

MODELO DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA

Stumpf, Pablo; Arranz, Pablo; Pagliero, Jorge; Durán, Gabriela

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Universidad Nacional de Córdoba

Palabras clave: Constructibilidad, gestión de construcción, experiencia

RESUMEN

El crecimiento poblacional, los nuevos requerimientos tecnológicos y la necesidad de avanzar hacia una economía sustentable hacen imprescindible la planificación y ejecución de desarrollos que respondan adecuadamente a los desafíos actuales de infraestructura. En este contexto, la industria de la construcción constituye un sector estratégico para el desarrollo económico y social. La incorporación de herramientas de gestión aplicadas internacionalmente permite mejorar la eficiencia en la planificación y ejecución de proyectos. El Construction Industry Institute (CII) define la constructibilidad como la integración óptima del conocimiento y la experiencia en construcción dentro de las etapas de planificación, diseño, logística y operaciones de obra, con el objetivo de alcanzar los resultados previstos del proyecto.

El presente trabajo analiza el grado de conocimiento y aplicación de los conceptos de constructibilidad entre ingenieros civiles de la ciudad de Córdoba, Argentina. Mediante una encuesta, fueron relevados los principales conceptos, tanto de manera formal como informal, por parte de los profesionales intervinientes en el desarrollo de obras.

Los resultados evidencian un bajo nivel de reconocimiento conceptual explícito de la constructibilidad, aunque muchos de sus principios son aplicados empíricamente en la práctica profesional. Se concluye que existe un potencial significativo para fortalecer la formación y la sistematización de estos conceptos con el fin de mejorar la eficiencia y calidad en los procesos constructivos.

ABSTRACT

Population growth, emerging technological requirements, and the transition toward a sustainable economy make it essential to plan and develop infrastructure capable of addressing current development challenges. In this context, the construction industry represents a strategic sector for economic and social development. The adoption of management tools successfully implemented worldwide contributes to improving efficiency in project planning and execution. The Construction Industry Institute (CII) defines constructability as the optimal integration of construction knowledge and experience into project planning, design, logistics, and field operations in order to achieve project objectives.

The present paper analyzes the degree of knowledge and application of constructability concepts among civil engineers in the city of Córdoba, Argentina. Through a survey, the main concepts were raised, both formally and informally, by professionals involved in works development.

The results reveal limited explicit conceptual recognition of constructability, although many of its principles are informally applied in professional practice. The study concludes that there is significant potential to strengthen education and systematize constructability concepts to improve efficiency and quality in construction processes.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción se destaca históricamente como uno de los motores dinámicos más significativos para el progreso económico y social de cualquier nación. No obstante, de forma paralela a su relevancia, exhibe de manera sistémica alarmantes niveles de ineficiencia, desvíos presupuestarios y extensiones desmedidas en los plazos de entrega. Estas situaciones son originadas, en su mayor parte, por la desarticulación estructural entre los equipos encargados de la concepción teórica (diseño e ingeniería) y aquellos responsables de la ejecución material en obra.

Frente a este escenario de fragmentación operativa, el presente trabajo aborda la introducción del concepto de constructibilidad como una herramienta estratégica de gestión integrada que aportaría a evitar la situación destacada. Desarrollada originalmente en el ámbito internacional por el Construction Industry Institute (CII) de la Universidad de Texas en Austin, la *constructibilidad* se define formalmente como “el uso óptimo y sistemático del conocimiento y la experiencia constructiva en las etapas de planificación conceptual, diseño arquitectónico y de ingeniería, adquisiciones logísticas y manejo de las operaciones de campo”. Estas concepciones aplican a todos los aspectos del diseño y la construcción, donde se incluye, obviamente la concepción y materialización de las estructuras.

El propósito fundamental de este estudio radica en estructurar un diagnóstico sobre el estado de situación de la constructibilidad en el contexto de la obra civil de la Ciudad de Córdoba, Argentina. A través de este análisis, se persigue identificar las barreras que impiden una adopción formal de metodologías de integración ágil, evaluando simultáneamente el nivel de conocimiento e interés de actores en pos de consolidar una cultura organizacional orientada a la mejora continua y la sustentabilidad.

A nivel global y regional, América Latina experimenta un ritmo de crecimiento poblacional y de urbanización acelerado que impone demandas críticas sobre la infraestructura disponible. La Organización de las Naciones Unidas (ONU-Hábitat) ha puesto de relieve que el siglo XXI consolida una era eminentemente urbana, proyectando que para el año 2030 aproximadamente dos tercios de la población mundial residirá en conglomerados urbanos.

Esta presión demográfica exige no sólo la ejecución masiva de nuevas obras de ingeniería, sino también una optimización radical en la asignación de los recursos públicos y privados destinados a ellas, los cuales resultan por definición escasos.

Es de destacar que el sector de la construcción posee características singulares que impiden asimilarlo a las industrias tradicionales de manufactura en serie (Serpell, 2002). Las obras civiles se configuran como proyectos de bienes altamente heterogéneos, desarrollados a la intemperie, supeditados a condiciones climáticas y geográficas variables, con una baja susceptibilidad de mecanización total y ejecutados habitualmente bajo un esquema de pedido único. Estas particularidades intrínsecas dan pie a ineficiencias recurrentes, retrabajos por incongruencias de diseño y un desperdicio sistemático de valor económico.

En el marco específico de la Provincia y Ciudad de Córdoba, se constata una desconexión histórica entre el proyectista y el constructor. Los planos e ingenierías detalladas suelen entregarse a las empresas contratistas con severas omisiones, falta de especificaciones unívocas o soluciones técnicas complejas cuya materialización

en obra demanda esfuerzos desproporcionados. Esta situación resulta particularmente crítica en el diseño de estructuras de hormigón armado, donde con frecuencia se desarrollan soluciones que satisfacen los requisitos resistentes y normativos, pero que presentan dificultades durante su ejecución debido a elevados niveles de congestión de armaduras, detalles de difícil montaje, interferencias con otras especialidades, secuencias constructivas no contempladas o escasa consideración de los procesos de encofrado, apuntalamiento y hormigonado. Estas deficiencias generan modificaciones durante la ejecución, incrementan los costos, prolongan los plazos y aumentan la probabilidad de errores constructivos que pueden afectar la calidad y la durabilidad de la estructura.

Por ende, el problema central se define como la ausencia de canales formales e institucionales que permitan incorporar la experiencia constructiva en las fases tempranas del diseño, integrando criterios de constructibilidad desde la concepción del proyecto. Esta desvinculación limita la optimización de las soluciones estructurales y deteriora la productividad global del sector, al impedir que el conocimiento adquirido durante la ejecución retroalimente de manera sistemática el proceso de diseño.

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que da origen a este trabajo se articula en torno a la siguiente hipótesis: Los profesionales dedicados de forma activa a la construcción en el medio local no conocen formalmente los conceptos y principios estructurados de la constructibilidad, implementándolos únicamente de manera intuitiva o informal.

Para guiar el proceso metodológico y brindar respuesta a la problemática planteada (y con la finalidad de establecer de manera rigurosa el estado de situación actual), se planteó diagnosticar la aplicación teórica y práctica de los conceptos, principios y metodologías de la constructibilidad entre profesionales dedicados al desarrollo, gestión y ejecución de obras civiles en la Ciudad de Córdoba, Argentina.

Este objetivo se llevó a cabo por medio de:

- **Sistematización Teórica:** Compilar, analizar y estructurar de manera orgánica el cuerpo doctrinal existente sobre la constructibilidad. Para ello se consideraron como ejes, las directrices internacionales del Construction Industry Institute (CII) y los desarrollos conceptuales de autores latinoamericanos de referencia.
- **Evaluación de Conocimiento Formal:** Medir el grado de comprensión, familiaridad y conocimiento conceptual preciso que los ingenieros civiles cordobeses poseen respecto a la constructibilidad como disciplina formal de la administración de proyectos.
- **Relevamiento de la Aplicación Empírica:** Identificar y cuantificar las prácticas habituales en la gestión de obras que coinciden con los principios de la constructibilidad. Además, se trata de determinar si dichas prácticas responden a una planificación estratégica corporativa o a una resolución intuitiva y reactiva de imprevistos en el terreno de juego (aplicación informal).
- **Identificación de Barreras Críticas:** Relevar los obstáculos que manifiestan los profesionales como impedimentos principales para incorporar metodologías

integradas de diseño y construcción. Estos podrían ser de índole cultural, institucional, económica y formativa.

- Lineamientos de Recomendación: Esbozar propuestas pedagógicas, institucionales y tecnológicas para fomentar la capacitación continua y la adopción de herramientas modernas (como el Modelado de Información de Construcción – BIM, *Building Information Modeling*) aplicadas a la optimización de los procesos.

CONCEPTO DE PRODUCTIVIDAD Y ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS

La productividad en el ecosistema de la construcción se define tradicionalmente como la relación cuantitativa existente entre los productos obtenidos y los recursos consumidos para tal fin. Matemáticamente, se expresa a través de indicadores de rendimiento que miden las horas-hombre requeridas por unidad de medida de obra (por ejemplo, h/m^3 de hormigón vaciado o h/m^2 de mampostería ejecutada). La optimización de este vector está ligada de forma directa a la tríada conceptual compuesta por la eficiencia (hacer las cosas correctamente minimizando desperdicios), la efectividad (alcanzar las metas y objetivos globales preestablecidos) y la calidad técnica intrínseca.

Para gestionar la productividad en una obra de arquitectura o ingeniería civil de manera exitosa, es fundamental estructurar metodologías de administración sobre tres ejes de recursos:

1. Administración del recurso humano: representa el factor más volátil e intensivo en la construcción tradicional. La gestión debe enfocarse en la minimización de los denominados "tiempos no contributivos" (esperas por falta de materiales, instrucciones ambiguas o herramientas defectuosas). La productividad del operario responde de forma directa a la claridad en las directrices de trabajo, la continuidad en los frentes de ataque y la idoneidad técnica alcanzada mediante programas de capacitación específicos.

2. Administración de materiales: el flujo logístico en obra constituye una de las principales fuentes de pérdida económica. La constructibilidad exige implementar sistemas de gestión de inventarios que garanticen la disponibilidad de insumos críticos justo a tiempo, evitando el sobre almacenamiento que expone los materiales al deterioro por la intemperie o a roturas por manipulación excesiva. La estandarización de las dimensiones de diseño reduce de manera geométrica el volumen de recortes y desperdicios en campo.

3. Administración de equipos y herramientas: el dimensionamiento y selección de la maquinaria pesada (grúas torre, plantas mezcladoras, excavadoras) deben responder a un análisis de compatibilidad operativa y tasas de utilización. Mantener equipos ociosos por errores de planificación en la secuencia constructiva aumenta de forma directa los costos indirectos fijos del proyecto, degradando el margen financiero de la firma constructora.

DE LA CONSTRUCTIVIDAD A LA CONSTRUCTIBILIDAD

La literatura científica internacional suele registrar una superposición conceptual que es preciso aclarar conceptualmente. En sus orígenes, la Construction Industry Research and Information Association (CIRIA) del Reino Unido acuñó a principios de

la década de 1980 el término Constructividad, definiéndolo estrictamente como "la manera en la cual el diseño de un edificio facilita su construcción, sujeto a todos los requisitos generales del edificio terminado". Este enfoque inicial se centraba casi con exclusividad en el producto final (el diseño estático de los planos y especificaciones), analizando de qué forma la geometría y los materiales seleccionados simplificaban la posterior tarea del constructor en la fase ejecutiva.

Posteriormente, el Construction Industry Institute (CII) de los Estados Unidos expandió radicalmente las fronteras de esta disciplina al acuñar el término de Constructibilidad. Bajo esta nueva perspectiva, la disciplina adquiere un carácter eminentemente procesal, sistémico y de gestión continua. No se limita a la revisión pasiva de planos terminados, sino que exige la integración proactiva, orgánica y deliberada del conocimiento acumulado de los constructores en todas y cada una de las fases del ciclo de vida del proyecto, desde la planificación conceptual preliminar hasta la operación y mantenimiento definitivo de la infraestructura. Tabla 1

Tabla 1 - Diferencias entre constructibilidad y constructividad. Fuente Loyola y Goldsack, 2010

CIRIA (1983)	Desarrollar una investigación rigurosa (del terreno y otras circunstancias). Planificar considerando las necesidades esenciales del sitio de construcción. Planificar para una secuencia práctica de operaciones y pronto cerramiento. Planificar para un montaje simple y secuencia lógica de actividades. Realizar detalles con el máximo de repetición y estandarización. Realizar detalles con tolerancias alcanzables. Especificar materiales adecuados y robustos. Los criterios principales que considera son la simplicidad, la normalización y la comunicación clara en el desarrollo estructural. Los proyectos de especialidades, como el proyecto estructural se desarrollan de forma aislada y guardan poca coherencia espacial o material con el diseño arquitectónico.
CII (1987)	Diseño y programación están guiados por las necesidades de los procesos constructivos. Los diseños están configurados para facilitar una construcción eficiente. Los elementos de diseño están estandarizados y se maximiza su repetición. Los elementos prefabricados son preparados para facilitar la fabricación, transporte y montaje. Los diseños facilitan la accesibilidad de mano de obra, materiales y equipos. El diseño facilita la construcción bajo condiciones climáticas adversas. Mandante, diseñador, constructores revisan las especificaciones en detalle y simplifican los procesos constructivos en terreno.

ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO BAJO CRITERIOS DE CONSTRUCTIBILIDAD

La aplicación exitosa de los programas de constructibilidad se asienta sobre una premisa económica fundamental demostrada empíricamente a lo largo de décadas: La capacidad de influir sobre el costo final de un proyecto es máxima en las etapas iniciales de planificación conceptual y diseño, decreciendo de forma exponencial a medida que avanza la ejecución material en campo. Por el contrario, los costos asociados a la introducción de modificaciones técnicas son mínimos al inicio (cambiar

una línea en un plano o modelo digital) y astronómicos en la fase final (demoler estructuras ya hormigonadas). Por ende, el esfuerzo organizativo debe dividirse según las fases del ciclo de vida del proyecto:

Etapas de planificación conceptual

En este hito fundacional, el propietario o comitente define los objetivos de negocio y funcionales de la obra. Las decisiones de constructibilidad aquí adoptadas tienen un carácter estratégico trascendental. Se debe estudiar en profundidad el layout general del sitio, evaluar de manera analítica la disponibilidad local de mano de obra calificada, analizar las restricciones logísticas de los accesos viales y seleccionar de forma preliminar las tecnologías constructivas conductoras del proyecto (por ejemplo, optar entre estructuras vaciadas en sitio o sistemas de premoldeado industrializado).

Etapas de Diseño y Adquisiciones

Durante esta fase, los ingenieros y arquitectos detallan la documentación técnica ejecutiva. Es la ventana idónea para introducir la modularización y la prefabricación. La estandarización de componentes permite simplificar las tareas de armado de armaduras, encofrados y andamiajes en campo. Asimismo, las especificaciones de materiales deben coordinarse estrechamente con el departamento de compras y adquisiciones a fin de evitar la prescripción de insumos exóticos que presenten plazos para su consecución incompatibles con el cronograma maestro de obra. Se deben revisar minuciosamente las tolerancias dimensionales para que la unión de las partes estructurales y de terminación fluya sin fricciones.

Etapas de construcción

Aunque la ventana de máxima optimización económica ya se ha cerrado, en esta fase los conceptos de constructibilidad se orientan a la excelencia operativa en el terreno. Implica el diseño avanzado de métodos constructivos de campo eficientes, el despliegue racional de infraestructura temporal (obradores, comedores, vallados de seguridad), la planificación rigurosa del montaje seguro de grandes equipos (como grúas torre) y la implementación de sistemas ágiles de control y aseguramiento de la calidad de los procesos constructivos.

PROGRAMAS DE IMPLEMENTACIÓN CORPORATIVA Y DE PROYECTO

El Construction Industry Institute (CII) enfatiza de manera contundente que la constructibilidad no debe ser un esfuerzo aislado o un evento único de revisión. Para que rinda dividendos consistentes, debe estructurarse mediante un enfoque metodológico dual que articule el nivel corporativo institucional con el nivel operativo de cada proyecto específico.

Programa de Implementación a Nivel Corporativo

Consiste en institucionalizar la constructibilidad como una política central de la alta dirección de la empresa constructora o de la organización del comitente. El primer paso ineludible es la emisión formal de una Política de Implementación del Programa, donde la gerencia general compromete recursos económicos, tecnológicos y humanos estables. Acto seguido, se debe designar un Gerente del Programa de Constructibilidad a nivel corporativo, cuya función principal sea romper las barreras

entre los departamentos de diseño, ingeniería, compras y operaciones de campo, estableciendo organigramas claros que favorezcan la comunicación.

Una herramienta medular a nivel corporativo es la creación, alimentación y mantenimiento informático de una base de datos de lecciones aprendidas. Este repositorio digital debe catalogar de forma sistemática los errores técnicos detectados en obras pasadas, los rendimientos reales obtenidos en campo, los problemas de interfaz entre contratistas y las soluciones innovadoras validadas. De este modo, el conocimiento empírico de la organización no se dispersa con la rotación del personal, sino que se transforma en un activo intangible valioso que nutre automáticamente a las nuevas planificaciones conceptuales.

Programa de Constructibilidad a Nivel de Proyecto Individual

Cada obra posee una escala, ubicación y complejidad tecnológica particular, lo que exige adaptar los lineamientos corporativos genéricos mediante un Plan de Aplicación Conceptual del Proyecto. Este programa arranca con el análisis del nivel de formalidad requerido, evaluando variables críticas como el tipo de contrato (unidad de medida, ajuste alzado, llave en mano) el presupuesto asignado, la dificultad técnica de las soluciones estructurales y la ubicación geográfica del emplazamiento. Durante la ejecución del proyecto, se estimula la participación de todos los actores del ecosistema constructivo (ingenieros, inspectores de obra, capataces, proveedores de insumos clave) mediante la utilización de formularios de sugerencia formales y registros de ideas de constructibilidad que son evaluados por un Coordinador de Constructibilidad asignado específicamente al proyecto.

HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS DEL CII

La guía de implementación desarrollada y actualizada por el Construction Industry Institute (CII) se compone de un portafolio de 17 herramientas operativas de alta precisión diseñadas para guiar el despliegue práctico del programa en las organizaciones. Estas herramientas se estructuran de forma lógica en tres macro-categorías funcionales:

Macro-Categoría 1: Descripción General y Conceptos

- Herramienta 1 (Hoja de ruta de implementación): Un diagrama de flujo maestro (hoja de ruta) de carácter iterativo que describe de forma cronológica las fases temporales, las acciones clave y las responsabilidades gerenciales desde el compromiso corporativo inicial hasta la evaluación ex-post del cierre del proyecto.
- Herramienta 2 (Conceptos de Constructibilidad): Un compendio doctrinal detallado que desglosa los principios rectores aplicables a cada hito del desarrollo (estandarización, prefabricación, modularización, accesibilidad, etc.).
- Herramienta 3 (Glosario de términos): Diccionario conceptual unificado para asegurar un lenguaje técnico común entre diseñadores, compradores y constructores.

Macro-Categoría 2: Evaluación y Diagnóstico de Barreras

Organiza:

- Herramientas 4 y 5 (Matrices de evaluación): Plantillas analíticas diseñadas para auditar cuantitativamente el nivel de madurez y efectividad del programa de constructibilidad, tanto a nivel de la estructura corporativa central como en el plano de la dirección de un proyecto individual.
- Herramientas 6, 7, 8 y 9 (Listas de verificación de barreras): Cuestionarios estructurados orientados a desvelar de manera preventiva los obstáculos culturales y organizacionales específicos que imponen el propietario (comitente), el diseñador (proyectista), el equipo de ingeniería y los contratistas de campo.
- Herramienta 10 (Disyuntores de barreras): Estrategias de gestión y dinámicas organizacionales preestablecidas destinadas a neutralizar de forma acelerada los conflictos de interés o la resistencia cultural al cambio detectada en los equipos.

Macro-Categoría 3:

Documentos del Programa de Gestión Esta sección operativa incluye plantillas clave como la Herramienta 11 (Política Corporativa), la Herramienta 12 (Estructuras Organizacionales y Organigramas Matriciales), la Herramienta 14 (Plan de Aplicación Conceptual), los formularios de recolección de sugerencias y la Herramienta 17 (Cláusulas de Contrato Específicas) que permiten integrar de forma legal las obligaciones de revisión de constructibilidad dentro de los pliegos de licitación y contratos de locación de obra.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Considerando la hipótesis planteada acerca de que los profesionales dedicados de forma activa a la construcción en el medio local no conocen formalmente los conceptos y principios estructurados de la constructibilidad, y para verificar su validez empírica se estructuró un diseño de investigación bajo el paradigma metodológico de los estudios de carácter descriptivo y transversal. El estudio se define como transversal debido a que la recolección de datos se concentró en un único espacio temporal definido, capturando una radiografía precisa del estado de situación de la comunidad profesional en dicho momento. El diseño muestral adoptado fue de tipo no probabilístico por conveniencia. Esta tipología metodológica resulta óptima cuando no es viable garantizar el acceso irrestricto o el control estadístico absoluto sobre la totalidad de la población teórica (el universo completo de ingenieros matriculados activos). La muestra se conformó sobre la base de los profesionales ingenieros civiles que manifestaron una accesibilidad directa y una disponibilidad voluntaria para participar en el relevamiento de datos, facilitada de forma institucional por las autoridades del Colegio de Ingenieros Civiles de la Provincia de Córdoba y su Regional Capital. El instrumento utilizado para el relevamiento empírico consistió en un cuestionario estructurado multidimensional, distribuido mediante plataformas digitales de comunicación estratégicas:

1. Sección 1 (Información General del Profesional): Orientada a perfilar socio demográficamente la muestra. Recabó datos sobre los años de experiencia laboral activa en el mercado de la construcción, el tipo de servicio prestado habitualmente (diseño de proyectos, diseño de estructuras, dirección técnica,

inspección de obra, gerenciamiento corporativo) y el ámbito predominante de su inserción laboral (sector público, sector privado o ejercicio independiente de la profesión).

2. Sección 2 (Planificación, Organización e Inconvenientes en Obra): Abordó de forma cuantitativa la percepción del profesional sobre los problemas recurrentes en obra, la frecuencia de aparición de imprevistos debidos a fallas de diseño, y la valoración temporal de cuándo deben adoptarse las principales previsiones logísticas y operativas de la obra.
3. Sección 3 (Valoración Conceptual de la Constructibilidad): Enfocada en evaluar el grado de conocimiento formal de la disciplina, confrontándolo con las prácticas informales, así como medir la demanda e interés real de recibir capacitación continua en la materia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN EMPÍRICA

El procesamiento estadístico de los datos recolectados arrojó conclusiones de alto valor diagnóstico. El estudio recolectó 87 respuestas de profesionales del sector para diagnosticar el estado actual de la gestión de proyectos. Respecto al perfil sociodemográfico de la muestra, el análisis de los años de experiencia reveló una distribución heterogénea y representativa, donde el 29,9 % de los ingenieros civiles encuestados posee más de 30 años de ejercicio activo en el medio local, constituyendo un reservorio valioso de conocimiento práctico. En contraposición, un 16,4 % corresponde a profesionales jóvenes con menos de 5 años de experiencia, permitiendo contrastar visiones generacionales sobre la gestión de proyectos. Al indagar sobre la frecuencia de aparición de situaciones problemáticas y obstáculos en el desarrollo ordinario de las obras civiles, los resultados evidenciaron deficiencias estructurales graves en el diseño de detalle entregado por los proyectistas.

1. Perfil de los Profesionales Encuestados

La muestra se caracteriza por contar con profesionales de amplia experiencia, donde el 30% posee entre 30 y 39 años de ejercicio y un 26% entre 10 y 19 años. Esta madurez profesional aporta validez al estudio, ya que las respuestas provienen de actores con vasta práctica en el proceso constructivo. En cuanto a su desempeño, el 50,6% se dedica a la gestión y planificación de obra. Un porcentaje idéntico se dedica a la construcción de edificaciones. Además, predomina el ejercicio independiente de la profesión (52,9%). Figura 1



Figura 1 – Años de experiencia en la construcción. Fuente propia

2. Influencia de la Planificación en el Costo Final

Uno de los pilares de la constructibilidad es la capacidad de influir en el costo en las etapas iniciales. Los resultados indican que:

- El 62,1% de los ingenieros está totalmente de acuerdo en que una correcta planificación y organización en las primeras fases permite influir favorablemente en el costo final de la obra.
- Se reconoce que en esta etapa conceptual es donde se definen los lineamientos, la documentación técnica y los tiempos que evitarán desviaciones económicas posteriores. Figura 2

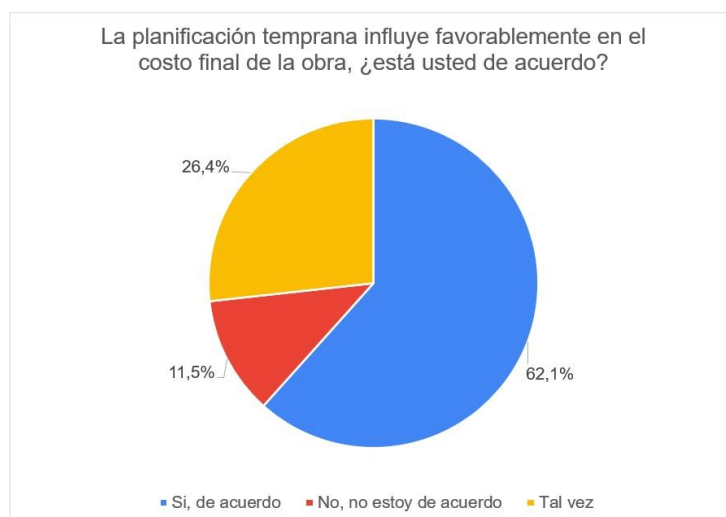


Figura 2 - ¿Está de acuerdo con respecto a la planificación temprana? Fuente propia

3. Principales Dificultades en el Desarrollo de Proyectos

El estudio identificó las situaciones problemáticas que ocurren con mayor frecuencia durante la ejecución de las obras en Córdoba:

- **Modificaciones durante la ejecución:** Es el problema principal, con un 60,9% de incidencia (sumando "siempre" y "casi siempre").
- **Ausencia de proyecto ejecutivo:** El 52,8% de los profesionales señala la falta de ingeniería de detalles como una dificultad recurrente. Esto implica que el constructor suele trabajar con información escasa o planos imprecisos.
- **Inconvenientes de diseño:** Esta situación, que incluye a las estructuras, ocupa el tercer lugar con un 44,8%, lo que genera retrasos significativos al obligar a los profesionales a buscar información no explícita en la documentación.
- **Permisos legales:** La dificultad para obtener autorizaciones ocupa el cuarto lugar, sugiriendo la necesidad de figuras especializadas en gestión ante reparticiones públicas. Figura 3

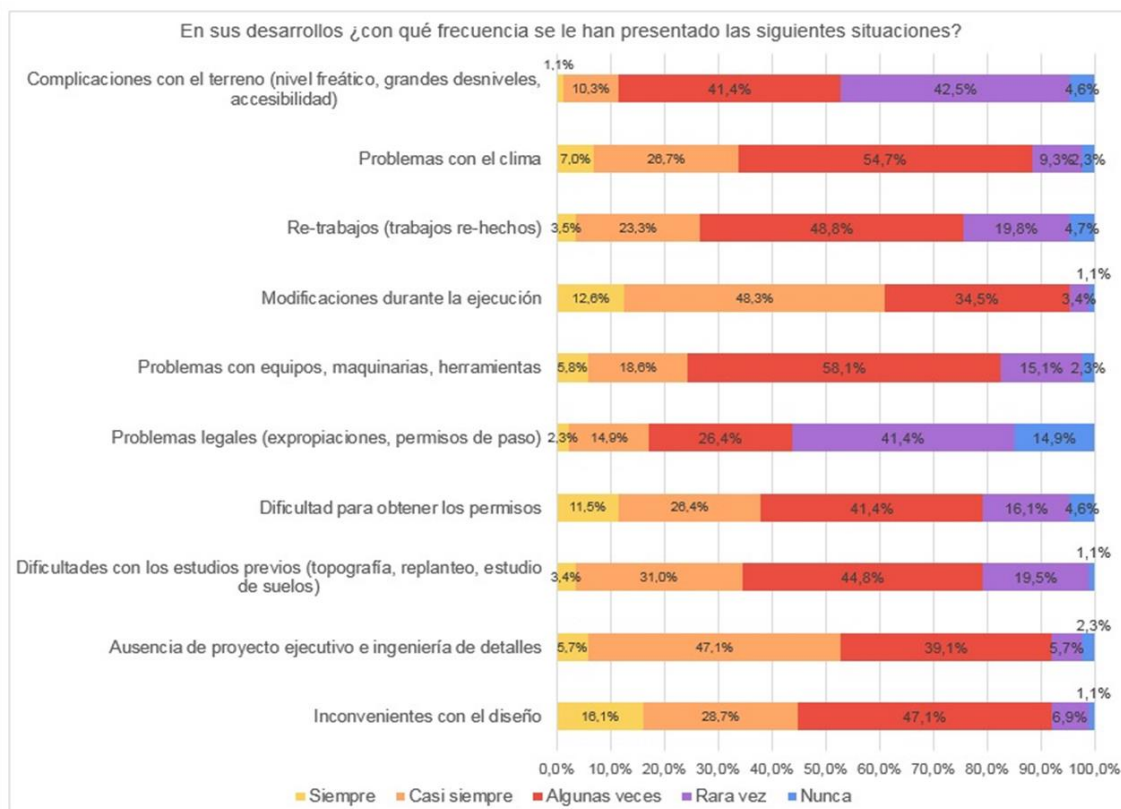


Figura 3 – Frecuencia de situaciones problemáticas. Fuente propia

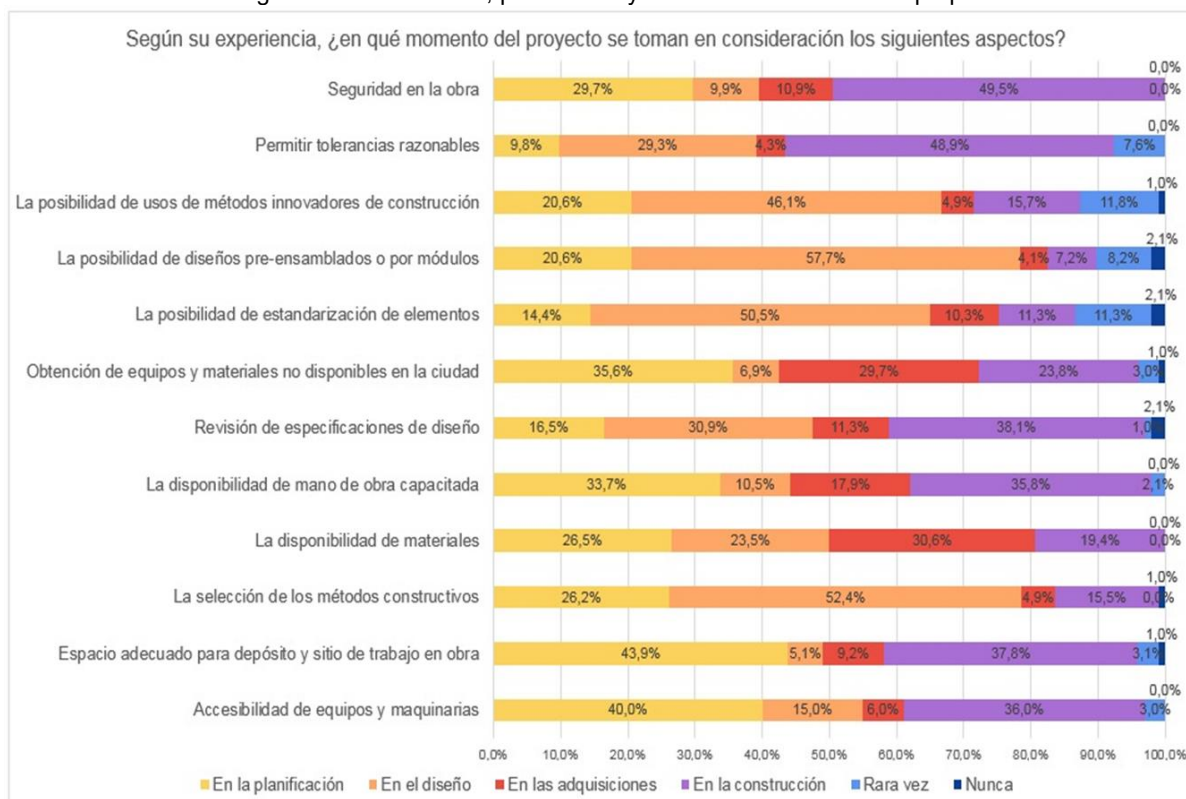
4. Planificación, Previsiones y Consideraciones Operativas

Los profesionales consideran crítico evaluar ciertos aspectos técnicos antes de iniciar la construcción:

- **Espacio y accesibilidad:** Las prioridades absolutas en la planificación son el estudio de los espacios para depósitos (43,9%) y la accesibilidad de equipos y maquinaria (40%).
- **Métodos y materiales:** La selección de métodos constructivos (52,4%) y la posibilidad de diseños preensamblados o modulares (57,7%) se consideran mayoritariamente durante la etapa de diseño.
- **Estandarización:** Aunque se reconoce su beneficio para reducir costos y tiempos, los profesionales ven oportuno que la estandarización de elementos se trate tanto en planificación como en diseño.
- **Seguridad y tolerancias:** Estos aspectos se relegan mayoritariamente a la etapa de construcción (aprox. 49% cada uno), aunque los expertos sugieren que la seguridad debería integrarse desde la planificación inicial. Figura 4.

Resalta como evidencia que la estandarización y la selección de métodos constructivos afecta en forma directa al diseño y materialización de las estructuras en obras de ingeniería, destacando la importancia que los profesionales asignan en las primeras etapas.

Figura 4 – Planificación, previsiones y consideraciones. Fuente propia



5. Programación y Control de Obra

Existe una brecha notable entre la teoría de la gestión y la práctica habitual en Córdoba:

Organiza:

- Solo el 23% de los profesionales realiza "siempre" la programación de las obras.
- El cumplimiento de dicha programación es bajo: el 46% admite que la duración real coincide con la propuesta solo "algunas veces", y un 36,8% dice que ocurre "rara vez".
- Eficacia vs. Eficiencia: El 77% de las obras se culminan en su totalidad (eficacia), pero los constantes retrasos demuestran una baja eficiencia en el manejo de los tiempos.
- Gestión de calidad: Solo el 10,3% implementa siempre programas de control de calidad y apenas un 8% organiza bases de datos sobre errores previos para evitar su repetición. Figura 5



Figura 5— Programación y control de las operaciones de construcción. Fuente propia

6. Uso de Nuevas Tecnologías

El nivel de adopción tecnológica muestra una fuerte inclinación hacia herramientas tradicionales frente a las innovadoras:

- Software de diseño: El 90,8% utiliza herramientas como AutoCAD o SketchUp.
- Respecto de BIM (Building Information Modeling), el uso es extremadamente bajo, con solo un 3,4% de adopción. Esto representa una debilidad, ya que el sistema BIM es clave para reducir interferencias y centralizar información técnica. La utilidad de este tipo de herramientas en el diseño y construcción de estructuras se pone de manifiesto en la visualización y detección de interferencias y resoluciones con otros elementos de la construcción.

- Otras herramientas: El 52,9% usa software de programación (como MS Project) y el 31% programas de cálculo estructural. Solo el 20,7% aplica normas de gestión de calidad (ISO 9001) o ambiental. Figura 6



Figura 6 – Programación y control de las operaciones de construcción. Fuente propia

7. Barreras detectadas

Los profesionales identifican como principales obstáculos la falta de experiencia en construcción dentro de las empresas de diseño y la resistencia al cambio (status quo) en las organizaciones. Figura 7



Figura 7 – Barreras de implementación de los programas de constructibilidad. Fuente propia

8. Conocimiento y valoración de la Constructibilidad

La sección final de la encuesta revela una oportunidad de mejora significativa en la formación profesional:

- Desconocimiento del término: El 73,6% de los ingenieros encuestados "no conoce" formalmente la herramienta de gestión llamada "Constructibilidad".
- Aceptación del concepto: Una vez presentada la definición del Construction Industry Institute (CII), el 85,1% se mostró de acuerdo con su planteamiento (integración de experiencia desde el inicio).
- Interés en capacitación: Existe una demanda latente, ya que el 70,1% está interesado en recibir formación sobre esta disciplina. Figura 8

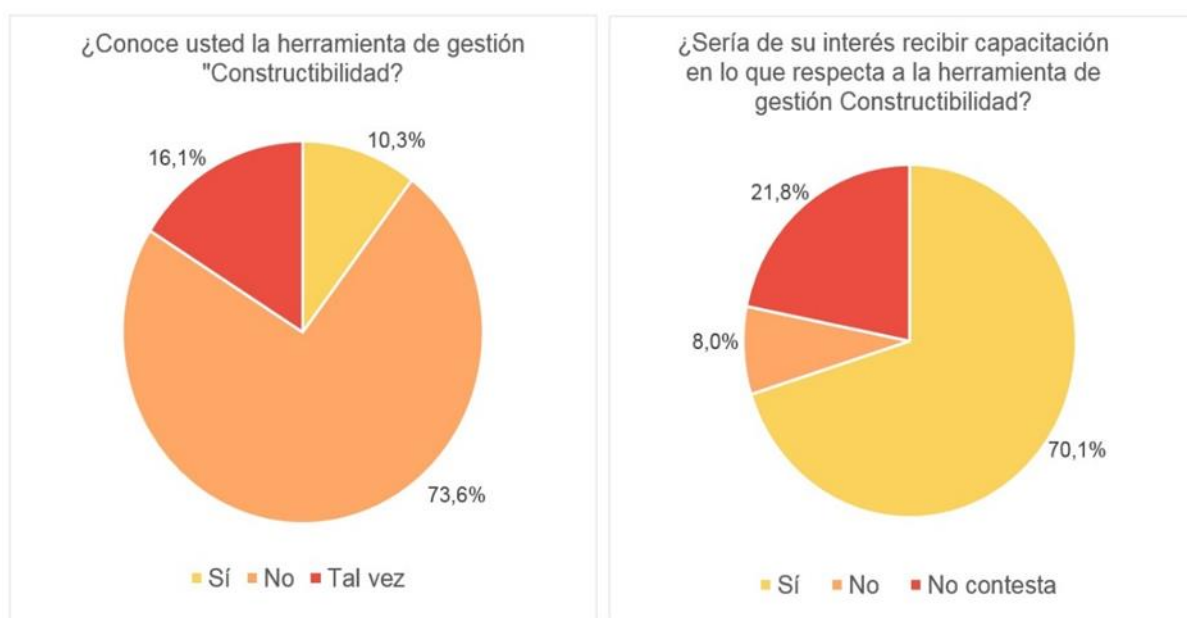


Figura 8 – Conocimientos sobre constructibilidad e interés a recibir capacitación. Fuente propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizado el análisis teórico, queda de manifiesto que la constructibilidad es un concepto que debería ser tenido en cuenta en el desarrollo constructivo (sobre la base de sus lineamientos), desde las ideas preliminares por parte del comitente, durante el diseño, la adquisición de los materiales, la construcción de la obra, hasta la puesta en funcionamiento del proyecto ya concluido. Para que cobre relevancia, la constructibilidad debe ser asumida, en primer término, en el ámbito corporativo. Las empresas deberían generar un compromiso con el uso de la constructibilidad y luego transponer, ese compromiso, al proyecto de obra, teniendo presente que este, junto con la construcción, son sistemas desarrollados por distintos actores a los cuales es necesario coordinar y establecer acuerdos, para definir las mejores resoluciones técnicas – constructivas.

En base al relevamiento a través de la encuesta y su posterior análisis, se pudo observar que es escasa la aplicación teórica y práctica de los conceptos sobre

constructibilidad y las posibilidades que brinda esta herramienta para la optimización de los recursos técnicos y económicos. (Objetivo principal)

Se lograron sistematizar los conceptos de constructibilidad y establecer el estado de situación.

En cuanto al grado de conocimiento de los criterios de constructibilidad, podemos decir que este es exiguo en los profesionales encuestados. Si bien muchos manifiestan no conocer el concepto de constructibilidad, se trasluce que de una forma tácita utilizan ese conocimiento en el proceso constructivo, por lo tanto, es propicio promover el cambio de la naturaleza del conocimiento a nivel explícito, como se comenta en el apartado 6.2.3. (Objetivo secundario)

Por otro lado, es necesario valorar los problemas planteados que se presentan en los estudios y en la construcción de los proyectos. “Las modificaciones durante la ejecución” y “no tener bien organizados los detalles constructivos”, son dos acciones que los profesionales dieron una trascendencia importante. Sería preciso, en tal sentido, realizar planes de acción que contemplen el trabajo en equipo con los diseñadores para dejar en claro todo el proceso constructivo y mediante reuniones técnicas obtener los mejores resultados.

La aplicación de las nuevas tecnologías constructivas, las nuevas formas de comunicación, el uso de modelos computacionales para las resoluciones técnicas y una comunicación integral hará posible una gestión organizada y moderna.

Es preciso, fomentar el desarrollo de los planes de avances de las obras, para generar la anticipación de los esfuerzos necesarios. También, desarrollar los programas de control de calidad en los materiales utilizados y programas de capacitación.

Es importante evaluar y resolver las barreras de implementación de los programas de constructibilidad, tanto a nivel corporativo como de proyecto.

Son muy interesantes las cuestiones planteadas por los profesionales, como la de tener la capacidad a aceptar los cambios, un mayor feedback entre los actores involucrados (diseñadores, proyectistas, calculistas y constructores) y el peso de la experiencia en la construcción y en el diseño.

Para concluir, la constructibilidad es una herramienta de gestión implementada en los países desarrollados que sería preciso usar en la planificación y organización de las obras de ingeniería y arquitectura de nuestro medio.

Se pueden establecer como recomendaciones finales:

- Generar la capacitación continua acerca de la constructibilidad, los distintos enfoques, el modo de abordar el tema por los diferentes países e industrias.
- Usar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TICs) para difundir los conocimientos e implementar su aplicación a través de diferentes medios tecnológicos.
- Desarrollar y presentar por parte de los Colegios Profesionales de ingenieros, arquitectos y constructores cursos cortos de constructibilidad para el desarrollo profesional.

- Fomentar el trabajo en equipo, generando la participación y compromiso de todos los miembros.
- Usar las nuevas herramientas que brinda la tecnología, como los sistemas BIM, las cuales permiten apreciar y actualizar la información concerniente a la obra.
- Generar las bases de datos de las lecciones aprendidas las cuales serán un reservorio de acciones realizadas en el pasado que nos pueden servir para el futuro.

En lo que respecta a la estructura y a su cálculo, el éxito depende de la integración precisa entre el diseño, la normativa y la ejecución en obra. Sin embargo, existen múltiples factores que comprometen su seguridad. En la fase de análisis, la determinación inexacta de las cargas, como la subestimación de ampliaciones futuras o cambios de uso, e inconsistencias en la modelación del suelo suelen alterar significativamente los esfuerzos reales. A esto se suma el desafío de interpretar normativas densas y cambiantes que exigen combinaciones de carga muy estrictas.

Por otro lado, la geometría juega un rol determinante. Las asimetrías en planta desplazan el centro de masa respecto al de rigidez induciendo torsión, mientras que las irregularidades en altura concentran esfuerzos críticos.

Finalmente, la brecha entre la teoría y la práctica agrava el problema. Una excesiva confianza en el software de cálculo sin un criterio físico sólido, sumada a una formación académica orientada al cálculo abstracto en lugar del buen juicio profesional, conduce a errores en la toma de decisiones. Estos descuidos teóricos se trasladan directamente a la obra a través de planos ambiguos, una constante incertidumbre en los materiales, fallos en el hormigonado y una escasez de controles de calidad debidamente reglamentados.

Líneas de investigación posibles a ser consideradas en futuras investigaciones.

- Desarrollar los contenidos y las metodologías educativas para impartirlas en cursos y seminarios.
- Estudiar el estado de situación, los conceptos y problemas con las otras profesiones (arquitectos, constructores, maestros mayores de obra)
- Metodologías para los registros de las lecciones aprendidas.
- Desarrollar estas líneas de investigación a nivel industrial, como por ejemplo en la industria del hormigón elaborado y en la industria del hormigón prefabricado.
- Implementar los conceptos de la constructibilidad en el diseño estructural tanto en obras de ingeniería y como de arquitectura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, G; Hernández, T (2007). "Seguimientos de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimiento de mano de obra". UIS Ingenierías, volumen 6, N° 2.

American Society of Civil Engineers (ASCE). Disponible es <http://www.asce.org/>. Fecha de visita 26 de enero de 2017.

AASHTO (2000). "Constructability review best practice guides." American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C.

ASCE (1991). "Constructability and constructability Programs: White paper." J. of Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, Construction Management Committee, 117(1), 67-89.

Construction Industry Research and Information Association (CIRIA). Disponible en <http://www.ciria.org>. Fecha de última visita 25 de agosto de 2020.

Construction Industry Institute [CII]. (1986). "Constructability A Primer". Austin: Construction. Industry Institute, University of Texas. <http://www.construction-institute.org>. Fecha de última visita 22 de junio de 2026.

Construction Industry Institute Australia [CIIA]. (1996). "Constructability Manual". Brisbane: Construction Industry Institute, Australia.

Delgadino, F (2020). "Córdoba 2030". Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y N. Libro digital, PDF. ISBN 978-950-33-1583-5

Hernández Sampieri, Roberto (2008) "Exploración del modelo de los valores de competencia en el medio laboral mexicano". Disponible en <https://www.udec.edu.mx/tesis/Hern%C3%A1ndez-Sampieri.Propuesta%20de%20un%20Sistema%20b%C3%A1sico%20de%20indicadores%20de%20desempe%C3%B1o%20y.pdf>. Fecha de visita 24 de junio de 2026.

García Navarro, Justo (2015) "Principios generales y conceptos fundamentales de la sostenibilidad aplicada al sector de la construcción. Sostenibilidad edificatoria: rehabilitación de viviendas sociales" - © Los autores - ISBN: 978 84 7292 397 3

Gambatese, J., Dunston, P. & Pocock, J. (2007). "Constructability concepts and practice". Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.

Gambatese, J. & Dunston, P. (2007). "Constructability as a Project Lifecycle Property". En Constructability - Concepts and Practice (págs. 26 - 37). Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja – CSIC. Disponible en <http://www.ietcc.csic.es/index.php/es/>. Fecha de visita 12 de diciembre de 2016.

Lago, F. (2019) "Construir 2030: pensando el futuro 2020-2019" – ISBN 978-987-4401-61-8 – Buenos Aires

Loyola Vergara, M., & Goldsack Jarpa, L. (2010). "Constructividad y Arquitectura". Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Marradi, A.; Archenti, N.; Piovani, J.A. (2007) "Metodología de las Ciencias Sociales". Buenos Aires: Emecé Editores.

Mintzberg, H (1991). "Diseño de organizaciones eficientes". Editorial El Ateneo. ISBN 950 – 02 - 3611 - 7

Pellicer Armiñana, T. M. (2003). "La gestión en las empresas constructoras: Análisis, diseño y desarrollo de un modelo de control". Valencia: Tesis Doctoral.

Rezzónico, R.; Rezzónico S. (2012) "Claves para optimizar la gestión del conocimiento en los ámbitos educativos, científicos, académicos y empresariales: hacia estudios, investigaciones, informes y comunicaciones más inteligentes, rigurosos y efectivos". Córdoba: Tech-Mind_Ed, 1° Edición. Pag.113. ISBN: 987-987-27167-2-1

Sabino, C. (1992). "El proceso de Investigación". Caracas: Panapo.

Salas Serrano, J. (2015). "Las ingentes necesidades de materiales de construcción de: autóctonos e importados para viviendas en mercados de países en desarrollo". Madrid: Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja. CSIC.

Sathyanarayanan, R. (2007). "Constructability Review Process – A Summary of Literature". En Constructability - Concepts and Practice (págs. 6 - 24). Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.

Serpell, A. (2002). "Administración de operaciones de construcción". México: Universidad Católica de Chile.

Stumpf, P et al. (2014). "La constructibilidad utilizando hormigón prefabricado" - Memorias Editadas, ISBN 978-987-21660-7-6

Villegas Flores, N. (2013). "El desarrollo de infraestructura como indicador de crecimiento de un país". Foz de Iguazu: Forum Latinoamericano de Engenharia.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Ingenieros Civiles de la Provincia de Córdoba, a sus autoridades, a las autoridades de la Regional Capital, Ing. Ludovico Piva e Ing. Héctor Gattavara, por haber permitido que se pudiera acceder a la comunicación con los profesionales Ingenieros Civiles de la ciudad de Córdoba, base de este estudio.

A la profesora Ana María Armesto, por hacer los aportes precisos para este estudio.