

## CONSTRUCTABILIDAD EN PEQUEÑOS PROYECTOS INMOBILIARIOS

Ing. Pablo Orihuela A. y Arq. Jorge Orihuela A.

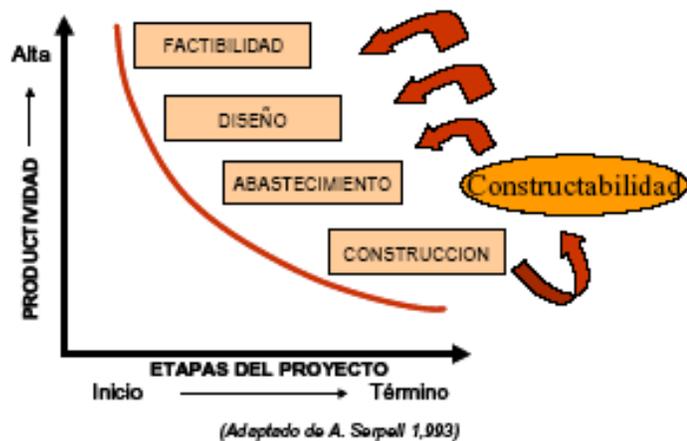
Motiva S.A.

### EL CONCEPTO DE CONSTRUCTABILIDAD

La constructabilidad es una práctica muy eficiente para lograr mejoramientos en la gestión de proyectos de construcción. Esta práctica captura los conocimientos operacionales, no sólo para aplicarlos en la etapa de la construcción, sino sobre todo para aprovecharlas en etapas más tempranas y de niveles estratégicos como las de planificación y de diseño.

Esta práctica, que puede ser convertida a metodología, en inglés se conoce como “Constructability” y también se encuentra en la bibliografía como “Constructibility”, términos que han sido traducidos igualmente al español como “Constructabilidad” (V. Guio 1,997) o como “Constructibilidad” (A. Serpell 1,993). En este artículo usaremos la primera de estas denominaciones.

En 1,986 el Construction Industry Institute (C.I.I), definió la Constructabilidad como: “El uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción en la planificación, en el diseño, en las adquisiciones y en el manejo de las operaciones de construcción”.



### APLICACIÓN DE LA CONSTRUCTABILIDAD

En proyectos de construcción que se realizan por licitación o por concurso, generalmente el constructor recibe los planos de ingeniería de detalle y todas las especificaciones técnicas pertinentes, el postor realiza los metrados y sus presupuestos, una vez ganada la obra, entregado el terreno y con el personal ya movilizado, la puesta en práctica de la constructabilidad se ve limitada a optimizar algunos procesos constructivos concernientes a esta etapa.

Es frecuente ver en las casetas de obra los ploteos del Primavera o del Microsoft Project, con planificaciones muy detalladas de recursos y tiempos, pero tendríamos que preguntarnos ¿Cuánto se ha participado al personal de obra de estos cuadros de programación, es decir, ha habido alguna coordinación o retroalimentación de los maestros de obra, los capataces, los jefes de grupo o muchas veces el mismo residente? Lean Construction denomina a esto la teoría del Último Planificador (“Last Planner™”), que si bien es imprescindible para hacer programaciones a corto plazo (“Look Ahead Planning”), es también parte del conocimiento práctico que puede ser llevado a la etapa de planificación. Esto con el fin de que aquello que está ploteado y que es lo que **Queremos Hacer** coincida con lo que realmente en el campo **Podemos Hacer** (Ballard, 2000). ¿No será que estas decisiones tan importantes han sido tomadas solamente por la gente de la oficina?

Igualmente, la posibilidad de que los planos de Arquitectura o los de Estructuras consideren la influencia de algunos aspectos operativos, es de suma importancia para que la obra sea más “construible” ¿No será que el arquitecto diseñó sus espacios y sus ambientes sin previa coordinación con el ingeniero estructural?, sabemos que es muy frecuente que estas especialidades se desarrollen en forma secuencial e independiente una de otra y suele ocurrir que al ingeniero estructural no se le comunique de ciertos detalles sobre los procesos operativos que se utilizarán en obra; muchas veces se pueden encontrar planos originales en los que se especifica un aligerado típico y sin embargo la obra se está construyendo con viguetas prefabricadas; o también en los planos originales figura el cálculo con fierro convencional pero en la obra se usan soluciones equivalentes como mallas o columnas electrosoldadas, por lo cual manejamos planos paralelos. ¿Tan tardías tienen que ser las decisiones de abastecimiento y de elección de proveedores, que estas no pueden ser planificadas? o será que no ponemos en práctica el concepto de Constructabilidad.

Las más grandes oportunidades de mejorar la productividad de una obra, no se dan durante la etapa de construcción, es un primer paradigma que hay que romper; estas oportunidades se dan mucho antes, en la etapa de diseño, en la etapa de planificación y más importante aún en las etapas de anteproyecto y factibilidad.

Actualmente, con el auge del programa MIVIVIENDA, se vienen construyendo una gran cantidad de edificios pequeños y medianos dentro del casco consolidado de la ciudad, donde generalmente no hay disponibilidad de grandes terrenos lo cual no impide aplicar el concepto de constructabilidad. A continuación, ampliaremos estos conceptos para cada una de las etapas del desarrollo de un proyecto y nos referiremos especialmente a **pequeños y medianos proyectos inmobiliarios de vivienda**.

## CONSTRUCTABILIDAD DESDE LA FACTIBILIDAD

Luego de elegir el mercado meta al que queremos dirigirnos y haber diseñado nuestras estrategias de mercado, nos queda la búsqueda del terreno y la elección del producto que lanzaremos al mercado. Para esto es imprescindible hacer la evaluación costo-beneficio para cada uno de los terrenos que podríamos adquirir. Es en esta etapa donde ya se pueden incorporar con mucho beneficio los conceptos de Constructabilidad.

En esta evaluación de factibilidad de alternativas, el análisis de la rentabilidad es de suma importancia para la empresa, en este sentido es muy importante tomar las decisiones en función de los indicadores dinámicos basados en la TIR y el VAN, en vez de hacerlo en función únicamente a los típicos indicadores estáticos, los cuales no consideran el costo del dinero a través del tiempo.

Sabemos que la herramienta fundamental en una evaluación de factibilidad financiera es el flujo de caja y que el mayor beneficio que ésta nos brinda es sensibilizamos la rentabilidad con diferentes variables y escenarios. La experiencia en estas evaluaciones nos dice que las variables de mayor incidencia frecuentemente son el precio, la velocidad de ventas, el plazo de obra y el costo de construcción.

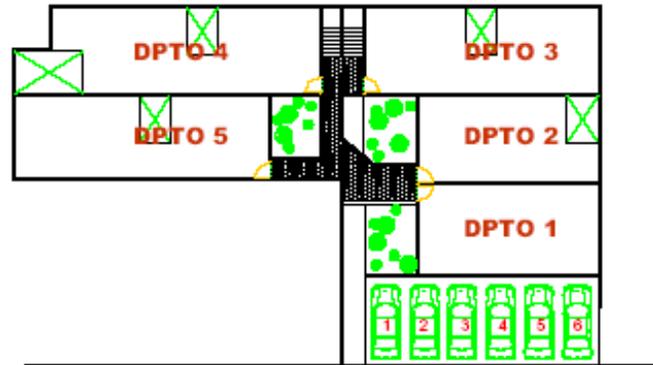
La velocidad de ventas depende en gran medida del precio y a su vez el precio del costo de construcción; por otro lado el periodo de duración de todo el proyecto inmobiliario y por ende la rotación del capital, dependen también del plazo de obra. Finalmente el plazo de obra y el costo de construcción, dependen del manejo y de los sistemas constructivos a emplearse.

Si optamos, por ejemplo, por usar muros de concreto vaciados en sitio en vez de albañilería confinada, nuestros flujos de caja van a tener una configuración muy diferente; los plazos de ejecución serán menores, consecuentemente el horizonte del flujo de caja tendrá menos periodos, el cronograma de gastos arrojará una inversión mucho más rápida, los montos de gasto por periodo serán mayores, los principales proveedores serán distintos, los gastos generales tendrán un menor impacto, quizás habrá una inversión inicial mucho mayor, etc. Todo esto movilizará los flujos de caja de forma muy diferente y por ende la TIR y el VAN nos darán valores que cambiarán nuestras decisiones sobre la factibilidad.

A continuación presentamos un caso en el cual la puesta en práctica de la constructabilidad cambia una decisión de factibilidad y de diseño:

Se tenía un terreno de 565 m<sup>2</sup> de geometría irregular en el distrito de Pueblo Libre, en el cual el inversionista había decidido construir un pequeño edificio de 25

departamentos dentro del programa de MIVIVIENDA, el proyecto contemplaba 5 pisos y 4 departamentos de 60 m2 por planta.

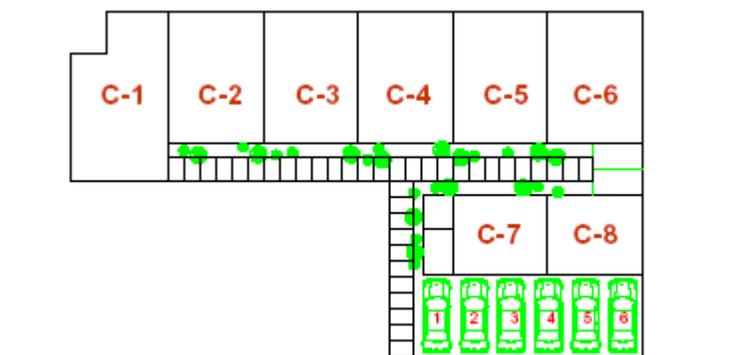


Cortesia de Inversiones MISHA S.A.

La forma irregular de este terreno generaba un edificio con unos departamentos muy diferentes unos de otros lo cual hacía muy difícil desarrollar una programación rítmica, herramienta muy poderosa para conseguir una alta productividad.

El inversionista ya tenía una idea global del costo de la obra y tenía planeado una estructura del financiamiento que consideraba un 45% de aporte propio y un 55% de apalancamiento bancario.

La propuesta fue plantear un pequeño grupo de 8 casitas que por ser idénticas unas de otras nos permitían desarrollar un perfecto tren de producción con un ritmo de 3 días por fase, esto permitiría terminar el casco tarrajado en solo 36 días.



Bajo estas condiciones, la inversión era mucho menor por lo que la estructura de financiamiento ya no requería apalancamiento bancario, si bien la utilidad era inferior, el margen era casi similar, pero sin embargo la TIR era mucho mayor.

Con este ejemplo podemos ver que el uso del conocimiento y la experiencia de construcción nos permiten tomar las mejores decisiones para las etapas de factibilidad y diseño.

La obra actualmente está en la etapa de acabados, la gestión de ventas ha sido mínima y se tiene una pre-venta total; debido a la ausencia de oferta de casas, la demanda es tan atractiva que se ha podido escoger a clientes que estén dispuestos a comprar al contado. Gracias a ello, no habrá que tramitar créditos hipotecarios y el Cash Flow será incluso mejor de lo previsto.

Con esta alternativa se rompe otro paradigma de algunos inmobiliarios y constructores, la premisa de conseguir rentabilidad en función a agotar el máximo coeficiente de edificabilidad del terreno. Esta no es siempre una regla, la sensación del lado del inversor de “desperdiciar” terreno puede ser equivocada si comparamos la constructabilidad que ofrecen 8 casas iguales e independientes contra la constructibilidad de 20 unidades diferentes y con inicios dependientes, con mayor razón si esto además viene acompañado con un efecto de mayor rentabilidad y de mayor rotación de capital.

Además desde el punto de vista de mercado, estamos ofreciendo la oferta que la demanda quiere y no encuentra; y desde el punto de vista urbanista, no sobrecargamos las densidades habitacionales, ni saturamos las líneas de vida que dentro del casco consolidado están muchas veces ya sobrecargadas.

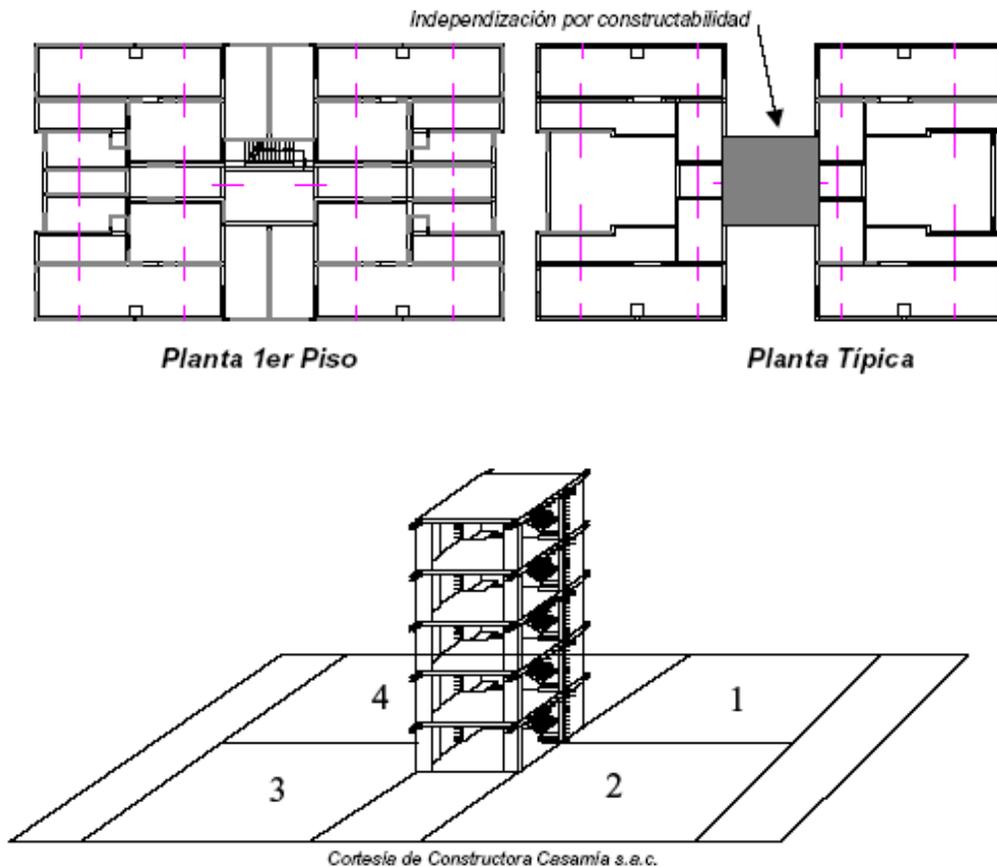
## **CONSTRUCTABILIDAD EN EL DISEÑO**

Cuando ya tenemos la factibilidad y el tipo de producto que vamos a ofrecer al mercado, entramos a la etapa del desarrollo del proyecto, aplicar la Constructabilidad en esta etapa implica traer toda la información y los conocimientos de la construcción antes de desarrollar la ingeniería de detalle, para esto es muy importante trabajar sobre el anteproyecto arquitectónico.

Para una mejor comprensión, presentaremos un caso, en el cual se trabajó sobre un proyecto ya concluido, donde se podrá apreciar claramente como el enfoque de constructabilidad nos modifica los planos estructurales, permitiéndonos tener una serie de beneficios y ganar mucha productividad en la etapa de la construcción de la obra.

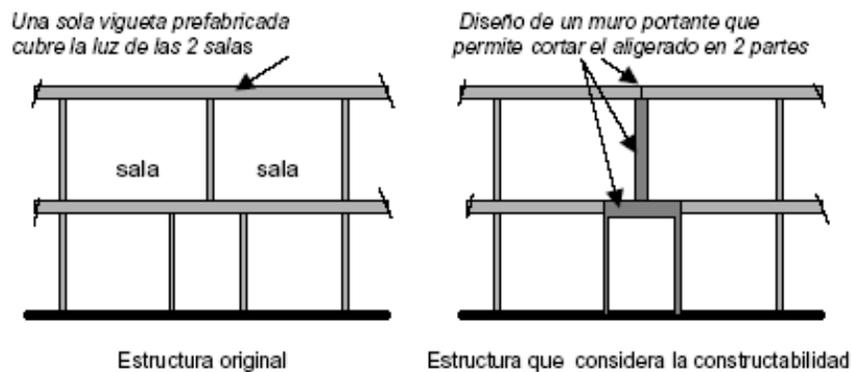
Se trata de un proyecto para MIVIVIENDA, el edificio a construirse es de 5 pisos y contempla una planta típica de 4 departamentos por piso. El arquitecto al diseñar estos departamentos pensó en la modulación, tal como lo planteaba era perfecta para aplicar una programación rítmica. Sin embargo, el ingeniero estructural inicialmente no conocía de esta inquietud, quizás porque se pensó que al tener la arquitectura definida no era necesaria ninguna coordinación adicional. Si bien el diseño arquitectónico era totalmente modular en áreas y en distribución, el diseño estructural impedía que la construcción se lleve a cabo con las ventajas de esta modulación.

Al analizar la constructabilidad del edificio se pudo observar que para programar la obra con 4 frentes iguales se hubiera requerido que la caja de escalera sea independiente. El cálculo estructural no lo había contemplado así, la estructura de la caja era monolítica con los departamentos.



El conocimiento y el convencimiento de las ventajas de la constructabilidad hizo que se coordinara con el ingeniero estructural para que rediseñara la estructura de tal forma de poder construir primero la caja de escaleras y luego efectuar la construcción de los departamentos en 4 frentes idénticos de trabajo. Esto implicó reforzar dicha caja de escaleras con unas pequeñas placas que trabajarían temporalmente mientras ésta se encuentre aislada del resto de la estructura, de esta forma la torre de escaleras nos serviría para mejorar tremendamente los flujos de abastecimiento en los trabajos de los pisos superiores.

Asimismo, el diseño estructural contemplaba un aligerado con viguetas prefabricadas que cubrían las dos salas de los dos departamentos contiguos, por lo cual era imposible cortar el aligerado para programar rítmicamente la obra en 4 frentes por planta, esto también implicó el rediseño de una losa maciza en el pasadizo del primer piso, para convertir a portante el muro central que separa las dos salas y poder así cortar el aligerado para formar los frentes de trabajo planificados.



Este ejemplo pretende ilustrar cómo en este caso las directivas de las necesidades constructivas nos cambian el diseño estructural.

Dirigir y coordinar el desarrollo de los proyectistas de las diferentes especialidades, focalizando los esfuerzos para conseguir una mejor constructabilidad de la obra, nos dará muchas oportunidades de lograr una mejor productividad y rentabilidad en nuestra gestión.

## CONSTRUCTABILIDAD EN EL ABASTECIMIENTO

Cada vez el mercado ofrece más variedad de productos y sistemas constructivos; sin embargo, muchas veces elegimos a nuestros proveedores por la simple moda, por el simple hecho de haber trabajado anteriormente con ellos, o

fundamentalmente porque nos ofrecen el menor precio, olvidándonos muchas veces de la elección por el criterio de constructabilidad.

Por ejemplo, si elegimos un tipo y marca de ladrillo, habría que considerar diferentes factores, tales como el consumo de cemento por m<sup>2</sup> de muro, la influencia de superficies más uniformes que nos permiten adelgazar los tarrajeos, la facilidad o dificultad en el transporte, la adherencia con el mortero, el porcentaje de absorción de agua, la necesidad de pañeteo previo, la facilidad o dificultad para el corte, la facilidad para empotrar las tuberías, la generación de desperdicios, la eliminación de algunas actividades a la hora de su colocación, etc.



Si tenemos que elegir un determinado tipo de encofrado, deberíamos disponer de un cuadro comparativo que considere factores como pesos por m<sup>2</sup>, necesidad de desmoldantes especiales, facilidad para los engrampes, necesidad de grúas, costos adicionales por aditamentos no previstos en el costo de alquiler, disponibilidad de dispositivos de ayuda, etc.



Cortesía de Inmobiliaria Cruz de Sur S.A.

Elegir marcas, suministros, subcontratistas, compras o alquileres por el menor precio es una costumbre bastante arraigada en nuestro medio que debemos desterrar, esta práctica generalmente a la larga nos conduce a lo contrario.

## CONSTRUCTABILIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Una vez en la etapa de obra, es decir cuando ya estamos en el campo, es aplicable también el concepto de Constructabilidad, tratando de hacer el mejor uso de los recursos para lograr una mayor eficacia en las operaciones de construcción. Para ello, es necesario proponer soluciones creativas y plantear métodos innovadores.

A continuación se mencionan algunos aspectos importantes a tomar en consideración en esta etapa:

- En ningún momento debemos perder de vista la Productividad Global, ya que muchas veces podemos estar mejorando procesos aislados que no necesariamente se reflejan en una mejora integral. Para mejoras reales de productividad primero debemos identificar las restricciones y luego recién proceder a mejorar la Productividad Local (Teoría de Goldratt).
- Una de las formas más eficientes de visualizar en el campo las restricciones es aplicando la programación rítmica y el dimensionamiento de pequeños lotes de producción.
- Para resolver las restricciones es recomendable usar los estudios de tiempos y movimientos (Teoría de Taylor).
- Para la implantación de las mejoras es muy importante considerar la participación de los “Últimos Planificadores” y además tener presente que el cambio implica el entendimiento del comportamiento humano.
- Una vez levantada la restricción de una determinada partida y lograda la mejora de la Productividad Global, habrá que buscar la nueva restricción e iniciar el ciclo de la mejora continua.

Creemos que la programación de obra de pequeños proyectos es generalmente más difícil que la de grandes obras. Es importante tener en cuenta que la teoría de la Producción Sin Pérdidas (Lean Production), recomienda el diseño de lotes pequeños de producción, ya que cuando más fraccionada se pueda tener una obra, más eficiente será su planificación y su control.

Trabajar lotes pequeños implica también romper algunos paradigmas constructivos, como el cambio de cuadrillas típicas conformándolas de acuerdo a las dimensiones de dichos lotes o frentes; el uso de nuevas herramientas y equipos, lo cual no sólo requiere de la compra de las mismas sino fundamentalmente de la estrategia de implantación de uso por el personal obrero.

Algo muy importante es también desterrar el paradigma que la mano de obra barata se consigue pagando menos a la gente, cuando realmente es todo lo contrario; compartir no significa ganar menos, significa lograr un involucramiento con los obreros, quienes responderán día a día con su trabajo. La única forma de bajar el costo de la mano de obra es obteniendo altos rendimientos lo cual no se logra sino se comparte beneficios. Hay que tener en cuenta además que no se debe dejar la responsabilidad de estos altos rendimientos solamente a los obreros, ésta es una tarea de responsabilidad compartida.

Finalmente, para aplicar estos conceptos es importante romper el paradigma de que esto es viable solamente para grandes obras.

Dirigir un proyecto pequeño, en el cual las condiciones de temporalidad, de alta movilidad y de ciclicidad son muy marcadas, no debe implicar una limitación en la incorporación del uso de estas herramientas de gestión, ya que con su puesta en práctica obtendremos razones de costo / beneficio muy alentadoras.

## CONCLUSIONES

La aplicación de la constructabilidad permite mejorar eficientemente la productividad en la construcción y la gestión de proyectos de construcción. En el presente artículo se han expuesto ejemplos reales que facilitan la comprensión de su aplicación en las distintas etapas de un proyecto de construcción. Es importante resaltar que, como se ha mencionado, la constructabilidad tiene un mayor impacto sobre el proyecto si se realiza en etapas tempranas del mismo.

Finalmente, podemos mencionar que la constructabilidad no es un concepto aislado y que para aplicarla de manera eficiente se deben tener en cuenta otros conceptos de gestión como la Teoría de Goldratt, la Teoría de Taylor y conceptos relacionados a Lean Construction.

## REFERENCIAS

Ghio, V. (1997). Guía para la innovación tecnológica en la construcción. Santiago: Editorial Universidad Católica de Chile.

Serpell, A. (1993). Administración de obras de construcción. Santiago de Chile: Ediciones de la Universidad Católica de Chile.

University of Texas at Austin. Construction Industry Institute. Constructability Task Force. (1986). Constructability: A Primer. Institute, University of Texas at Austin.

Ballard, H. G. (2000). The last planner system of production control (Doctoral dissertation, University of Birmingham).