

RECIBIDO:12.2.2013

ACEPTADO: 15.01.2014

**PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA
CONSTRUCTABILIDAD EN LA ETAPA DE DISEÑO PRELIMINAR DE
UNA EMPRESA PROMOTORA DE VIVIENDAS.**

**PROCEDURE FOR CONSTRUCTABILITY IMPLEMENTATION IN THE
PRELIMINARY DESIGN PHASE AT A HOUSING PROMOTION
ENTERPRISE**

**PROCEDURA PER IMPLEMENTARE LA CONSTRUCTABILITY NELLA
TAPPA DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI UN IMPRESA EDILIZIA**

Zulay Giménez Palavicini*

zulaygimenez@ucla.edu.ve

Carlos Suárez Isea**

cjsuarez@cantv.net

*Arquitecto (1998), Universidad de Los Andes, Mérida.
Maestría en Gerencia de la Construcción. (2007).
Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. (UCLA).
Barquisimeto.



**Ingeniero Mecánico (1974), Universidad de Carabobo, Valencia
Master of Science in Engineering, (1983), Construction Management
Program, University of California, Berkeley
Ingeniero Civil (1985), Universidad de Carabobo, Valencia
Diplomado en Dirección y Gestión de Empresas, (2011),
Universidad Alberto Hurtado, Chile.



Resumen

La constructabilidad es un programa de mejoramiento continuo, que introduce la experiencia constructiva en etapas previas del proyecto. La implantación de la constructabilidad en una empresa promotora de viviendas en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela se inició con un diagnóstico inicial, con la identificación de áreas de oportunidad y con la selección de un proyecto piloto: una obra en ejecución de su primera etapa, y una segunda etapa en planificación. La incorporación de los conceptos de constructabilidad en este proyecto piloto, utilizando el método cualitativo de grupos de enfoque o “focus group” proporcionó excelentes resultados en cuanto a disminución en los tiempos, costo de la obra y la mejora en la calidad del producto final, es por ello que se tomó la decisión de implementar dichos conceptos en cada obra de la empresa. En este artículo, se muestran los procedimientos para la incorporación de los conceptos de constructabilidad en el área inicial de diseño, específicamente en el proceso previo al anteproyecto. Estos procedimientos han sido muy provechosos ya que generan en el personal un sentido de pertenencia con respecto a la constructabilidad como práctica permanente, para mejorar la productividad percibiendo beneficios en tiempo, costos, calidad y metodología de trabajo.

Palabras Clave: Constructabilidad, mejoramiento continuo, implantación.

ABSTRACT

Constructability is a program of continued improvement which introduces construction expertise from previous project stages, specially planning, design, procurement, and execution. In Barquisimeto, Venezuela, a constructability program was implemented in a housing developing firm. It included a preliminary diagnosis identifying opportunity zones and selecting a pilot project. This was a construction project undergone in two different stages: one stage of the project was in its initial execution, and the other stage was in its planning process. Incorporating constructability concepts on this pilot project, using qualitative method called “focus group”, turned out very good results regarding time and cost savings as well as quality of the final product. As a consequence, the firm made the decision of implementing such concepts on every project. This paper shows the procedures for introducing constructability concepts in initial design stage, specifically in preliminary design. These procedures have produced benefits in terms of generating a sense of belonging among personnel in the firm with respect to constructability. They have acknowledged it as a permanent practice for improving productivity and quality, reducing time and costs, as well as getting a better work methodology.

Key words: Constructability, continued improvement, implementation

RIASSUNTO

La constructability è un programa di miglioramento continuo che introduce l'esperienza costruttiva in tappe preliminari alla progettazione come pianificazione, disegno, acquisizioni ed esecuzione. La messa in opera della constructability in una impresa edile nella città di Barquisimeto, Venezuela, è iniziata con una diagnosi iniziale, con l'individuazione di aree opportune e con la selezione di un progetto pilota: un'opera in esecuzione della sua prima tappa, e una seconda tappa in processo di pianificazione. L'incorporazione dei concetti di constructability in questo progetto pilota ha dato buoni risultati in relazione alla diminuzione nei tempi, costi dell'opera e miglioramenti nella qualità del prodotto finale. Per questa ragione, si è presa la decisione di applicare questi concetti in ogni opera dell'impresa. In questo articolo si mostrano le procedure per l'incorporazione di questi concetti di constructability nell'area iniziale della progettazione, specificamente lo studio preliminare. Queste procedure sono state di profitto, perché hanno sviluppato nel personale un senso di appartenenza rispetto della constructability come pratica permanente, per migliorar la produttività percependo benefici in tempo, costi, qualità e metodologia di lavoro.

Parole chiave: constructability, miglioramento continuo, impianto.

INTRODUCCIÓN

La construcción no ha quedado excluida de la realidad actual: globalización, de competencias entre empresas regionales, nacionales e internacionales, de comparación del desempeño, de expansión de los mercados y las actividades económicas mundiales, es por ello que los distintos profesionales que laboran en el área de la construcción, las empresas y organizaciones deben enfrentarse a continuos cambios y desafíos para lograr la supervivencia de la empresa en el crudo juego competitivo. Para mantenerse en vigencia, las organizaciones deben adaptarse a los cambios y pautas del mercado, acoger nuevos conocimientos, tecnologías y métodos que le ofrezcan una optimización de sus procesos con miras

al aumento de la productividad y un mejoramiento sustancial y continuo en la gestión de la construcción.

Un ejemplo de estos métodos que optimizan la gestión de la construcción es la constructabilidad que no es más que un programa de mejoramiento continuo en el área de la construcción y tiene como finalidad integrar el diseño con la construcción como tal, incorporando la experiencia y el conocimiento constructivo en etapas tempranas como la planificación, diseño, procura y otras, haciendo más factible su ejecución, mas “construible” el proyecto. Los beneficios primordiales del uso de esta metodología tiene que ver principalmente con el costo, tal como lo reseña Loyola(2010): “En general, la gran ventaja de incorporar conocimiento de los procesos de construcción en el diseño se explica porque entre más tarde se toma una decisión de diseño más costo implica y menor impacto tiene”.

La primera experiencia de implantación de constructabilidad de la ciudad fue realizada en la empresa, Inversiones Bricket C.A., fundada en 1976, con el fin de promover el desarrollo inmobiliario de la ciudad; su propósito fundamental son viviendas de interés social. Su visión se basa en ser los líderes en la promoción de desarrollo inmobiliario innovando y contribuyendo permanentemente a la mejoría de la calidad de vida de las personas y el ambiente que nos rodea. Debido a esto, la empresa se preocupa por tener las mejores prácticas constructivas, comparándose con los mejores de su ramo a nivel internacional, y para ello ha estado en búsqueda de programas de mejoramiento continuo. Es por esto que se comienza

un proyecto de implantación de la constructabilidad dentro de dicha empresa en conjunto con una mejora de procesos corporativos a cargo de una empresa consultora mexicana.

El proceso de implantación en la empresa se basó en el esquema de implantación de la constructabilidad (road map) propuesto por el CII (Instituto de la industria de la Construcción de la Universidad de Texas en Austin, EEUU) y en los conceptos contenidos en Serpell (2002) consta inicialmente de 4 fases a nivel macro: (1) Identificación de las áreas de oportunidad de mejora de la gestión de la construcción a través de un diagnóstico de la empresa en diversas áreas, (2) Diseño de las soluciones y desarrollo de las herramientas de trabajo, (3) Plan de capacitación del personal y (4) Plan de implantación. En el diseño de las soluciones se tomó la decisión de ejecutar tanto el plan de capacitación, como el de implantación en un proyecto piloto.

Resultados iniciales

Con respecto al programa de proyectos, se consideró prudente la selección de un proyecto piloto con el fin de implementar los planes de capacitación como formación-acción, de tal manera que lo aprendido se aplicara directamente en la obra, para esto se utilizó la metodología de grupos de enfoque, que consistió en la selección de un grupo formado por ingenieros de obra, arquitecto diseñador de la obra, ingeniero de vivienda, ingeniero de urbanismo, técnicos, maestro de obra, líder de costos y presupuestos, líder de abastecimiento. Estos aprendían de constructabilidad en dichas reuniones aplicándola directamente en la obra. Se

escoge el proyecto Yucatán para ser el primer proyecto en ejecución que lleve a esta implementación debido a que ya se estaba construyendo la primera etapa sin la inclusión explícita de la constructabilidad, la cual se aplicaría en la segunda etapa de la obra para obtener resultados comparativos directos.

La diferencia notable entre la primera etapa (sin los conceptos de constructabilidad) y la segunda etapa (con los conceptos de constructabilidad), representa beneficios en tiempos y costos, tal como se muestra en el cuadro 1:

**Cuadro N° 1:
Relación Yucatán I- Yucatán II**

	Nº de viviendas construidas	Tiempo de ejecución	Nº de viviendas por mes	Nº de viviendas Por día hábil¹
YUCATAN I	946 viviendas	20 meses	47,3 viv./ mes	2,36 viv. /día h.
YUCATAN II	996 viviendas	15 meses	66,3 viv./ mes	3,32 viv. / día h.

1 Considerando 20 días hábiles por mes

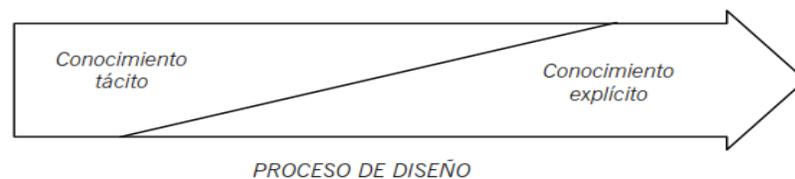
La segunda etapa representa un aumento del 40 % en la relación de viviendas construidas por mes. Si esta etapa se hubiese construido con la misma relación de viviendas por mes que la primera, su tiempo de ejecución hubiese sido de 21 meses, por lo tanto el ahorro en tiempo es de 6 meses, que representa evidentemente ahorro en los costos: pago de personal, alquileres de maquinarias, pago de intereses por créditos bancarios, entre otros.

Estos y muchos otros beneficios de mejora en la calidad del producto final fue determinante para implantar la constructabilidad en las diferentes obras de la empresa, es por esto que se elabora un manual de procedimientos para cada etapa del proyecto integral. Se realizaron procedimientos para llevar a cabo en la etapa de factibilidad, preanteproyecto, anteproyecto, proyecto y planificación de la obra. En este artículo se mostrará únicamente los referentes al área de pre-anteproyecto o diseño preliminar.

Es importante llevar a cabo la implementación de cualquier tipo de estrategias o programas de mejora a través de procedimientos, ya que los procedimientos transforman los conocimientos de la experiencia y de la acción en conocimientos para la transferencia a otros actores y a la empresa en general. Estos, transforman el conocimiento tácito en conocimiento explícito, tal como lo explica Loyola (2010) en la gráfica siguiente:

**Gráfico Nº 1:
Relación entre conocimiento tácito y explícito**

<i>CONOCIMIENTO TACITO</i>	<i>CONOCIMIENTO EXPLICITO</i>
<i>Reside en las mentes de los expertos</i>	<i>Existe como documentos escritos o registros formalizados</i>
<i>Experiencias, habilidades</i>	<i>Datos concretos</i>
<i>No se puede articular, difícil transferencia</i>	<i>Es ordenado y consistente, de fácil de transferencia</i>



Fuente: Loyola y Goldsack, 2010

A continuación se muestra el procedimiento a seguir para lograr la constructabilidad en la fase de diseño preliminar. La forma utilizada será la concebida por la empresa y consta de: (1) objetivo del procedimiento, (2) definiciones y terminología, (3) Normas y (4) Pasos.

Procedimiento en la fase de diseño preliminar

Objetivo

Establecer las políticas y requisitos que se deben cumplir en la fase de pre-anteproyecto o diseño preliminar, con el fin de mejorar la gestión de la construcción de las obras de la empresa, de tal forma que permita lograr una mejor organización de los proyectos y tener un esquema de uso de la misma.

Campo de aplicación: Gerencia de proyectos y la Unidad de Diseño y Proyectos

Definiciones y terminología

Formulación del proyecto o Conceptualización (Fase de factibilidad): En esta etapa participa principalmente la alta gerencia de la empresa y tiene como objeto la definición del proyecto y su alcance. En esta etapa se realizan estudios de prefactibilidad de las distintas alternativas de solución.

Pre-anteproyecto o diseño preliminar: En esta etapa se definen las metas del proyecto y se estudian los primeros bocetos del mismo. Igualmente deben llevarse a cabo el solape de estudios preliminares con respecto a la documentación del terreno con el fin de evitar no conformidades.

Productividad: es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. La productividad es una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. La productividad está asociada a un proceso de transformación donde ingresan recursos necesarios para producir un material, un bien o prestar un servicio, y posteriormente, a través del proceso, se obtiene un producto o un servicio cumplido. En la construcción, los principales recursos empleados en los proyectos son materiales, mano de obra y maquinaria y equipos.

Normas

La Constructabilidad debe jugar un papel importante para cumplir los objetivos establecidos del proyecto.

La primera responsabilidad del equipo de trabajo es desarrollar una comprensión clara de los objetivos y prioridades del proyecto para aportar en la mejora de la constructabilidad.

Los objetivos del proyecto deben incluir el costo, el horario, la calidad, y la seguridad. Otros objetivos pueden incluir: la certidumbre en los tiempos, la estética, la imagen, rentabilidad, operatividad, y mantenimiento.

Cada miembro debe estar enterado de los objetivos del proyecto y proponerse alcanzarlos antes que procurar lograr únicamente los objetivos individuales.

En el desarrollo de los objetivos debe considerarse cómo pueden ser medidos objetivamente por personal de diversos niveles.

En todas las fases debe elaborarse un cronograma de actividades con su secuencia y duraciones para establecer la duración total de la fase y su relación y solape con las siguientes y anteriores.

El equipo debe valorar que la selección de la estrategia de contratación tiene un impacto profundo en el tiempo y la aplicación de la constructabilidad.

Debe establecerse una evaluación formal de las empresas que se contratarán para trabajos externos de diseño y proyectos, así como los servicios de proveedores y de empresas contratistas o subcontratistas, de tal manera de monitorear oportunamente su desempeño.

La preparación del contrato debe incluir los roles de cada empresa y sus relaciones con diseño-construcción y diseño-gerencia del proyecto.

El tipo de contrato debe dictaminar los términos comerciales de las partes; sus obligaciones y pagos. Al escoger una estrategia de contratación y de selección, la empresa debe:

- Valorar la experiencia de diseño y constructiva interna disponible que puede mejorar la gestión de constructabilidad del proyecto y su capacidad de controlar y revisar los trabajos efectuados por dichas empresas externas escogidas.

- Evaluar la capacidad de respuesta de las empresas o profesionales escogidos ante las necesidades y demandas del número de proyectos requeridos
- Evaluar la trayectoria de dichos proyectistas en cuanto a: confiabilidad de la información aportada, tiempo de entrega, adaptabilidad a los requerimientos de la empresa y los demás proyectistas, manejo de costos y calidad del producto en sí.

Con el fin de optimizar dichos trabajos realizados por empresas externas, debe elaborarse una estrategia basada en la implementación de incentivos o multas de acuerdo al desempeño de las mismas. Esto es con el fin de mejorar los tiempos de entrega del producto o servicio contratado y la calidad de los mismos.

Pasos

1. Revisión de los objetivos del proyecto
 - a. Establecer objetivos del proyecto

El equipo desarrollará de manera clara y precisa los objetivos y prioridades del proyecto

A continuación se listan los principales y más utilizados, sin embargo pueden existir otros de acuerdo al proyecto:

Objetivos de costos

Costo de diseño, Costo de material y equipos, Productividad en la construcción, Costos operativos, Costos de mantenimiento.

Objetivos de calidad

Operatividad, Funcionabilidad, Estética, Certidumbre, Imagen, Impacto ambiental

Objetivos de la programación

Duración de la planificación, Duración del diseño, Duración de la construcción, Duración de la puesta en marcha

Objetivos de seguridad

Seguridad en la construcción, Seguridad en la operación, Seguridad en el mantenimiento

El equipo desarrollará una lista detallada de objetivos de proyecto y priorizará cada uno. Puede asignar las prioridades basadas en criterios cualitativos, que es igualmente importante como basarse en el costo y en los tiempos. (Criterios cuantitativos)

b. Establecer objetivos de constructabilidad

Una vez que los profesionales de diseño y de construcción se comprometan, deben desarrollar un conjunto específico de objetivos de constructabilidad. Este conjunto de objetivos puede ser utilizado para permitir el análisis de acuerdos entre constructabilidad y otras consideraciones en la productividad del proyecto.

Una lista de objetivos específicos para optimizar la constructabilidad puede incluir:

- El uso de elementos estandarizados

- Uso de modularización y pre-ensamblaje
- Uso de grúas, poleas, etc.
- Accesibilidad a la obra
- Desarrollo de especificaciones amigables
- Mejorar la comunicación entre diseñadores y constructores
- Minimizar el trabajo rehecho
- Uso de modelos físicos o CAD de 3 dimensiones
- Uso de simulaciones en 4D
- Reducción de la congestión en el lugar de trabajo
- Disminución de ocurrencia de conflictos laborales
- Comodidad de fabricación y levantamiento de elementos.

c. Identificar medidas apropiadas para los objetivos

Una vez establecidos los objetivos generales y de constructabilidad del proyecto, se considerará cómo pueden ser medidos en su desempeño objetivamente por personal de diversos niveles.

Algunos ejemplos de medidas de desempeño para proyectos son:

- Capital en bolívares
- Bolívares utilizados en construcción
- Horas de trabajo en dirección de obra.
- Productividad (horas- hombre/ unidad)
- Número de artículos no conformes con las especificaciones

- Horas-hombre en retrabajos.
- Tasa de tiempo perdido por incidentes
- Accesibilidad del personal y material al sitio de trabajo.

2. Selección del equipo técnico responsable de la gerencia de diseño y proyectos de trabajo

El gerente de proyectos de la empresa junto con el coordinador de diseño y proyectos deben establecer los criterios para la selección de los proyectistas (empresas o individuales) que formarán parte del equipo técnico responsable en el área de gerencia de diseño y proyecto. Por lo tanto seleccionarán específicamente los responsables de:

Proyecto de arquitectura y urbanismo

Proyecto de estructura

Proyecto de movimiento de tierra

Proyecto de acueductos, cloacas y drenajes

Proyecto de electrificación

Proyecto de instalaciones eléctricas

Proyecto de instalaciones sanitarias

Proyecto de instalaciones mecánicas

Paisajismo

Otros proyectos específicos para el tipo de diseño

Estas empresas o profesionales individuales deben estar comprometidos con la constructabilidad.

Los criterios de la selección deben incluir:

- Experiencia de trabajo.
- Conocimiento de la construcción, preferiblemente
- Habilidades de comunicación
- Habilidades de trabajo en equipo
- Habilidad para evaluar objetivamente cambios en el diseño
- Receptividad a nuevas ideas.

Este grupo de responsables del proyecto estarán coordinados por el líder del proyecto y trabajarán en conjunto para velar por el mejor desenvolvimiento de su proyecto propio y el de los demás miembros del equipo. Buscarán los medios de comunicación necesarios para inter-relacionar los cambios generados y solapar los proyectos de tal manera de evitar incongruencias y no conformidades entre ellos.

3. Elaboración de cronograma preliminar del pre-anteproyecto

El líder del proyecto elaborará un cronograma de actividades con su secuencia y duraciones para establecer la duración total de la fase y su relación y solape con la fase siguiente: el anteproyecto.

4. Definición de estrategias de contratación

El equipo definirá las estrategias de contratación y evaluará de manera formal las empresas que se contratarán para trabajos externos (outsourcing) de diseño y

proyectos, así como los servicios de proveedores y de empresas contratistas o subcontratistas, de tal manera de monitorear oportunamente su desempeño.

La preparación del contrato incluirá los roles de cada empresa y sus relaciones con diseño-construcción y diseño-gerencia del proyecto.

El equipo igualmente elaborará una estrategia basada en la implementación de incentivos o multas de acuerdo al desempeño de las mismas. Esto es con el fin de mejorar los tiempos de entrega del producto o servicio contratado y la calidad de los mismos.

5. Revisión de documentos y estudios previos

El equipo de diseño y obra preliminar deben revisar minuciosamente documentos y estudios para comprobar y verificar coincidencias o disconformidades. Estos documentos básicamente son:

- Documentos de propiedad,
- Levantamiento topográfico
- Comprobante de alineación y
- Cédula catastral.

Igualmente esta coincidencia entre los documentos y estudios debe comprobarse con la realidad, por lo tanto el topógrafo deberá evaluar el terreno y verificar la coincidencia de los planos y levantamientos con la realidad en el sitio.

6. Revisión de bocetos e ideas preliminares

El equipo de diseño y obra deben revisar minuciosamente los primeros bocetos del proyecto con el fin de comenzar a ver la constructabilidad del mismo (“lo construible”). Deben revisarse con la finalidad de comenzar la optimización y establecer los primeros parámetros de los sistemas constructivos, estructura, urbanismo, etc. Es de vital importancia que se toman en consideración diversos puntos de vistas: el de diseño, el de costos y el constructivo.

Conclusiones

El programa de constructabilidad aportó beneficios a la empresa a razón de mejoras en los tiempos, disminución en los costos y aumento de la calidad. Esto se aprecia en los resultados obtenidos:

- Disminución de los tiempos planteados en un 28%.
- Mayor cantidad de viviendas por día hábil (aumento del 40%)

Los beneficios cuantificables demuestran que programas de mejoramiento continuo dentro de la construcción tales como la constructabilidad, realmente optimiza la gestión de la empresa que ejecuta, promueve y diseña, mejora la calidad de su personal y de sus obras.

Por esta razón se elaboran los procedimientos que han sido utilizados en las diferentes obras de la empresa. Estos han reportado beneficios cuantitativos pero mayor aun cualitativos.

Agradecimiento

Al Ing. Mariano Briceño Yépez por colocar a la orden su empresa para la implantación de este programa y por estar siempre abierto a innovaciones y cambios de paradigmas. Y por supuesto, a los compañeros de la empresa Inversiones Bricket por creer en la constructabilidad y hacerla posible.

Referencias bibliográficas y electrónicas

Construction industry institute. Constructability a primer. Bureau of engineering research publication 3-1. The university of texas, austin. July, 1986.

------. Preview of constructability implementation. Bureau of engineering research publication 34-2. The university of texas, austin. February, 1993.

------. Implementation guide constructability. Publication 34-1. The university of texas, austin. Mayo 1993.

Serpell, A. Administración de operaciones de construcción. Textos universitarios. Facultad de ingeniería. Ediciones universidad católica de Chile. Chile, 2002.

------. Planificación y control de proyectos. Textos universitarios. Facultad de ingeniería. Ediciones universidad católica de Chile. Chile, 2003.

Loyola M. y Goldsack L. Constructividad y arquitectura. Versión digital pdf. 1a edición. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de arquitectura y urbanismo, 2010.