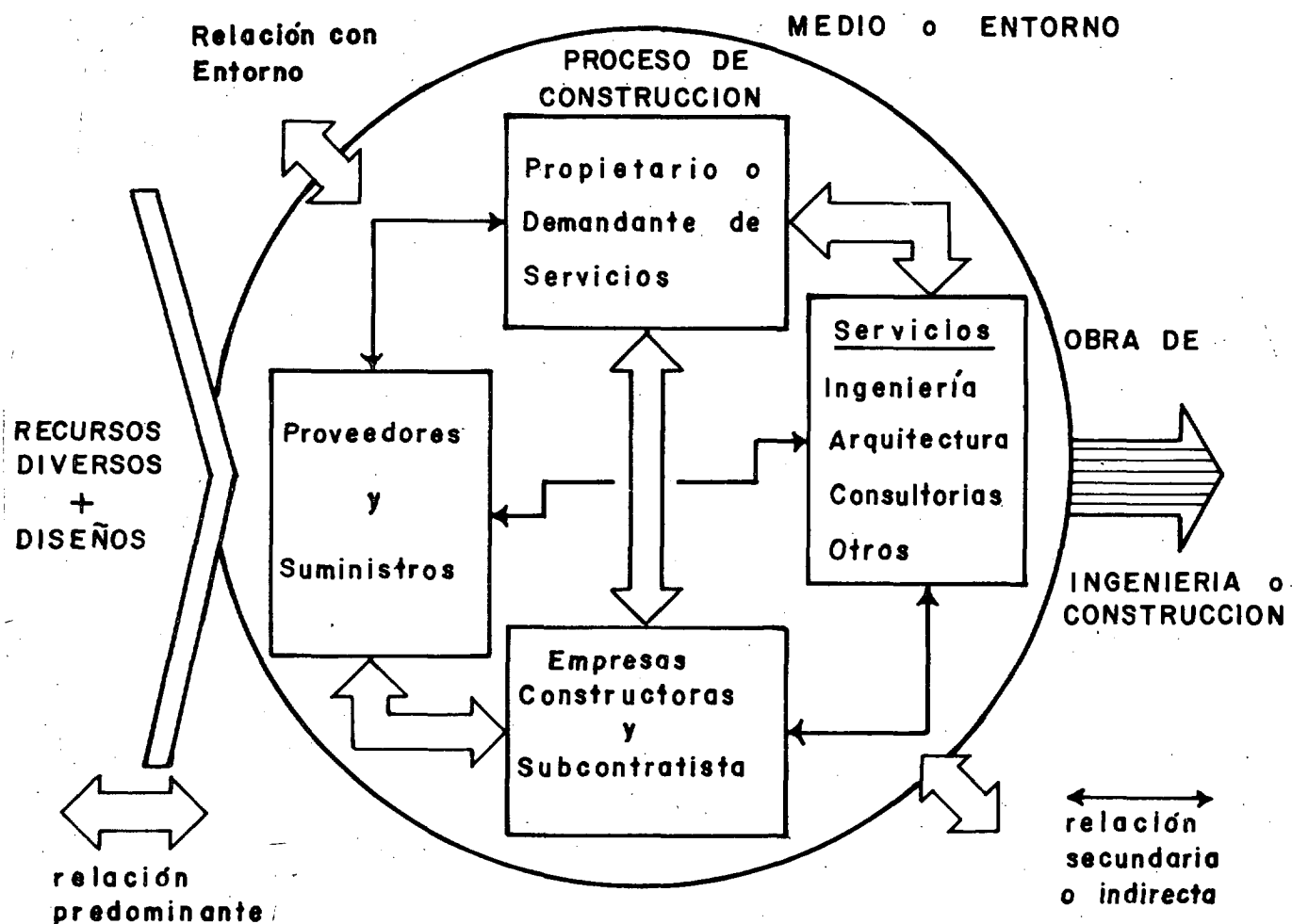


Figura 2.

muestra en la Figura 1; el cual en definitiva impone una serie de condiciones que afectan a los diferentes subsistemas que lo componen y que se manifiestan en los valores, usos y costumbre de la sociedad, que impregnan todo su quehacer. Una demostración de lo anterior, es que un mismo proyecto de Construcción, más allá de las diferentes condiciones materiales que pudieran existir, es distinto realizado en Europa, en Latinoamérica o en el Medio Oriente.

Para los efectos de este estudio, se considera como Medio o Entorno, todo lo que se encuentra fuera del proyecto de Construcción (figura 2), teniendo en cuenta que esta es una definición convencional, que perfectamente puede ser modificada para otros efectos. En consecuencia, el medio o entorno de un proyecto de construcción, estará conformado fundamen-

talmente por el Medio económico y social dentro del cual se lleva a cabo.

Dicho entorno en cuanto a lo económico, se manifiesta principalmente en el mercado; y en lo social, en los usos y prácticas vigentes en la actividad propiamente tal, la legislación, las normas y reglamentos de diversa índole, el medio ambiente, etc.

4.1 El mercado de la construcción

Los propietarios, que pueden ser organismos o empresas públicas y las empresas privadas, demandan servicios que se plasman en proyectos de construcción, o por necesidades de desarrollo o ampliación de sus negocios o actividad. Esta demanda es satisfecha por las empresas constructoras y de ingeniería, que se encuentran capacitadas para realizar dichos proyec-

tos. De esta forma cobra vida el mercado de la Construcción.

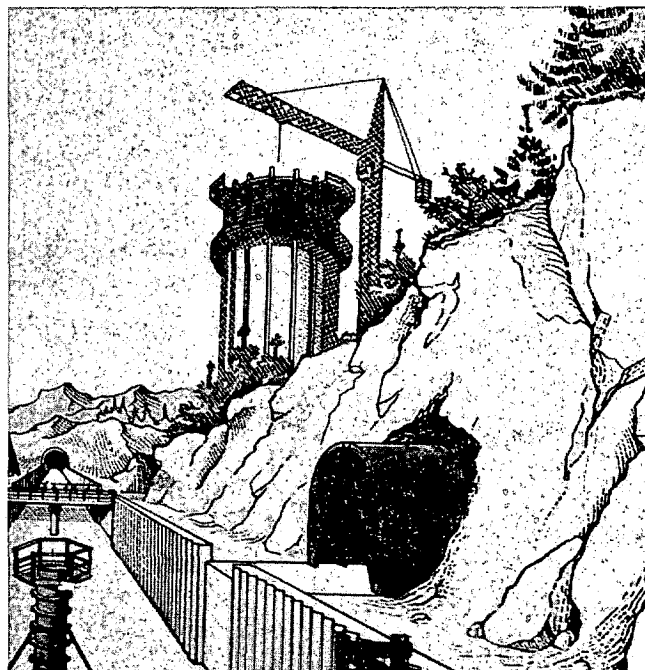
Dicho mercado tiene varias características que afectan al sistema y que a continuación se analizan.

1. La Construcción como actividad tiene dos grandes vertientes, la primera que es motivo de este estudio, corresponde a la estructurada; es decir, la que se lleva a cabo a través del mercado de la Construcción. La segunda es la no estructurada y corresponde a las obras menores que se realizan a nivel de familias, ya sea en la construcción de sus propias viviendas o en la reparación y mejoramiento de las mismas. Esta actividad no estructurada tiene gran importancia social y económica, especialmente en los países más pobres y constituye un factor de demanda significativo, para el sector industrial de los materiales de construcción.

2. Considerando el sector estructurado de la Construcción, los principales demandantes son los organismos gubernamentales, encargados de desarrollar los planes de inversión en infraestructura como por ejemplo el Ministerio de Obras Públicas y las empresas públicas o privadas, que como consecuencia de sus planes de desarrollo, requieren de obras como edificios e instalaciones, necesarias para concretar dichos planes.

De estos demandantes, el principal es el estado en la mayoría de los países, dependiendo del grado de desarrollo de estos y nivel de actividad económica. Así, por ejemplo, en los países en desarrollo, puede llegar al 80 por 100 de la demanda total y en los EE.UU., un dato de 1982 indica que la demanda generada en dicho año por el sector público, alcanzó al 50 por 100 de la demanda total.

3. La demanda global por los servicios de Construcción es cíclica en el tiempo. Esta característica ha sido ampliamente demostrada en los diferentes países, debido a que por una parte la demanda que producen las empresas es esporádica, por otra los presupuestos de inversión de los organismos públicos depende de los presupuestos nacionales que generalmente varían de año en año. De tal forma que, aún cuando la demanda de los organismos públicos sea más estable que el de las empresas, la resultante total presenta un comportamiento cíclico.



4. El nivel de demanda por servicios de construcción tiene significativos efectos sobre otros sectores productivos, principalmente en el de equipos, maquinarias y el de los materiales. De igual modo tiene gran influencia sobre el nivel de empleo del sistema general y los servicios anexos.

5. La demanda de Construcción, se puede separar en edificación y obras públicas e industriales, variando la primera en torno al 70 por 100 de la demanda y la segunda al 30 por 100. Por ejemplo en los EE.UU., en la década pasada, el reparto promedio fue de 73 por 100 y 26 por 100 respectivamente, y en Perú de 64 por 100 y 36 por 100 respectivamente.

6. El mercado de la construcción, especialmente para las grandes compañías, ha dejado de ser puramente local, es así que la demanda por servicios de construcción de los países en desarrollo, está siendo satisfecha por compañías de construcción de los países más desarrollados de Europa, EE.UU. y Japón. Esta circunstancia constituye una referencia importante para la organización y planificación de las empresas constructoras.

4.2 Naturaleza de la Actividad

La construcción en sí tiene un conjunto de características que le son propias y la hacen dife-

rente a otras actividades productivas, como la industria manufacturera. Estas características que son parte del medio y entorno en que se desarrollan los proyectos de construcción, se analizan en comparación con lo que sucede en la producción industrial, en donde se reconocen los grandes avances en innovación tecnológica y productividad, que se han alcanzado en ese sector, progreso que es altamente deseable lograr en la Construcción.

1. Cada proyecto de Construcción es una realidad prácticamente única y con muy pocos elementos repetibles, siendo esto especialmente válido en los grandes proyectos, debido a que se ejecutan en lugares geográficos que cambian, se encuentran acotados en el tiempo, con cantidades de obras o producción limitadas y se ven afectadas por condiciones de todo tipo, que son cambiantes de un proyecto a otro. Estas características dan origen a una forma de producción, distinta a la industrial, que no permite un proceso centralizado de producción, en masa y de unidades estandarizadas; impidiendo por lo tanto obtener las ventajas derivadas de ello.

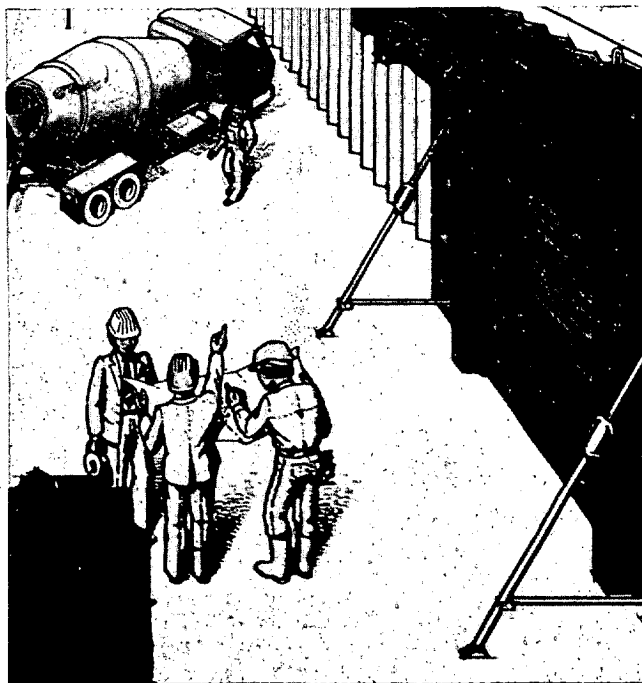
2. Los proyectos de construcción requieren de la actuación simultánea de gran número de personas y organizaciones, en donde no siempre está claramente establecido el orden jerárquico, cuya coordinación y dirección constituye una de las tareas más importantes y difícil de realizar. No sucede así en la industria manufacturera, en donde la conducción del proceso productivo está claramente liderado por la empresa productora.

Por otra parte en los proyectos de construcción, la principal motivación que concita la participación del gran número de personas y empresas, son los beneficios que individualmente esperan obtener y que en la práctica resultan ser puramente monetarios. Esto constituye una gran limitación para la motivación y por ende la productividad en el sector, a diferencia de lo que sucede en la industria manufacturera, en donde además del incentivo monetario, está la estabilidad en el trabajo, las perspectivas de ascenso dentro de la organización, los diferentes estilos de dirección, modalidades de organización, e incentivo como los círculos de calidad, etcétera.

3. Los proyectos de Construcción obligan a una fuerte concentración de recursos de diferente índole, en un reducido espacio y tiempo, lo que resulta ser una importante condicionante para la actividad, ya que se generan necesidades anexas de orden logístico, social, laboral, de seguridad, etc.; que es necesario administrar y gestionar paralelamente al proceso de construcción propiamente tal.

4. El sector construcción no se ha destacado por la utilización de avanzadas tecnologías en su proceso productivo, sino más bien ha estado caracterizado por una fuerte componente artesanal en el proceso. Esta situación ha incidido significativamente en el desarrollo y evolución del sector, siendo uno de los más lentos desarrollo y menor nivel de inversión en investigación. Se agrega a lo anterior la alta fragmentación de la producción, la demanda estacional y la inercia propia del personal ante la innovación; que crean un clima desfavorable para las inversiones a largo plazo, con las cuales está asociada la investigación, por lo tanto la innovación en aspectos técnicos y de gestión es lenta y por debajo del nivel alcanzado en otras áreas productivas.

Se suma a lo anterior, el hecho que las innovaciones en Construcción son difíciles de proteger por medio de patentes. No obstante, la



construcción presenta facilidades intrínsecas para efectuar mejoramientos, ya que se trata de una producción que se da en un medio flexible, exento de las rigideces del sistema de producción industrial.

5. La construcción en cuanto a la ejecución de las actividades, se encuentra fuertemente influenciada por las condiciones climáticas, lo que condiciona su realización y programación, no pudiendo ser en muchos casos, una actividad continua en el tiempo. Esto resulta ser especialmente importante en países con menor desarrollo, en donde no existen los medios para atenuar e incluso eliminar las dificultades derivadas de esta condición, como suele ocurrir en los países más desarrollados.

4.3 Legislación, Normas y Reglamentos, Medio Ambiente

Los elementos que completan el medio o entorno en que se desenvuelven los proyectos de Construcción, pueden agruparse en esta acápite, que recoge aquellos aspectos más generales y que en muchos casos tienen una influencia indirecta sobre los proyectos.

1. La legislación que regula a una comunidad o sociedad tiene una clara influencia sobre los proyectos de construcción, puesto que deben atenerse a ella, en todos aquellos aspectos que dichos proyectos puedan afectarla. Esta situación hace necesario que en la propia etapa de estudio, se conozca el impacto que tendrán los proyectos durante su realización, más allá de los aspectos puramente técnicos.

2. Las normas y reglamentos que establece la administración y otros organismos sobre los diferentes aspectos que atañen a un proyecto, como son los reglamentos y normas laborales, tributarias, de seguridad, calidad, autorizaciones, etc; forman un marco cada vez más restrictivo de acción, cuyo incumplimiento puede tener efectos a veces imprevisibles, en el logro de los objetivos del proyecto.

3. Las normas y regulaciones relativas al Medio Ambiente, son cada vez más importantes y se refieren a los más variados aspectos que involucra un proyecto, que no sólo se circunscriben a la etapa de operación, sino que también a la de Construcción. Tal es el caso del ni-

vel de ruidos, polución producida por el movimiento de tierras y operación de maquinarias, depósito de escombros y excavaciones, depósito de aguas residuales, materiales, etc.

4. Los grandes proyectos, en especial en los países más desarrollados, se encuentran muchas veces afectados por la reacción negativa de parte de la población, vecindario o grupos de interés, que pueden llegar incluso a paralizar un proyecto si no se establece una estrategia para enfrentar estos problemas. Esta situación obliga a desarrollar por ejemplo campañas de opinión pública e información, que generen un clima favorable para su desarrollo, puesto que en general los proyectos son vulnerables, a la infinidad de factores de los cuales dependen.

5. El Sistema Proyecto

Tal como se indicó en el acápite 3, en el sistema proyecto se pueden identificar distintos agentes que intervienen, cuyas características y relaciones determinan el sistema. Estos agentes son el propietario, las empresas constructoras, la Ingeniería y los proveedores y suministradores.

5.1 El Propietario o Demandante de Servicios

Del punto de vista de la construcción, el propietario corresponde al organismo gubernamental cuyo objetivo institucional es llevar a cabo los proyectos de construcción necesarios para el desarrollo; o bien la empresa pública o privada que emprende obras de construcción, como consecuencia de sus necesidades de desarrollo o ampliación de la propia actividad.

En el primer caso tal como ya se ha indicado, los organismos públicos correspondientes generan una importante fracción de la demanda, lo que incide fuertemente en el mercado de la construcción, produciéndose en la práctica un monopolio de demanda, en que los organismos públicos fijan las condiciones y características de las empresas que pueden licitar, reglas de contratación, financiamiento, etc. Resulta por tanto que las empresas constructoras que vienen a satisfacer esta demanda, se encuentran ante un reducido espacio de maniobra empresarial y con reglas del juego prefijadas; quedan

do en la práctica excluida toda posibilidad de negociación.

Los organismos públicos son casi exclusivamente gestores y administradores de contratos, aún cuando ejecutan algunas actividades menores de construcción directamente, en especial en lo relativo a mantención y reparación.

En cuanto a los proyectos llevados a cabo por las empresas, se generan dentro de un conjunto de condiciones diferentes para la construcción, partiendo del hecho que la demanda es esporádica y de naturaleza diversa, aún cuando se encuentra más orientada a la construcción de infraestructura e instalaciones industriales.

De igual modo, la dinámica que se produce entre los agentes que intervienen en el proyecto de construcción es distinta, en comparación a lo que sucede cuando el propietario es un organismo público. En los proyectos con empresas, se produce un ambiente de mayor flexibilidad, que debidamente conducido, redundará en una mayor optimización del proceso de construcción.

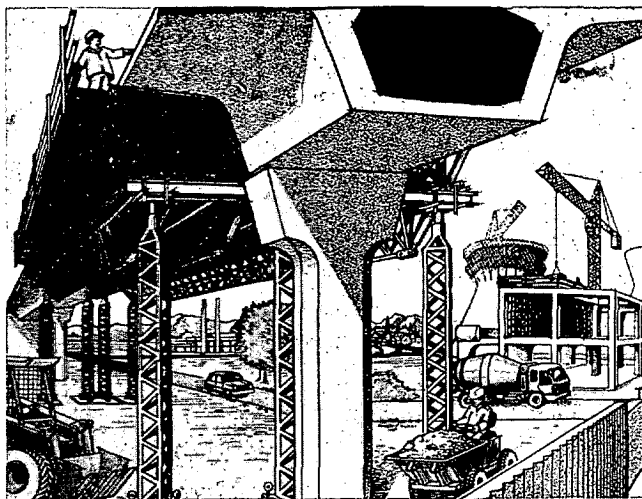
Esta situación precisamente, ha permitido la aplicación de nuevas técnicas de dirección, como la conocida por «Dirección Integrada de Proyectos o Construcción Management».

Cabe tener en cuenta, que un proyecto de construcción abordado por una empresa en particular, también se encuentra inmerso en el sistema empresa, cuyos principales efectos sobre el sistema proyecto se manifiestan a través de la participación del propietario en dicho sistema, según se muestra en la figura 2.

5.2 La Empresa Constructora

Las empresas constructoras constituyen otro importante agente dentro del sistema proyecto. En este grupo se incluyen a todas aquellas empresas que dan servicios de construcción, ya sea como Contratistas Generales o como Subcontratistas. Las siguientes características son importantes de destacar:

1. Las empresas constructoras en el mercado son mucho más en cantidad que el resto de los agentes y especialmente que los demandantes de servicios. A modo de ejemplo considérese el caso norteamericano, en donde existen aproximadamente 800.000 empresas cons-



tructoras, 75.000 empresas de Ingeniería, 100.000 proveedores de materiales y 1.000 suministradoras de equipos. En España tomando en cuenta sólo aquellas con clasificación oficial, existen 4.800 empresas constructoras y 350 de Ingeniería, aproximadamente 7.500 proveedores de materiales y 900 suministradores de equipos. En Alemania Federal existen 56.000 empresas constructoras y en Japón 400.000.

2. Lo anterior genera un mercado de oferta muy competitivo, que no permite a las empresas obtener márgenes de beneficios comparables con los del área industrial, que puedan derivarse a la innovación tecnológica e investigación.

3. La mayoría de las empresas constructoras, requieren para operar bajos niveles de capital invertido, lo que posibilita haya un gran dinamismo en el mercado, en cuanto a empresas que entran y salen de él.

4. Las empresas constructoras para realizar un proyecto, requieren de la concurrencia de gran cantidad de mano de obra y pequeños empresarios con diferentes especialidades, los que una vez concluido el proyecto, en su mayoría son despedidos, conservando sólo en forma permanente, aquellos cuadros técnicos y directivos muy experimentados y de confianza, produciéndose por tanto una gran movilidad de recursos humanos de una empresa a otra.

La tendencia organizacional que se observa, es que las grandes empresas subcontraten cada vez más los diferentes trabajos de que se compone un proyecto, con empresas muy especializadas; reservándose la gestión y dirección

de las obras y procurando el financiamiento necesario para su realización.

En el personal que se desempeña en la construcción, se observa inercia a la hora de innovar, reiterando el uso de aquellos métodos y procedimientos que le han dado resultados en aplicaciones anteriores. Pero por otra parte es creativo y posee un gran ingenio y habilidad para resolver con medios precarios los problemas que se presentan, pero no es sistemático. Un buen ejemplo de lo anterior, se puede observar en los países en vías de desarrollo, donde importantes construcciones se hacen con medios mínimos.

5. Tal como se ha dicho, la demanda generada no es única, sino más bien diversificada, tanto en cantidad como en cualidad; es así que puede requerirse la construcción de viviendas, carreteras, o edificios industriales. Esta situación afecta principalmente a la organización de las empresas constructoras y la planificación de las mismas.

En la práctica, esto significa para las empresas constructoras tener que optar a una parte del mercado de la construcción y en definitiva una reducción del mismo.

5.3 Ingeniería y empresas de Consultoría en general

Dentro de los agentes que intervienen en el proceso de construcción, existen entidades que son fundamentales, aún cuando intervienen más bien de forma indirecta. Tal es el caso de la Ingeniería, Arquitectura, los profesionales especialistas y asesorías técnicas en general, que junto a otros agentes como las empresas intermediarias, inmobiliarias, financieras, etc. cumplen un rol importante en el proceso de construcción.

La Ingeniería y Consultorías en general, tienen una participación protagónica en la Construcción, cuando ambas se desarrollan conjuntamente como sucede en la Dirección Integrada de Proyectos o «Construcción Management»; sin embargo, cualquiera sea la forma de abordar un proyecto, será de gran importancia la Ingeniería durante el proceso de Construcción.

En general las empresas de Ingeniería mantienen una relación más estrecha con el propietario que con las empresas constructoras in-

lucradas en el proyecto, existiendo con estas últimas, una relación estrictamente técnica y muchas veces indirecta.

Cabe mencionar, el papel que les corresponde dentro de la construcción, a las Universidades e instituciones de enseñanza, el que si bien es indirecto, cobra importancia en el largo plazo, fundamentalmente en el aporte de profesionales que se desempeñan en el sector y la investigación de los problemas que interesan a la construcción.

5.4 Proveedores y Suministradores

Estas empresas, agentes también del sistema Proyecto, corresponden a los Proveedores de materiales y Suministradores de Equipos y Maquinarias. Son importantes durante el proceso de Construcción y también en la etapa de diseño, ya que son promotores de nuevos productos y a la vez determinan varios aspectos del diseño, especialmente en relación a los materiales. Son características relevantes las siguientes:

1. Su nivel de actividad se encuentra fuertemente condicionado por el de la construcción.
2. La demanda efectiva para estos agentes, se produce a través de las empresas constructoras, en consecuencia su principal relación dentro del sistema, se establece con ellas.
3. Constituyen un elemento de innovación para la construcción, debido a que su propia evolución y progreso, es traspasado a la construcción, por medio de la oferta de nuevos materiales y equipos, que se traducen en progresos para el sector.

6. CONCLUSIONES

El presente artículo demuestra que la Construcción puede considerarse como un sistema que se encuentra inserto en uno más general que lo condiciona, y a su vez está integrado por subsistemas que son los proyectos de construcción. Dichos proyectos son en sí mismos un sistema, en el cual interactúan diferentes agentes que aportan sus propias peculiaridades y condicionan las relaciones entre ellos y con el entorno.

Los propietarios, las Empresas Constructoras, la Ingeniería y los Proveedores y Suministradores, se funden en el proceso de Construcción, mediante el cual se transforman recursos de diversos tipos, sobre la base de un diseño preestablecido, en obras o proyectos de Ingeniería o Construcción.

Esta forma de plantearse la Construcción, posibilita situar un problema particular dentro de contexto y por lo tanto su estudio y solución, responderá mejor a la compleja realidad que envuelve el desarrollo de la Construcción.

Finalmente, este planteamiento presenta un camino factible, para la búsqueda de un modelo o formulación teórica, que explique globalmente el comportamiento de la Construcción.

REFERENCIAS

1. ASOCIACION ESPAÑOLA DE EMPRESAS CONSTRUCTORA DE AMBITO NACIONAL (SEOPAN): «Informes Anuales 1985», 1986, pág. 22-23.
2. AZOLA & MINONDO P.: Historia de las Obras Públicas Españolas». Ediciones Turner, 1975.
3. BANCO CENTRAL DE CHILE: «Boletín Mensual. Estadística Económicas», n.º 703. Septiembre 1986, págs. 2340-2433.
4. BANCO DE ESPAÑA: «Informe anual apéndice estadístico», 1985, págs. 22 y 209.
5. BANCO MUNDIAL: «La Industria de la Construcción». Editorial Tecnos, 1985.
6. COMMITTEE ON HISTORY AND HERITAGE, ASCE.: «The Civil Engineer his origins», 1970.
7. DE HEREDIA R.: «Dirección Integrada de Proyectos». Edit. Alianza. Universidad Textos, 1985.
8. GARCIA-VILLALBA G. J.: «Estudio Comparativo de la Estructura Financiera de Empresa Constructora en España y otros países de las Comunidades Europeas». Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, 1987.
9. HALTEN HOFF C. E.: «Educating Professional Construction Managers», Journal of the Construction Division, ASCE. Vol. 112, n.º 2, Junio 1986, págs. 153-162.
10. LINDON C. J.: «La Teoría del Ciclo aplicada a la

- Construcción de Viviendas en España en el Período 1939-79». Revista de Obras Públicas España. Febrero 1979, págs. 115-127.
11. OLIVER L.: «Entrevista al Ministro de Obras Públicas de Bélgica». Revista Cauce 2000, n.º 20, septiembre-octubre 1986, págs. 40-44.
12. PAULSON C. B. and AKI T.: «Construction Management in Japan», Journal of Construction Division, ASCE, vol. 106, n.º C03, septiembre 1980, páginas 281-296.
13. SANTANA G.: «La Investigación en Ingeniería de Construcción». Revista de Obras Públicas España, n.º 3264, 1987, págs. 803-818.
14. TUMAN, J. Jr.: «Technological Revolution in International Project Management», IABSE periodic Journal J-22/84. Enero 1984, págs. 1-16.
15. WARSZAWSKI A. and SANGREY D.: «Robotics in Building Constructions». Journal of Construction Engineering and Management, vol. 111, n.º 3, septiembre 1985, págs. 260-280.
16. WARSZAWSKI A.: «Construction Management Program». Journal of the Construction Division, ASCE. vol 110, n.º 3. Septiembre 1984, págs. 297-310.
17. WONG TH. and LOGGHER R.: «Constructors in Cyclical Economic Environments». Journal of Construction Engineering, ASCE. vol. 112, n.º 3, septiembre 1986, págs. 310-325.

Gerardo Santana Larenas



Ingeniero Civil (1976) por la Universidad Católica de Chile. Profesor de la Universidad de La Serena (Chile). Autor de los libros «Introducción a la programación y control de obras de construcción» (Chile, 1986) y «Planificación y control de las obras de construcción» (Editorial Paraninfo, España, 1987). Ha trabajado como Ingeniero de Proyecto y Jefe del Área de Ingeniería Civil en empresas de Consultoría y de Construcción, así como Consultor Independiente y empresario de la construcción. En la actualidad realiza estudios de Doctorado en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, C. y P. de la Universidad Politécnica de Madrid.