



Universidad Nacional de
Mar del Plata

Universidad Nacional
de General Sarmiento



7º Edición

Maestría en Economía y Desarrollo Industrial

Mención en la Pequeña y Mediana Empresa

**“La construcción residencial en Argentina: cambios a la luz
del nuevo paradigma tecno-económico”**

Estudiante: Hernán Braude

Director de Tesis: Dr. Sebastián Sztulwark

Fecha de Defensa:
04/11/2015

Jurado:

Andrés Peña
Jurado Externo

Roberto Bisang
Jurado Externo

José Borello
Jurado

AÑOS DE
CURSADA

2008/2009



La construcción residencial en Argentina: cambios a la luz del nuevo paradigma tecno-económico

Hernán Braude



FORMULARIO "E"

TESIS DE POSGRADO

Este formulario debe figurar con todos los datos completos a continuación de la portada del trabajo de Tesis. El ejemplar en papel que se entregue a la UByD debe estar firmado por las autoridades UNGS correspondientes.

Niveles de acceso al documento autorizados por el autor

El autor de la tesis puede elegir entre las siguientes posibilidades para autorizar a la UNGS a difundir el contenido de la tesis: (resaltar la opción elegida)

a) Liberar el contenido de la tesis para acceso público.

a. Título completo del trabajo de Tesis:

"La construcción residencial en Argentina: cambios a la luz del nuevo paradigma tecno-económico"

b. Presentado por (Apellido/s y Nombres completos del autor):

Braude, Hernán Leonardo

c. E-mail del autor: hernanbraude@hotmail.com

d. Estudiante del Posgrado (consignar el nombre completo del Posgrado):

"Maestría en Economía y Desarrollo Industrial con mención en la PyME."

e. Institución o Instituciones que dictaron el Posgrado (consignar los nombres desarrollados y completos):

Universidad Nacional de General Sarmiento y Universidad Nacional de Mar del Plata.



- f. Para recibir el título de (consignar completo):
"Magister en Economía y Desarrollo Industrial. Mención en la Pequeña y Mediana Empresa."
- a) Grado académico que se obtiene: Magíster
b) Nombre del grado académico:
"Economía y Desarrollo Industrial con mención en la Pequeña y Mediana Empresa."
- g. Fecha de la defensa: 04 /11/ 2015
- h. Director de la Tesis (Apellidos y Nombres): Dr. Sztulwark, Sebastián
- i. Tutor de la Tesis (Apellidos y Nombres):
- j. Colaboradores con el trabajo de Tesis: Mg. Barletta, Florencia
- k. Descripción física del trabajo de Tesis (cantidad total de páginas, imágenes, planos, videos, archivos digitales, etc.): 95 pág
- l. Alcance geográfico y/o temporal de la Tesis: Argentina. Segunda Posguerra al presente.
- m. Temas tratados en la Tesis (palabras claves): Construcción residencial, TICs, Paradigma tecno-económico, Cadenas de Valor, Innovación
- n. Resumen en español (hasta 1000 caracteres):

El objetivo de esta tesis es analizar cualitativamente el modo en que el nuevo paradigma tecno-económico impactó sobre la industria de la construcción residencial argentina. Se adopta una perspectiva histórica y un marco analítico que conjuga los aportes de la economía de la innovación con el enfoque de cadenas de valor.

El trabajo muestra que la incorporación de TICs incidió fundamentalmente sobre los segmentos intensivos en conocimiento: diseño, administración, gestión y comercialización. Por esa vía, se redujo la duración de los proyectos constructivos y se elevó la calidad del producto, a través de una mayor adaptación a los requerimientos del cliente final. A su vez, el enfoque permite advertir una temprana e intensiva implementación de las nuevas formas organizacionales. Ello contrasta con la situación en el paradigma anterior, donde el cambio tecnológico afectó principalmente sobre la etapa de la obra y la producción en masa tuvo escasa incidencia.

Finalmente, al tiempo que matiza la visión existente sobre su carácter poco innovador, esta investigación identifica posibles factores explicativos de la menor difusión que, respecto a otras actividades, las TICs tuvieron en esta industria.



o. Resumen en portugués (hasta 1000 caracteres):

O objetivo deste trabalho é analisar qualitativamente como o novo paradigma técnico-econômico impactou sobre a indústria da construção residencial argentina. Adota-se uma perspectiva histórica e um quadro analítico que combina as contribuições da economia da inovação com a abordagem de cadeia de valor.

O trabalho mostra que a incorporação das TICs impactaram principalmente em segmentos intensivos em conhecimento: design, administração, gestão e marketing. Deste modo, a duração dos projectos de construção foi reduzido e a qualidade do produto incrementada, através de uma melhor adaptação aos requisitos do cliente final. Por sua vez, a abordagem permite advertir uma antecipada e intensiva implementação de novas formas organizacionais. Isto contrasta com a situação no paradigma anterior, onde a mudança tecnológica havia afetado principalmente a fase da obra e a produção em massa teve pouco impacto.

Finalmente, enquanto relativiza a visão existente do seu carácter pouco inovador, esta pesquisa identifica potenciais factores explicativos para a menor difusão que, em relação a outras actividades, as TICs tiveram nesta indústria.

p. Resumen en inglés (hasta 1000 caracteres):

The aim of this thesis is to qualitatively analyze the way in which the new techno-economic paradigm impacted on the Argentine real estate industry. A historical perspective and an analytical framework that combines the contributions of the economy of innovation with value chain approach is adopted.

The work shows that the incorporation of ICTs impacted mainly on knowledge-intensive segments: design, administration, management and marketing. In this way, the duration of construction projects was reduced and product quality increased through a better adaptation to the requirements of the end customer. In turn, the approach put in evidence an early and intensive implementation of new organizational forms. This contrasts with the situation of the previous paradigm, where technological change affected primarily "on site" works, and mass production had little impact.

Finally, while it provides a more nuanced angle to the existing vision of its low-innovative behavior, this research also identifies potential explanatory factors for the lower penetration ICTs have had in this industry in comparison to other activities



q. Aprobado por (Apellidos y Nombres del Jurado):

Bisang, Roberto

Borello, José

Peña, Andrés

Firma y aclaración de la firma del Presidente del Jurado:

Firma del autor de la tesis:



Índice

1. Introducción.....	8
2. Marco teórico- conceptual	15
2.1 Paradigmas tecno- económicos.....	16
2.2 Cadenas o redes de valor	22
2.3 La conceptualización de la innovación	24
2.4 Relación entre innovación y productividad.....	26
3. Enfoque Metodológico.. ..	29
4. La cadena de la construcción residencial argentina y los paradigmas tecno- económicos.....	35
4.1. La era del petróleo y la producción en masa:	35
4.1.1 La revolución tecnológica	35
4.1.2 La revolución organizativa	43
4.2. La era de las TICs y la producción flexible:	43
4.2.1 La revolución tecnológica	46
4.2.1.1. TICs según carácter.....	47
4.2.1.2 TICs según función.....	51
4.2.1.2.1. Concepción	52
4.2.1.2.2. Diseño	53
4.2.1.2.3. Obra	58
4.2.1.2.4. Administración y gestión	60
4.2.1.2.5. Comercialización.....	64
4.2.2. La revolución organizativa.....	66
5. Conclusiones.....	76
Bibliografía.....	83
Anexo	92



1. Introducción

La construcción residencial es usualmente concebida como una actividad tradicional, escasamente innovadora y, por tanto, caracterizada por bajos incrementos de productividad, tanto a nivel global como en la Argentina en particular. Esta descripción resulta una imagen fácilmente asimilable para el común de la gente, con sólo contrastar los cambios que han acontecido en los últimos 20-25 años en tareas tan variadas como los trámites bancarios, los diagnósticos e intervenciones médicas o la planificación y gestión de viajes con la, prácticamente imperceptible, alteración que experimentó el proceso de construcción de edificios.

Lo que subyace a los cambios radicales que experimentaron aquellas actividades es la emergencia, a principios de la década del '70, de un nuevo paradigma tecno-económico, consistente en la irrupción de un cambio radical en materia tanto tecnológica como organizacional. En el primer caso, se produce la aparición de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (en adelante, TICs). Su surgimiento da pronto lugar al desarrollo de una nueva actividad económica, con sus empresas y recursos humanos especializados, requerimientos de capital e infraestructura específicos, etc. Pero además, la difusión transversal -a distinto ritmo y grado de penetración según sector, país o incluso región- de sus avances al resto del entramado productivo se transformará en el principal factor detrás del incremento de la productividad a nivel sistémico. En el segundo caso, los cambios organizacionales se expresan en la flexibilización de los procesos productivos, acompañada de la emergencia de un proceso de fragmentación de la producción que conduce a la desintegración vertical y la organización en red de las diferentes actividades.

Siguiendo este razonamiento, lo que explicaría la relativamente marginal mutación de la construcción residencial sería su limitada incorporación a los parámetros del nuevo paradigma. Hecho que, en principio, se condice con lo que a primera vista se puede constatar en la mayor parte de las obras.

En este marco, el objetivo general de este trabajo es analizar cualitativamente las formas bajo las cuales estos cambios se manifestaron en la industria de la



construcción residencial argentina. Las preguntas que guían esta investigación son las siguientes: ¿cuáles tecnologías de la información y la comunicación fueron introducidas en los últimos 20 años por los diferentes actores de la cadena? ¿Cuáles fueron los cambios que tuvieron lugar a nivel organizacional en la cadena en su conjunto? ¿Cómo se combinan las revoluciones tecnológica y organizacional en el proceso de producción de la construcción? ¿De qué manera impactaron sobre la productividad de las diferentes actividades directamente involucradas a lo largo del proyecto constructivo?

El interés en responder estas preguntas deviene de la importancia económica y social de la actividad. El valor agregado por el sector de la Construcción representa en Argentina entre el 5% y el 7% del producto, dependiendo del año. Esto es sin contemplar los servicios de arquitectura y diseño o el personal demandado para la comercialización primaria y secundaria de los activos inmuebles; y sin considerar su impacto a través de la demanda de insumos y bienes de capital. Asimismo, dada su mayor intensidad relativa en términos de la demanda de mano de obra, su incidencia es aún mayor en el total del empleo. En efecto, según datos consignados por el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, su peso en el total del empleo formal se ubicó en los últimos años entre el 5% y 6%, mientras que si se asimilan también los puestos de trabajo no registrados dicho porcentaje asciende por encima del 9% (Encuesta Permanente de Hogares, INDEC).

Asimismo, la construcción es el principal destino de las inversiones en el país. En efecto, tomando nuevamente los últimos 10 años, la inversión en construcción representó entre el 56,5% (año 2011) y el 63,5% (año 2009) de la Inversión Bruta Interna Fija. De allí que su nivel de productividad se transforme en un verdadero determinante estructural del nivel de competitividad sistémica, más aún si se tiene presente que su período de amortización resulta significativamente más largo que el de la Inversión Bruta Interna en Equipos Durables de Producción.

Entre las diferentes tipologías constructivas, la residencial es la más relevante en términos económicos. Según el Indicador Sintético de la Actividad de la



Construcción (ISAC) elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la Argentina (INDEC), el bloque de *Edificios para vivienda* representa el 50,85% de la actividad sectorial (base 2004). A su vez, la construcción de edificios predomina por sobre la de casas: según la última estadística disponible (año 2012) sobre permisos de edificación en 188 municipios del país, la vivienda multifamiliar representó el 61% del total de la superficie permitada para vivienda (que a su vez representó el 65,9% del total de la superficie permitada), correspondiendo el porcentaje restante a la vivienda unifamiliar. Adicionalmente, el bloque de *Edificios para otros destinos* concentra el 24,59% de la actividad sectorial. Dicho bloque incluye entre sus principales tipologías de obra a la edificación de oficinas, que en términos tecnológicos y organizacionales se asimila en gran medida a las características de la construcción residencial en los grandes centros urbanos.

Más allá de su relevancia económica, la inversión (compra) o gasto (alquiler) en vivienda tiene una elevada importancia social, en la medida que no sólo es el ámbito donde se desarrolla la mayor parte de la vida familiar, sino que, además, constituye uno de los principales componentes del patrimonio o presupuesto de los hogares. A modo de ejemplo, según la última Encuesta de Gasto de Consumo de los Hogares Urbanos realizada por el INDEC, el rubro Vivienda y Alquiler representaba entre el 32% y el 60% (en escala ascendente según quintil de ingreso) del Gasto Básico no Alimentario.

A pesar de todo esto, tanto a nivel internacional, como particularmente en la Argentina, la industria ha recibido una atención muy escasa desde el ámbito de la economía industrial. Y menos aún en lo que tiene que ver con su dinámica de cambio tecnológico y organizacional.

Este aparente desinterés podría responder a una cuestión más general, asociada al hecho de que la mayor parte de los análisis que intentan explicar las características de los procesos innovadores se han centrado en la industria



manufacturera; y, en los casos en los que se extendieron a otros sectores de actividad, se ha tendido a utilizar el mismo enfoque¹.

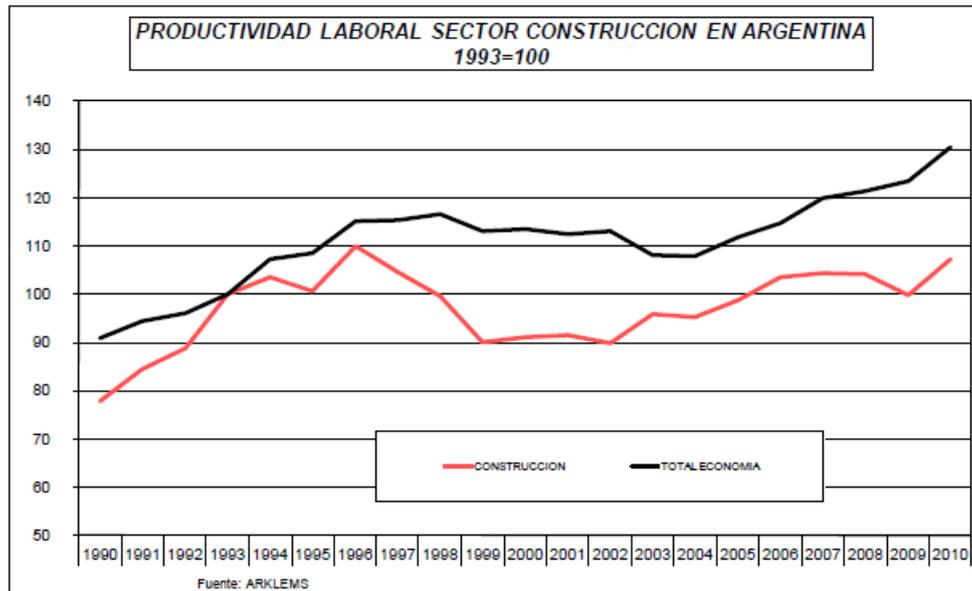
Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la construcción es caracterizado como un sector “low-tech”, con bajos niveles de gasto en I+D (Hatzichronoglou, 1997), lo que llevaría a concluir que esta actividad se ubica entre los sectores menos innovadores, restando interés a las consideraciones sobre el cambio tecnológico y organizacional en ella. Sin embargo, la literatura ha mostrado que el proceso de innovación en servicios es afectado por las características específicas de estos referidas a la inmaterialidad, la continua reconfiguración de la oferta y la simultaneidad entre provisión y consumo (Gallouj y Weinstein, 1997; Djellal y Gallouj, 1999; Coombs y Miles, 2000). En la industria de la construcción, que comparte todas estas características, la oferta está altamente customizada y las posibilidades de estandarización son bajas (Gambatese y Hallowell, 2011), por lo que, desde un enfoque puramente “asimilacionista”, que interprete cada nuevo producto como un nuevo proyecto, se derivaría que la innovación forma parte de la naturaleza misma de la actividad².

Lo cierto es que esa visión resultante de la asimilación de enfoques conceptuales condice con una percepción general que tiende a pensar la industria como un sector tradicional, no innovador y poco productivo. Apreciación que se ve respaldada por la evidencia empírica disponible (Coremberg, 2013), que muestra que la productividad laboral y total de los factores del sector construcción en Argentina presenta una desaceleración durante la última década con respecto a los 90s.

¹ Esto es así, principalmente, porque la información con la que se cuenta es la misma para todos los sectores. En los casos en los que las encuestas tecnológicas se aplican a sectores no manufactureros, como por ejemplo la CIS (Community Innovation Survey) de la Unión Europea, se utiliza el mismo cuestionario para todos los relevamientos.

² Problemas similares surgen cuando se analiza la innovación en otros sectores no manufactureros. Por ejemplo, en la industria del de software, en especial en aquellas empresas dedicadas a realizar desarrollos a medida.

Gráfico I – Productividad laboral del Sector Construcción. 1990 – 2010 (Índice Base 1993 = 100)

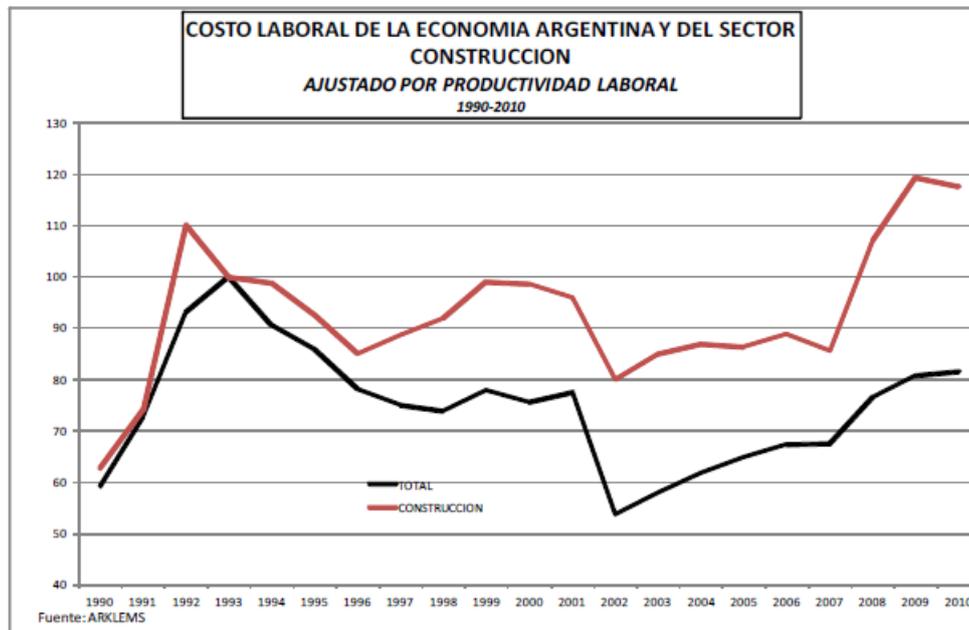


Fuente: Coremberg (2013)

Según el autor, “el reducido dinamismo de la productividad laboral no pudo compensar los incrementos de costos laborales nominales y reales que sufrió el sector desde comienzos de la reactivación económica del presente siglo. La desaceleración de la productividad laboral se debe principalmente al insuficiente incremento del stock de capital y a la caída en la eficiencia productiva captada a través de la productividad total de los factores”.

Sin embargo, esta mirada parcial no permite captar las significativas transformaciones que se operaron en la industria y que llevan, incluso, a poner en tela de juicio las afirmaciones sobre su carácter tradicional y poco innovador. Lo que este trabajo sostiene es que, en el contexto del nuevo paradigma, el marco analítico y conceptual apropiado para analizar los cambios en el nivel de productividad no es a nivel de sectores, sino de cadenas o redes de valor.

Gráfico II – Costo laboral de la economía argentina y del sector Construcción, ajustado por productividad laboral. 1990 – 2010 (Índice Base 1993 = 100)



Fuente: Coremberg (2013)

Esta investigación busca resaltar el proceso de fragmentación y reorganización “industrial” de la producción que tuvo lugar en la actividad constructora, lo que conlleva la necesidad de adoptar un enfoque integral que entienda a la industria como un conjunto de actores interrelacionados que actúan en diferentes etapas del proyecto constructivo, que comienza con la concepción de la idea y termina con la ejecución de la obra y/o la venta.

En este escenario, la principal hipótesis de la investigación es que la adopción y difusión de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación tuvo fundamentalmente lugar en las etapas de diseño, administración y gestión y comercialización de la cadena de valor de la construcción residencial. Consecuentemente, es en ellas –salvo la de comercialización, las menos visibles para el “consumidor final”- en donde se debieran verificar los impactos más significativos sobre la productividad. A través de los efectos en esas etapas y de la disminución en los costos de coordinación entre actores ahora segmentados, las TICs contribuirían al incremento de la productividad de la cadena en su conjunto, aunque no fuese dable esperar cambios de relevancia en la etapa de obra, como se desprende del trabajo de Coremberg.



El planteo de esta hipótesis se da sobre la base de que estas tecnologías elevan fundamentalmente las capacidades intelectuales del hombre, en contraposición a lo que acontecía en el paradigma previo, en el que se potenciaban fundamentalmente las capacidades motrices. Por lo tanto, es de esperar que su impacto positivo sea más evidente en las etapas del proyecto relativamente más intensivas en conocimiento y menos evidente en las etapas más intensivas en el uso de la fuerza motriz (ejecución de la obra)

El trabajo se organiza de la siguiente manera. En la primera sección se presenta el marco analítico y conceptual, que reúne los enfoques de la economía de la innovación y de redes o cadenas de valor. En la segunda sección se detalla el abordaje metodológico. En la tercera se describen las tecnologías y el modo organizacional predominante en la industria de la construcción residencial bajo el paradigma previo y el vigente actualmente. En particular, se detallan los mecanismos por los cuales las nuevas tecnologías impactan sobre la productividad de la cadena de valor del proyecto constructivo. Finalmente, se presentan las conclusiones.



2. Marco teórico - conceptual

El marco conceptual de esta investigación reúne elementos del enfoque de la economía de la innovación en sentido amplio (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Freeman, 1987; Nelson y Winter, 1982; Cohen y Levinthal, 1990; Teece y Pisano, 1994).

El punto de partida de este trabajo se apoya en los aportes realizados en torno a la idea de paradigmas tecno-económicos a nivel global. El primer apartado presenta qué se entiende por paradigmas, cuáles son sus principales características y cómo se manifestaron a lo largo de la historia económica mundial.

A su vez, bajo el actual paradigma tecno-económico centrado en las TICs adquiere especial importancia el concepto de redes o cadenas de valor. Ello se debe a una serie de factores fundamentales, como ser: i) la fragmentación del proceso productivo; ii) la complejidad del proceso de conocimiento y iii) la creciente diferenciación de producto, posibilitado por las nuevas condiciones de producción y apoyado en las tendencias de consumo. El enfoque de redes de valor se presenta entonces en el segundo apartado de este marco conceptual, lo que permite también entender el carácter sistémico de la innovación, en la medida que ésta emerge como consecuencia de un proceso interactivo basado en el desarrollo de complementariedades de conocimiento entre los diferentes actores de un sistema o red.

La emergencia de una nueva matriz de conocimiento asociada a la introducción y la difusión en la estructura productiva de innovaciones radicales se halla en el centro de cada nuevo paradigma. Por ello el tercer apartado apunta a desarrollar de manera estilizada los conceptos generales sobre los diferentes tipos de innovación identificados por la literatura. Finalmente, en el cuarto apartado se reseñan brevemente los mecanismos a través de los cuales los procesos de innovación se traducen en incrementos de la productividad.

Estos elementos teóricos permitirán describir, en el capítulo siguiente, la cadena de valor de la construcción residencial, poniendo especial énfasis en



comprender los cambios ocurridos luego de la emergencia del nuevo paradigma tecno-económico, en términos de la forma de organización de la cadena y del impacto de las nuevas tecnologías en los diferentes eslabones.

2.1 Paradigmas tecno - económicos

Las principales contribuciones realizadas a la literatura sobre la emergencia y difusión de las revoluciones tecnológicas fueron desarrolladas por autores inscriptos en el pensamiento evolucionista (Freeman, *et al*, 1982; Dosi, 1982; Freeman y Perez, 1988; Perez, 2000).

La piedra basal de estas ideas se encuentra en la noción de “ondas largas” de Schumpeter (1942), que se manifiestan a través de “vendavales” de destrucción creativa. En *Capitalismo, Socialismo y democracia* (1942) Schumpeter realiza un análisis histórico de las ondas largas asociadas a diferentes revoluciones industriales. Según el autor, cada una de estas ondas tiene un pico, pero a la vez comprende ciclos cortos de desenvolvimiento con distintas etapas de destrucción creativa. En cada una de las ondas hay un rejuvenecimiento recurrente del aparato productivo que se da dentro de los ciclos largos.

Estas ideas de Schumpeter son retomadas después por Perez (2000), a partir de la noción de paradigmas tecno-económicos. Desde este enfoque, la emergencia de nuevos paradigmas tecno-económicos hace referencia a una transformación del patrón tecnológico y organizativo, que tiene lugar a nivel global y que cambia el sentido común en relación a las prácticas más eficientes, tanto en la producción como en las demás actividades asociadas. En palabras de Perez: *“Cada una de esas revoluciones comprende la constelación de tecnologías, productos, procesos e industrias nuevas, por una parte, y por la otra un poderoso conjunto de tecnologías genéricas capaces de modernizar y rejuvenecer todo el resto del aparato productivo, brindando los medios para dar un salto cuántico en productividad. Esta es la verdadera base del cambio de paradigma. Es precisamente porque el cambio es generalizado y de alcance prácticamente universal que cada revolución tecnológica lleva a un cambio de*



sentido común. Cuando las máquinas herramienta tienen control numérico dan un salto en precisión y velocidad que supera de lejos los límites impuestos por la dirección manual y modifica radicalmente lo que se puede hacer” (Pérez, 2000)³.

En esta línea, cada paradigma involucra: i) la emergencia de innovaciones radicales, ii) la amplia difusión en toda la estructura productiva y iii) el aumento de la productividad de las actividades económicas. En relación al primer aspecto, es relevante la distinción entre innovaciones radicales e incrementales. Las primeras se asocian a saltos tecnológicos y discontinuidades que conducen a cambios de paradigma, mientras que las segundas se refieren a cambios a lo largo de una determinada trayectoria tecnológica en el marco de un paradigma global existente (Dosi, 1982). En algunos casos, la emergencia de una nueva matriz de conocimiento da lugar al surgimiento de nuevos sectores hasta entonces ausentes, y que conduce a procesos de cambio estructural.

El segundo aspecto indica que en el marco de un nuevo paradigma, los cambios tecnológicos se difunden mucho más allá de los sectores en los que se desarrollaron originalmente. Ocurre así un proceso de reconversión y modernización del aparato productivo existente mediante la incorporación y adopción de las nuevas tecnologías. Por ello, las innovaciones radicales que explican cada paradigma constituyen tecnologías genéricas o transversales que, mediante la introducción en otros sectores de actividad, dan lugar a la reducción en los costos de producción e incrementos de la productividad de la estructura económica en su conjunto (factor 3).

Sin embargo, el proceso de difusión de las tecnologías genéricas que forman parte del *core* del nuevo paradigma está lejos de ser automático y homogéneo. Las posibilidades de aprovechar estos cambios tecnológicos y absorber los beneficios potenciales de incorporar las nuevas tecnologías dependen de un

³ Aquí es importante hacer la distinción entre paradigmas puramente tecnológicos y paradigmas tecno-económicos. Mientras que los primeros tienen un alcance acotado a ciertos sectores de actividad, los segundos no sólo incluyen varios paradigmas tecnológicos sino también formas de organización e instituciones que abarcan al conjunto de actividades de la economía (Lavarello y Gutman, 2014).



amplio conjunto de factores que hacen que el proceso de difusión sea altamente heterogéneo entre firmas, sectores y países. Estos factores hacen referencia a: i) las características intrínsecas de las firmas, en términos del desarrollo de sus capacidades tecnológicas y de absorción; ii) las especificidades sectoriales que, en términos de Malerba y Orsenigo (1997), pueden sintetizarse en el grado de acumulatividad, apropiabilidad y la base de conocimientos; iii) las características institucionales del entorno mesoeconómico en el que las firmas operan; y iv) el ambiente macro – económico, político y sociocultural-. Todos estos factores afectan las características y el ritmo del proceso de difusión de las innovaciones en el tejido productivo de los países.

Perez (2005) identifica cinco paradigmas tecno-económicos desde la primera revolución industrial, que se sintetizan en la Tabla 1. Cada revolución tecnológica se desarrolla en un sector de la actividad económica de un país en particular, que se constituye en el líder global durante una primera fase previa a la difusión de las nuevas tecnologías a otros países. En el marco de los objetivos planteados en este trabajo, los paradigmas relevantes son el cuarto y, particularmente, el quinto.

La cuarta revolución tecnológica tiene lugar a principios del siglo XX, cuando se articulan un conjunto de innovaciones basadas en el motor de combustión interna y los desarrollos derivados del uso del petróleo, y que encuentra en la producción (y consumo) en masa su expresión a nivel organizacional.



Tabla 1 Paradigmas tecno - económicos globales.

Revolución tecnológica	Nombre popular de la época de la revolución	País o países-núcleo	Big-bang iniciador	Año
Primera	Revolución industrial	Inglaterra	Apertura de la hilandería de algodón de Arkwright en Cromford	1771
Segunda	Era del vapor y los ferrocarriles	Inglaterra (difundiéndose hacia Europa y EEUU)	Prueba del motor a vapor Rocket para el ferrocarril Liverpool-Manchester	1829
Tercera	Era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada	EEUU y Alemania sobrepasando a Inglaterra	Inauguración de la acería Bessemer de Carnegie en Pittsburgh, Penssylvania	1875
Cuarta	Era del petróleo, el automóvil y la producción en masa	EEUU y Alemania (rivalizando al inicio por el liderazgo mundial). Difusión hacia Europa	Salida del primer modelo "T" de la planta Ford en Detroit, Michigan	1908
Quinta	Era de la informática y las telecomunicaciones	EEUU (difundiéndose hacia Europa y Asia)	Anuncio del microprocesador Intel en Santa Clara, California	1971

Fuente: Carlota Perez, 2005.

Tal como señala Fajnzylber (1983), este paradigma consolida su propagación hacia Europa occidental y Japón a partir de la segunda pos-guerra. Hasta ese entonces, el carbón era en esos territorios la principal fuente de combustible, y la carboquímica aparecía como un sector con gran potencialidad. En él, la petroquímica (con la producción de plástico y la sustitución de productos naturales por sintéticos) y la metalmecánica (bienes de capital y los bienes de consumo durable, como los electrodomésticos y los automóviles) se transforman en los sectores más dinámicos. Su difusión transversal hacia el resto de las actividades productivas (incluyendo entre ellas a las realizadas en los hogares) se constituye en la principal vía de aumento de la productividad sistémica.

Pero hacia finales de la década del '60, ese patrón industrial (en términos de Fajnzylber) comenzó a evidenciar signos de agotamiento. La saturación (menor margen de expansión) de la demanda de bienes durables y del reemplazo de productos naturales por sintéticos, la creciente presión salarial (*vis a vis* la



reducción en la tasa de crecimiento de la productividad), la mayor carga fiscal resultante de la ampliación de las funciones estatales y, finalmente, la fuerte suba del precio del petróleo, daban cuenta de ello, y las tasas de crecimiento económico descendieron sensiblemente en los países desarrollados.

En paralelo, aunque menos evidente, tenía lugar un profundo cambio cultural, que socavaría las bases del patrón de consumo de masas y abriría paso a la demanda de productos diferenciados; el consumo como acto performativo de la propia identidad. La revolución cultural que Hobsbawn (2007, p336) definió como *“el triunfo del individuo sobre la sociedad o, mejor, como la ruptura de los hilos que hasta entonces habían imbricado a los individuos en el tejido social”*.

El progresivo agotamiento del paradigma tecno-económico que había vivido su momento de esplendor desde la finalización de la segunda guerra mundial disparó cambios en las estrategias empresarias y profundas transformaciones institucionales. Por esos años comenzó la deslocalización de procesos productivos, fundamentalmente de empresas estadounidenses, hacia los países del sudeste asiático, en particular Corea del Sur. Primero apoyándose en importaciones de fabricantes asiáticos, luego radicando inversiones directas y desarrollando sus propios proveedores, este fenómeno, consistente en el aprovechamiento por parte de las firmas crecientemente transnacionalizadas de la mano de obra barata y disciplinada de los países sub-desarrollados, adquiriría su máxima expresión décadas más tarde, con la contribución de las reformas de apertura llevadas adelante en la República Popular China.

Por otra parte, hacia finales de la década del '70 y principios de la del '80, Gran Bretaña primero y Estados Unidos después encararían reformas que conducirían a una menor participación estatal y una mayor desregulación de las actividades económicas, por un lado, y una desgravación impositiva, por el otro.

En este contexto, comenzó a desplegarse el paradigma tecno-económico actual, que surge de grandes cambios ocurridos a nivel tecnológico y organizacional. El primero es la revolución de las Tecnologías de la Información



y la Comunicación, que se inicia en los Estados Unidos y se difunde al resto del mundo desde los años 70s. Esta revolución continúa en la actualidad con un ritmo de actualización tecnológica muy elevado, que se manifiesta en la reciente irrupción de las nuevas tecnologías digitales y que incluyen desde la robótica hasta la manufactura aditiva (impresión 3D).

El segundo lo constituye la revolución organizativa, desarrollada en Japón y difundida al resto del mundo desde los 80s (Pérez, 2000). Los cambios en los principios, prácticas y modelos organizativos del nuevo paradigma tecnológico se reflejan en el avance de la especialización y la segmentación de la producción en diferentes localizaciones. En otras palabras, se tiende a reducir considerablemente el grado de integración vertical a partir de la difusión y generalización de los procesos de *outsourcing* y *offshoring* a nivel global.

Este proceso, que como vimos se inició en los Estados Unidos sobre la base de la estrategia de las firmas de deslocalizar ciertos eslabones de la cadena productiva hacia regiones que ofrecían ventajas de costos, resulta también funcional en un contexto internacional signado por un cuadro contrapuesto al que se observaba en las décadas posteriores a la segunda guerra: tasas de interés reales positivas, que penalizan el “hundimiento” de capital; fuerte volatilidad de los tipos de cambio (luego de que Estados Unidos abandonara, a principios de los años ´70, la paridad fija con el oro), que alteran las ecuaciones de costos y promueven el desplazamiento relativamente continuo de la producción hacia localizaciones con dólar “caro”); y creciente apertura comercial, a partir de la conformación de bloques regionales y los acuerdos en el marco del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) primero, y la Organización Mundial de Comercio después.

Ante este fenómeno, la expansión de las TICs contribuyó a reducir fuertemente los costos de coordinación, logística y monitoreo de operaciones realizadas en forma geográficamente descentralizada, permitiendo operar en tiempo-real en distintas partes del mundo. Esta segmentación se pone de manifiesto en los nuevos modelos de organización y coordinación de la producción a través de la



emergencia de las cadenas globales de valor –idea que se profundiza en el apartado siguiente-. Esta forma de organización lleva en sí la expansión de los flujos de comercio y es el aspecto diferencial, en materia productiva, del actual proceso de globalización, imponiéndose como una nueva matriz para producir y operar en la economía global. Sin embargo, las posibilidades de segmentar la producción están asociadas no sólo a la manera en la que se adoptan y difunden las nuevas tecnologías al interior de cada sector, sino también a las características intrínsecas de los procesos productivos de los diferentes sectores (CAC, 2008)⁴.

En segundo lugar, las capacidades de organización interna de las empresas se ampliaron significativamente, dando lugar a modelos de organización más flexibles que permiten la implementación de métodos como el *just in time*, que reducen los costos asociados a la acumulación de stocks y acotan el margen de error en los procesos de elaboración. A su vez, la flexibilización de los métodos de producción permite a las empresas lograr una mejor adaptación de la oferta a la demanda y responder ante cambios y diversificación de la misma.

2.2 Cadenas o redes de valor

El enfoque de cadenas de valor utilizado desde principios de los 80s (Porter, 1980; 1985) permite realizar un análisis más general para entender las características productivas de los diferentes eslabones que intervienen en la agregación de valor de un producto final. Este enfoque es particularmente relevante en el marco del nuevo paradigma tecno- económico, dado que permite explicar el nuevo modelo organizativo de la mayor parte de los sectores de actividad económica, donde el proceso de producción está altamente fragmentado, en oposición a la integración vertical completa, donde la mayoría de las etapas productivas ocurren al interior de una misma empresa, reduciendo así el número de relaciones de intercambio y centralizando las decisiones de producción.

⁴ Esta aclaración es relevante para la industria de la construcción donde no es posible disociar el lugar de la producción del proyecto final (obra) de aquel donde se “consume”.



La lógica de la cadena de valor está basada en la idea de que las empresas ocupan posiciones (aguas arriba y aguas abajo) en diferentes eslabones que se vinculan en la cadena hasta llegar al cliente final. Sin embargo, en esta mirada los vínculos entre los diferentes eslabones se reducen a relaciones de mercado (compra – venta), a través de las cuales cada nueva etapa va agregando nuevo valor al producto.

Por su parte, el enfoque de redes está asociado a una idea sistémica de generación de valor y, en ese sentido, complementa la perspectiva de cadenas de valor. Es decir, el valor es co-creado por los diferentes actores de la red (Peppard y Rylander, 2006), no sólo a través de relaciones de mercado, sino también a partir de vínculos que van más allá de la esfera comercial e involucran diferente tipo de objetivos (intercambio de información, desarrollos conjuntos, etc) y distinto grado de formalidad. Desde esta perspectiva, el aprendizaje de los diferentes actores es sistémico y se desarrolla y acumula a partir de múltiples interacciones entre empresas y entre empresas e instituciones (cámaras empresariales, universidades, centros de investigación, etc.), que permiten complementar conocimientos e incrementar la base de competencias de cada uno de los actores (Lundvall, 1997).

La idea que está detrás de este concepto de sistema o red es que los procesos de aprendizaje de las empresas no sólo dependen de sus esfuerzos aislados. La emergencia de innovaciones tiene lugar a partir de un proceso de interacción, y no surge sobre la base de un stock de conocimiento dado y distribuido entre los diversos componentes del sistema. Muy por el contrario, es la dinámica interactiva entre estos componentes lo que da lugar a la emergencia de nuevo conocimiento (Potts, 2000).

Siguiendo a Richardson (1996), existe un *continuum* que va desde las transacciones comerciales básicas, donde el elemento cooperativo es mínimo, hasta aquellas más complejas en las que la cooperación está amplia y formalmente desarrollada. Según este autor, las situaciones de transacciones de mercado puras son la excepción, dado que el ingrediente de cooperación es muy común en la relación cliente-proveedor, ya sea planeada o espontánea. En



este *continuum* es posible identificar incluso situaciones en las que la vinculación es totalmente informal, que depende de la “buena voluntad” de las partes a partir de acuerdos de palabra.

Como se mencionó previamente, el concepto de redes de valor⁵ asume mayor importancia en el marco de la fragmentación de los procesos productivos. Así, permite articular un conjunto de acciones que trascienden la compra-venta y que deben desarrollar los diferentes actores de una red para la consecución del producto final.

Desde esta perspectiva, la unidad de análisis no es la empresa individual sino el sistema, que involucra una multiplicidad de agentes y sus interrelaciones. Las partes constitutivas del sistema incluyen los proveedores de materiales, la producción, los servicios de distribución y los clientes, vinculados todos ellos a partir de los flujos de recursos, información y conocimiento. Este enfoque sistémico implica que “el todo es más que la suma de sus partes” y, por lo tanto, los resultados o desempeño deben ser analizados a nivel del sistema y no de sus componentes individuales (Naim y Barlow, 2003).

Desde esta visión sistémica, las innovaciones introducidas por uno de sus componentes impactan directamente sobre todos o algunos de los demás. La magnitud de estos impactos depende en gran parte de la capacidad de absorción de los clientes –definida en la sección siguiente– y del nivel de desarrollo de las capacidades dinámicas, entendidas como la habilidad de las empresas de responder a cambios en el entorno (Teece y Pisano, 1994). Estas capacidades constituyen un conjunto de rutinas al interior de la firma, incorporadas en sus procesos y condicionadas por la historia.

2.3 La conceptualización de la innovación

El desarrollo de ventajas competitivas de las empresas, sectores, regiones y países depende en gran medida de la posibilidad de generar y desarrollar innovaciones. Fue Schumpeter (1934) quien asoció primeramente el desarrollo

⁵ A pesar de las diferencias reseñadas entre las nociones de cadena y red, y a los fines de simplificar la exposición de ideas, en este trabajo ambos términos serán utilizados en forma análoga.



económico a la aparición y difusión de innovaciones, principalmente tecnológicas, a través de lo que denominó procesos de destrucción creativa. Schumpeter se refiere con ello al proceso de creación e introducción de “nuevas combinaciones” en el mercado, que producen la destrucción y salida del mismo de las antiguas combinaciones. En términos de Schumpeter, las nuevas combinaciones incluyen la generación de nuevos productos, procesos y formas de organización y de acceso al mercado.

Esta noción schumpeteriana sobre “nuevas combinaciones” dio lugar a la clasificación actualmente más difundida sobre innovación, que distingue entre innovaciones de producto y de procesos. Las primeras hacen referencia a la introducción de un producto nuevo o a la mejora significativa de un producto existente. Las segundas apuntan a incrementar la eficiencia de los procesos productivos, generalmente mediante la incorporación de maquinarias y equipos y tienen, por lo general, el objetivo último de reducir los costos unitarios de producción.

Las innovaciones que se manifiestan en un producto o proceso nuevo, que antes no existía en el mercado, se denominan innovaciones radicales. En cambio, cuando se innova mediante la mejora significativa de productos o procesos se hace referencia a innovaciones de carácter incremental o marginal. Ambos tipos de innovaciones -producto y proceso- suelen denominarse innovaciones tecnológicas, en contraposición a aquellas asociadas a cambios en las prácticas de organización, gestión y comercialización –usualmente denominadas innovaciones “blandas” o no tecnológicas-. Este tipo de innovaciones generalmente no están asociadas a activos tangibles (como sí pueden identificarse claramente en los nuevos productos o cambios en los procesos derivados de la incorporación de nuevas maquinarias).

La manera a través de la cual este proceso de innovación tiene lugar fue ampliamente estudiada por autores inscriptos en la teoría evolucionista (Nelson y Winter, 1982). Desde este enfoque, la innovación es concebida como un fenómeno sistémico que no ocurre exclusivamente dentro de las firmas, sino



que depende en gran medida de las interacciones que mantienen con otros agentes del sistema (clientes, proveedores, competidores, consultores, centros tecnológicos, cámaras empresariales, universidades, etc). Tanto las capacidades de las firmas como las vinculaciones que éstas establecen con otras organizaciones impactan sobre las posibilidades de obtener innovaciones y de mejorar el desempeño productivo y económico. Así, la innovación es entendida a partir de la complementación de saberes internos y externos a las firmas.

El acceso a los conocimientos externos depende de los vínculos que las organizaciones establecen entre sí y del desarrollo de capacidades internas. Estas capacidades tienen que ver con los conceptos de capacidad de absorción, definida como la posibilidad de identificar, acceder a y aplicar conocimiento externo (Cohen y Levinthal, 1990), y capacidad organizacional, que se refiere a las habilidades para la codificación del conocimiento tácito a partir de los procesos de gestión de calidad y de las formas de organización del trabajo que operan con respecto a la circulación del conocimiento en el interior de la organización. Así, la innovación es el resultado de una dinámica no lineal en el proceso de aprendizaje, conducida por el reforzamiento mutuo entre las capacidades de las empresas y la conectividad.

A su vez, los contextos locales en que las firmas actúan juegan un papel clave para comprender sus conductas innovadoras. Estos incluyen el marco institucional, el contexto de políticas, los procesos de competencia, las relaciones de poder, etc.

2.4 Relación entre innovación y productividad.

La relación entre innovación y desempeño económico ha ocupado un lugar central en los debates teóricos desde los autores clásicos. Desde diferentes corrientes de pensamiento, se ha modelizado y analizado esta relación de distintas maneras, pero todas ellas coinciden en el rol clave que asume la innovación para el crecimiento económico.



A nivel agregado, el estudio de la relación entre innovación y productividad cobró mayor impulso a partir del trabajo de Solow (1957). Solow demostró que el crecimiento de largo plazo de las economías no se explicaba enteramente a partir del uso de los factores clásicos de producción –capital y trabajo–, sino también, y fundamentalmente, por la contribución de un factor residual.

A partir de allí tuvo lugar una proliferación de estudios que intentaron explicar de qué se trataba ese “residuo” y se lo vinculó rápidamente al progreso tecnológico (Lipse y Chrystal, 1995). Así, los esfuerzos posteriores por estimar el progreso técnico a través del residuo de Solow estuvieron dirigidos a reducir el tamaño del mismo incluyendo los gastos de I+D y otros activos intangibles a partir de una más detallada caracterización de la composición de la fuerza de trabajo y de los bienes de capital.

Esta perspectiva agregada encontró su contraparte a nivel de firma en diversos trabajos que aportan evidencia empírica sobre el impacto de la innovación sobre la productividad de las empresas (Griliches, 1992; Acs et al; 1999; Crepon, Duget y Mairesse, 1998; Duguet, 2007; Robert et al, 2013). En casi todos estos casos, la innovación fue medida a partir de la intensidad de la I+D.

Una de las principales críticas a este abordaje se puede encontrar en Nelson (1981). De acuerdo con este autor, el enfoque neoclásico no tiene en cuenta las posibles interacciones entre los factores de producción, la I+D y otros insumos. Por ejemplo, los cambios en las habilidades de los trabajadores podrían ser el resultado de los esfuerzos de innovación desincorporados y, a su vez, la incorporación de nueva maquinaria frecuentemente daría lugar a un cambio en la composición del trabajo según su nivel de calificación. En este contexto, la teoría evolucionista y neoschumpeteriana se centra en la importancia de modelizar la innovación, y sus efectos sobre la productividad, a nivel de firma y desde una perspectiva más “realista”.

Desde todos estos enfoques se exploraron diversos mecanismos a través de los cuales la introducción de innovaciones genera incrementos en los niveles de productividad. Así, el aumento de la productividad puede provenir: i) de



incrementos en la escala asociadas a innovaciones de procesos que disminuyen los costos unitarios de producción; ii) de un uso más eficiente de los recursos productivos existentes derivado de mejoras en las capacidades de las empresas, a partir de procesos de aprendizajes construidos a lo largo del tiempo sobre la base del uso y optimización de ciertas tecnologías de proceso, iii) de la fragmentación del proceso productivo y la tercerización de ciertas actividades hacia unidades productivas especializadas, iv) de las ganancias de ventajas competitivas por el aprovechamiento de economías de alcance asociadas a una estrategia de diversificación basada en la introducción de tecnologías multi-propósitos y flexibles y, v) de la diferenciación de la oferta (que permite a las empresas colocar su oferta en el mercado a precios mayores que la competencia).



3. Enfoque Metodológico

El abordaje desde la noción de paradigma conlleva la necesidad de una perspectiva histórica, que a través del método comparativo identifica y describe las características tecnológicas y organizativas novedosas y distintivas del actual modo de producción del proceso constructivo, por contraposición a las que primaban durante el paradigma anterior.

Asimismo, el corte temporal que se establece para el análisis de los dos paradigmas contemplados en este trabajo (petroquímica, bienes de capital y producción en masa; TICs y organización en red) no necesariamente coincide con la propuesta por los autores utilizados como referencia. En efecto, en la medida que, como fuera apuntado anteriormente, las especificidades sectoriales, las características institucionales del entorno mesoeconómico y el ambiente macro –económico, político y sociocultural condicionan la difusión de las tecnologías y formas organizacionales propias del nuevo paradigma, su estudio en una industria determinada (la Construcción) y en un país no perteneciente al “núcleo” afectan aquella periodicidad.

En este sentido, el trabajo parte de las características generales del proceso constructivo que otorgan especificidad a la difusión del nuevo paradigma en la industria. Y en su desarrollo, y pese a que no sea su principal cometido, hace referencia a algunos de los factores institucionales y macroeconómicos que contribuyen a comprender la extensión temporal y el *timing* que el anterior paradigma y la difusión del nuevo adquirieron en nuestro país.

Reichstein, Salter y Gann (2005) refieren a una serie de especificidades propias de la industria de la construcción. La primera está asociada a la forma bajo la cual se organiza la actividad, es decir, sobre la base de proyectos. Por lo general, los proyectos de obra consisten hoy en alianzas temporales entre diferentes organizaciones que se conforman para realizar una tarea u alcanzar un objetivo común durante un período específico. Esta naturaleza temporal hace que la transferencia de competencias, habilidades y conocimientos de un proyecto a otro sea dificultosa, dado que los equipos suelen disolverse al final



de cada emprendimiento. A su vez, la posibilidad de crear contratos de cooperación de largo plazo tiende a estar desalentada por la propia volatilidad de la actividad, así como por las condiciones institucionales y la inestabilidad macro de algunas economías.

Cada nuevo proyecto difiere del anterior y ciertas actividades técnicas son específicas a cada uno y difíciles de transferir. En particular, hay dos factores que limitan sensiblemente la reproducción de una misma tipología de proyecto en distintos territorios. Por un lado, las variables climáticas. La variabilidad en términos de precipitaciones, temperaturas, vientos o disponibilidad de luz solar condiciona el diseño y el tipo de materiales que se utilizan para la fabricación de un bien permanentemente expuesto a las vicisitudes del clima y para la generación de una “experiencia” (la vida en el hogar) que no está dissociada de esas características climáticas. Por el otro, los aspectos regulatorios, en la medida que el tamaño de los lotes, las posibilidades de edificación en altura e, incluso, los patrones constructivos y el tipo de materiales susceptibles de ser utilizados difieren entre las distintas ciudades.

En segundo lugar, la construcción implica un alto nivel de la producción *in situ* derivada de la inmovilidad del producto; es decir, de la imposibilidad de disociar producción y consumo (uso del edificio), lo que limita la fragmentación territorial del proceso productivo.

El tercer factor está vinculado a la incertidumbre sobre la demanda. La demanda generalmente depende de decisiones de inversión en capital fijo que involucran varias partes, lo que limita la influencia de las empresas de construcción sobre sus propios mercados futuros. En los proyectos de obra los clientes usualmente tienen un rol clave en la determinación de los procesos de diseño y de producción del producto final. Muchos proyectos están asociados a la creación de productos a medida, focalizados en satisfacer requerimientos específicos de los clientes bajo las exigencias de las circunstancias locales, lo que también reduce las posibilidades de estandarización.



El cuarto factor tiene que ver con la estructura de competencia. La conjunción de bajas posibilidades de estandarización con niveles relativamente bajos de uso de capital fijo deriva en que el mercado de la construcción residencial esté caracterizado por bajas barreras a la entrada; y, consiguientemente, tienda a una estructura industrial en donde proliferan las firmas pequeñas y la competencia tiene lugar a nivel local.

Por otro lado, en la industria de la construcción son relevantes cierto tipo de innovaciones que generalmente no se tienen en cuenta ni se miden en las encuestas tecnológicas tradicionales y, muchas veces, conducen a conclusiones equivocadas cuando se intentan explicar los factores que determinan la productividad u otras medidas de desempeño económico del sector. Estas son, en términos de Ruddock y Ruddock (2009), las “innovaciones ocultas” (*hidden innovations*). Los incrementos en la eficiencia del proceso productivo de la cadena de la construcción muchas veces provienen de inversiones en activos intangibles asociadas a la gestión del capital humano, inversiones en capital organizacional, mejoras en las habilidades y competencias de los trabajadores, entre las más relevantes (Ruddock y Ruddock, 2009)⁶. Si bien las dificultades para su medición son grandes, la importancia de estos esfuerzos de innovación es clave para entender su dinámica en la era del conocimiento.

En este mismo sentido, tal como señala Winch (2003), el análisis del desempeño de la industria de la construcción (en términos de productividad, innovación tecnológica, etc) requiere tener en cuenta la forma en la que el proceso se organiza, lo que implica entender que la industria de la construcción forma parte de un sistema de innovación más amplio, que se vincula con diferentes partes de distintas cadenas de valor sectoriales.

⁶ En esta línea, Marrano et al (2007) considera tres activos intangibles clave para explicar la productividad del Reino Unido: tecnologías de la información (software), esfuerzos de innovación en I+D científica y no científica y competencias de las firmas (gastos de las empresas en capitales intangibles asociados a la reputación, los recursos humanos y la estructura organizacional). Los resultados muestran que los gastos en I+D explican una fracción muy reducida del aumento del PBI, mientras que las inversiones en los demás activos intangibles considerados explican en gran parte hacia dónde se orientan los esfuerzos de innovación y muestran una relación positiva con las ganancias de productividad de la economía británica.



Los límites del sistema de la construcción no coinciden con los límites sectoriales definidos por clasificaciones ampliamente difundidas como la de Naciones Unidas (CIIU). Esta clasificación, utilizada por la OCDE para determinar el nivel de intensidad tecnológica de cada sector, no es apropiada para estudiar el desarrollo de innovaciones en la construcción, en el que la intervención de otros sectores juega un rol clave y la innovación generalmente no se deriva de los esfuerzos de I+D⁷. En términos de Winch, estas son, por ejemplo, las actividades de ingeniería, arquitectura y diseño vinculadas a los servicios técnicos de consultoría. Si estas actividades centrales del “sistema de valor” de esta industria no se tendrían en cuenta en el análisis, se estarían excluyendo las principales fuentes de la innovación de producto.

Por estos motivos, la premisa planteada por este trabajo requiere que el análisis de la difusión del nuevo paradigma sea realizado desde una visión de cadena, que incluya todas las etapas del desarrollo de un proyecto de obra, desde la concepción de la idea hasta su realización material o comercial.

Desde esta visión, el trabajo describe para cada paradigma, en primer lugar, la forma organizacional imperante en la industria de la construcción; y, en segundo lugar, las tecnologías nodales. En este caso, se busca identificar las funciones y procesos involucrados en un proyecto constructivo que se ven más afectados por el núcleo duro de tecnologías que caracteriza cada paradigma, y describir los mecanismos a través de los cuales se producen impactos en la productividad.

En general, el análisis se centra en el estudio de las innovaciones rupturistas o radicales, más que en las incrementales. Como fuera apuntado anteriormente, las primeras producen saltos discretos en la productividad, mientras que las

⁷ Otra clasificación ampliamente extendida es la propuesta por Pavitt (1984) para analizar las oportunidades tecnológicas, las formas bajo las que se manifiesta la innovación en cada sector y el grado de apropiación de sus beneficios. Pavitt (1984) desarrolló la taxonomía para la industria manufacturera con el objetivo de identificar los canales por los cuales las empresas adquieren su know-how tecnológico y efectúan sus innovaciones. Las categorías incluyen empresas i) dominadas por proveedores, ii) intensivas en escala, iii) proveedores especializados y iv) basadas en la ciencia. A partir de esta clasificación las empresas constructoras son comúnmente identificadas como “dominadas por proveedores” – con reducidas capacidades de I+D interna y baja apropiabilidad – dado que la principal fuente de sus innovaciones es atribuida a la introducción de nuevos componentes, insumos y maquinarias que provienen de los proveedores de la industria (Whyte, 2003). Sin embargo, esta extrapolación lineal de una taxonomía desarrollada para la manufactura hacia un sector que se comporta de manera diferente, oculta las especificidades de los procesos de innovación de, por ejemplo, la industria de la construcción, en la que la I+D es poco relevante.



segundas son mejoras que se producen sobre las tecnologías radicales, que provocan también incrementos en la productividad pero de manera menos pronunciada. En este contexto, el impacto de las nuevas tecnologías es analizado en comparación a la etapa previa a la aparición de la tecnología y no se consideran las ganancias marginales de productividad derivadas de las mejoras continuas introducidas sobre la misma tecnología una vez incorporada.

La investigación se llevó a cabo sobre la base de la búsqueda y análisis bibliográfico y de la realización de entrevistas semi-estructuradas a empresarios y referentes clave de la cadena (ver en Anexo el listado de entrevistados). El proceso de entrevistas incluyó empresarios y profesionales de inmobiliarias, constructoras, desarrolladores, estudios de arquitectura y estructuralistas. En todos los casos se trató de empresas cuya sede central y principal ámbito de acción se encuentra en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Asimismo, en lo que respecta a las empresas constructoras, se trata de compañías que se ubican dentro del estrato de las más grandes del sector. Tanto ellas como las pertenecientes a los otros segmentos cuentan con una extensa trayectoria y reconocimiento en el mercado.

La elección de este tipo de empresas se fundamenta en el hecho de que, dada su capacidad económica y su prestigio, son aquellas en las que, *a priori*, podría esperarse una mayor difusión de las tecnologías del nuevo paradigma. Dicha elección también se vio condicionada por la receptividad de las empresas a la realización de las entrevistas.

En este sentido, cabe destacar que para la consecución de las mismas se contó con la mediación de la Cámara Argentina de la Construcción. A partir del planteo del proyecto de investigación y de las características pretendidas en los actores a entrevistar, dicha institución se abocó al contacto de sus asociados o actores vinculados. Una vez señaladas las empresas que habían aceptado formar parte del proceso de entrevistas, se procedió a contactar las personas referenciadas, en todos los casos dueños o personal de alta jerarquía de la compañía, conviniéndose un encuentro personal. La duración de los encuentros fue de entre 1 y 2 horas.



En lo que respecta al paradigma “viejo”, la identificación de las tecnologías claves se apoyó fundamentalmente en las fuentes bibliográficas, mientras que la caracterización de la dimensión organizacional se hizo principalmente en base a las entrevistas a los actores clave. Por el contrario, la dimensión organizacional del paradigma actual se construyó a partir de la conjunción de búsqueda y análisis bibliográfico con la información recabada a partir de las entrevistas, que fueron el insumo fundamental para identificar las tecnologías de la información y la comunicación más importantes incorporadas a la industria constructiva local. En todos los casos, la información volcada sobre las características de la industria en los países desarrollados resulta de fuentes secundarias de información.



4. La cadena de la construcción residencial argentina y los paradigmas tecno-económicos

Teniendo en cuenta el objetivo planteado en la introducción, en este capítulo se propone caracterizar la cadena de la construcción residencial en la Argentina en dos grandes etapas: el período del viejo paradigma –centrado en la petroquímica y los bienes de capital- y el período que se inicia en los años 70s, que da origen al nuevo paradigma tecno-económico –centrado en las TICs-.

Las preguntas que guían este capítulo son las siguientes: ¿Cuáles son las tecnologías predominantes en cada etapa? ¿Cuál fue el impacto de esas tecnologías sobre la productividad de las empresas y eslabones que las adoptaron? ¿Cómo afectaron a los demás componentes de la cadena?

Las respuestas a estas preguntas permitirán confirmar o refutar la hipótesis central de este trabajo basada en la idea de que, bajo el nuevo paradigma, la introducción de las nuevas tecnologías se dio particularmente en los eslabones de diseño, desarrollo y administración y gestión de la cadena de la construcción; impactando positivamente sobre la productividad de las empresas que operan en esas etapas. Lo que supondría convalidar la percepción generalizada sobre la ausencia de cambios significativos en la etapa de la obra, donde las capacidades físicas o motrices continúan prevaleciendo.

4.1. La era del petróleo y la producción en masa

4.1.1 La revolución tecnológica

El cambio tecnológico que en este período tuvo lugar en el proyecto constructivo estuvo vinculado a la introducción de nuevos materiales, fundamentalmente provistos por las nuevas industrias ligadas a la transformación del petróleo; a la incorporación de bienes de capital; y a la industrialización de procesos. Estas transformaciones impactaron de modos



diversos sobre la productividad del proyecto, pero tuvieron en común el hecho de afectar básicamente la etapa de obra.

Siguiendo a Vitelli (1978), *“hacia mediados de la década del 40 comenzaron a emplearse en forma masiva una serie de productos químicos y plásticos que mejoraron sensiblemente las aislaciones térmicas y acústicas, el fragüe y la compactación del hormigón y la rugosidad de los pavimentos”*. El salto discreto en la construcción se produjo fundamentalmente a partir del avance global en la industria química y plástica, que permitió el empleo de nuevas combinaciones de insumos para la construcción de edificios y del desarrollo de productos específicos para la industria.

En la Tabla 2 se listan las principales innovaciones que afectaron la industria de la construcción edilicia en el período 1900-1970. La lectura de esta información pone de manifiesto que la mayoría de estas innovaciones fueron desarrolladas en los años posteriores a la primera y segunda guerra mundial, en el exterior, y luego adaptadas con un rezago temporal variable a las condiciones locales. Esta no es sólo una característica de la industria de la construcción, sino de la dinámica innovadora de gran parte de los países en desarrollo, en los que el cambio tecnológico ocurre a partir de la difusión, adopción e imitación de innovaciones radicales introducidas por los países de mayor desarrollo relativo.

Estos cambios producidos en las industrias proveedoras de materiales no produjeron alteraciones significativas en los niveles mínimos de equipamiento ni en el tipo de organización empresarial de las empresas constructoras. A su vez, no supusieron un desplazamiento de mano de obra, ya que sólo cambió *“el tipo de producto que debe ser ensamblado”*. El impacto sobre la productividad se manifestaba a nivel de la calidad y la seguridad constructiva, con materiales que además contaban con una vida útil muy superior a la de los que reemplazaban. Así, el efecto positivo resultante de este cambio tecnológico trascendía el lapso mismo de duración del proyecto constructivo.



El otro vector de cambio tecnológico a nivel global fue el despliegue de la industria de bienes de capital para la construcción, aunque inicialmente impactara de modo más significativo sobre las obras de infraestructura y otras industrias como la minera. Los avances que habían tenido fundamentalmente lugar en los Estados Unidos se difundieron masivamente hacia los otros países desarrollados a partir de la segunda pos-guerra. Hacia comienzos de la década del '70, agotado el impulso que los grandes proyectos de desarrollo de infraestructura habían dado a la industria de fabricación de equipos pesados para la construcción, el sendero de desarrollo tecnológico de esta última acentuó su redireccionamiento hacia las necesidades de la construcción urbana (Haycraft, 2011).

Sin embargo, en el país no tuvo lugar un significativo proceso de incorporación de estas tecnologías. Nuevamente según Vitelli, la escasa incorporación de bienes de capital a la construcción en Argentina durante esta etapa está explicada por características locales. En primer lugar, la construcción edilicia tendió a realizarse dentro del marco de lotes de reducido tamaño, con lo que la posibilidad física de incorporar equipos complejos se veía notoriamente reducida. De allí que las tecnologías tradicionales de ensamblaje se adecuaron en mayor medida a la realización de un producto singular.

En segundo lugar, incidía el mantenimiento de un bajo costo laboral. A diferencia de lo que ocurría en otros sectores de la actividad económica, la continua migración hacia las grandes ciudades de trabajadores provenientes del norte argentino y de los países limítrofes, que encontraban en la construcción la vía más accesible de empleabilidad, dada su baja calificación, contribuyó a que en el período 1956-1973 los salarios del sector de construcción en la Argentina se mantuvieron en niveles constantes (Vitelli 1978). Bajo costo relativo de la mano de obra que se reforzaba en el marco de un esquema signado por la protección arancelaria, que encarecía la importación de equipos.



Finalmente, la industrialización del proceso de elaboración de algunos insumos de uso crecientemente difundido (como el hormigón armado o las placas de yeso), antes realizado en forma “artesanal”, indujo un fenómeno de cierta “*offsitización*” del proyecto constructivo. Básicamente, determinados procesos de fabricación que solían tener lugar en cada lugar de edificación tendieron a desplazarse hacia, y concentrarse geográficamente, en plantas industriales, reduciendo en consecuencia la demanda de horas-hombre en la etapa de obra. Esta relocalización de tareas, que reforzaba la función de “ensamble” correspondiente a dicha etapa, se veía facilitada por el propio desarrollo de la industria del transporte automotor (los métodos para transportar hormigón fresco recién se patentan en la primera década del siglo XX) que permitía el traslado de esos insumos desde la planta hacia la obra.

Esta industrialización y consiguiente “*offsitización*” del proceso de edificación alcanzó su versión más desarrollada en la emergencia del segmento de casas prefabricadas. Estos nuevos sistemas de construcción se introdujeron de manera particularmente exitosa en algunos países industrializados de occidente, que en la segunda pos-guerra requerían un gran número de nuevas viviendas en un período relativamente corto de tiempo. O que, como Estados Unidos, se caracterizan por un nivel salarial relativamente elevado y una cultura de movilidad habitacional. Sin embargo, incluso en Europa, esta alternativa tendió a declinar a partir de los años ´70, en la medida que las rigideces que imponía en materia de diseño le impedían responder a la emergencia de una demanda crecientemente diferenciada (Escrig Pérez, 2010).

Por el contrario, estos sistemas no encontraron una buena acogida en la Argentina. Según Vitelli, fueron varias las firmas que intentaron incorporar tecnologías intensivas en capital, pero en la práctica fracasaron poco después de su instalación. El autor hace referencia a uno de los ejemplos más significativos, el fracaso de los sistemas franceses: Coignet, que se introdujo en 1964 por la firma local Vialsa y que implicó una inversión cercana a los 4 millones de dólares; y Outnord, un sistema de prefabricación abierto.



Tabla 2 Principales innovaciones en materiales y bienes de capital de la industria de la construcción.
1900 - 1970.

Innovación	Año de su descubrimiento a nivel mundial y primer lanzamiento comercial	Inventor	Año de incorporación al mercado argentino	Forma y agente de incorporación en el mercado local
Hormigón armado	1867. Primer desarrollo y aplicación.	J Monier, Francia	1900 (primeras patentes argentinas) 1920- 1925. Se registraron las patentes Monier.	Patentes Monier fueron incorporadas por la firma alemana Weyss y Freitag, que obtuvo los derechos de explotación en varios países.
Hormigón pretensado	A partir de 1930 se inicia su empleo en proyectos impulsados por E. Freyssinet en Bélgica y Firsterwalder en Alemania.	E. Freyssinet, Francia	En 1919 se realizan las primeras experimentaciones y en 1952 se inicia su empleo en la construcción de edificios, mientras que en 1959 se realizó su primer empleo en la construcción de puentes	Instituto del Cemento Portland Argentino (organismo dependiente de los fabricantes de cemento)
Aceros de alta resistencia	1925- 1935 1940- 1945 (ensayos)	Austria (desarrollo de aceros Isteg, Sigma y Torstahl)	s/d	Aceros Sima SA, Santa Rosa SA
Planta de hormigón elaborado	1916 (primer lanzamiento comercial)	EEUU, Baltimore	1940- 1942 primer empleo comercial (fracasa). 1962 segundo lanzamiento comercial (con éxito)	Fue incorporado por una firma argentina LIPSA (fracasó). El segundo lanzamiento comercial lo realizó Hormigonera Argentina, propiedad de Lone Star Co. de Estados Unidos.
Motoniveladoras	1919	Russel Co., EEUU (en 1928 fue adquirida por Caterpillar Tractor Co.)	1968- 1969 primeras fabricaciones en gran escala. Primeros empleos en la década del 20	Con asistencia técnica externa
Pala mecánica frontal	1937	Trackson Co., EEUU	1968- 1969 primeras fabricaciones en gran escala. Primeros empleos en la	Fabricada con asistencia técnica



			década del 40.	externa.
Poliestireno expandido	1942- 1947	En 1942 fue lanzado al mercado por parte de I.G. Farben, de Alemania, y en 1947 por Dow Chemical, de Estados Unidos	1959 – 1962	Firmas externas bajo licencia
Epoxi	1947- 1950	Lanzado al mercado por parte de Devoc and Reynolds, de Estados Unidos, y CIBA, de Suiza.	1955	Firmas externas bajo licencia

Tabla 2 Principales innovaciones en materiales y bienes de capital de la industria de la construcción. 1900 – 1970 (cont.)

Producto	Año de incorporación	Empresa (s) u organismo (s) que lo incorpora (n) y origen de sus capitales	Forma de incorporación	Observaciones
Agregados lineales artificiales (arcilla expandida)	1966	- Arcillex – Leca Tentor, SA (Dinamarca)	Radicación directa de capitales y licenciamiento de tecnología a su casa matriz	- Tiende a la sustitución del canto rodado. - Mejora la aislación térmica y acústica - Reduce el peso de los hormigones
Asbesto cemento	1935 – 1937	- Eternit SA (Bélgica) - Monofort SA (Francia) - Monolit (propiedad de Tamet – Francia y que fue absorbida por Monofort)	Radicación directa de capitales y licenciamiento tecnológico con sus casas matrices	
Aditivos para hormigón	1946 – 1952	- Sika SA (Suiza) - Drogaco SA (Argentina) - Indhor (Argentina)	Sika licencia la totalidad de sus ventas con su casa matriz, mientras que Drogaco empleó normas norteamericanas	Incluye: aceleradores y retardadores de fragüe, incorporadores de aceite, etc.



Aislantes plásticos	s/d	- Dow Chemical (EEUU)	Radicación directa de capitales	
Aluminio para cerramientos	s/d	- Kaiser Aluminio (EEUU) - Alean (EEUU y Canadá) - Camea (EEUU y Canadá)	Radicación directa de capitales	
Artículos de PVC (caños, chapas, etc)	1950- 1955	- Dunlop (Inglaterra) - Fadamac (Francia) - John Manville Co. (EEUU) - DPH SA (Argentina)	Radicaciones directas de capital y licenciamiento de tecnología externa: Fadamac y John Manville con sus casas matrices y Dunlp con terceros a través de su casa matriz	
Fibra de vidrio	1962- 1967	- VASA (Inglaterra – Francia) - Termac SA (Argentina)	Radicación directa de capital y licenciamiento tecnológico	Entre otros, se emplea en la fabricación de chapas plásticas reforzadas y como aislante térmico. Existen patentes sobre su empelo en el hormigón armado, sustituyendo al hierro redondo
Fundaciones de cemento	1955	Rodio (Suiza)	Radicación directa de capital y licenciamiento tecnológico con su casa matriz	
Pilotes	1935	- Pilotes Franki (Bélgica) - Vibrex Sudamericana (Inglaterra)	Radicación directa de capital y licenciamiento tecnológico externo. Vibrex empleó la patente inglesa de A. Hiley, mientras que Franki tomó una licencia de su casa matriz.	
Losas cerámicas	1947 – 1950	- Lateramérica SRL - Aedesnova Argentina SRL	Lateramérica realizó su fabricación mediante asistencia técnica externa de una firma	



		(Argentina – Italia) - Ladrillos Olavarría SA (losa) (Italia)	italiana no vinculada.	
Encofrado deslizante	1954	- Concretos – Prometo (Suecia)	Licenciamiento tecnológico de su casa matriz	
Hormigón celular	1956	- Siporex Argentina SRL (Suecia) - SIHL SA (Argentina)	Siporex licenció los procesos con su casa matriz	
Cemento centrifugado	1949	- SCAC, Sociedad de Cementos Armados Centrifugados SA (Italia)	Radicación directa y licenciamiento tecnológico con su casa matriz (en la primera etapa de fabricación)	
Estructura de hormigón armado para edificios de varios pisos	1948	- Dirección Municipal de Vivienda (organismo estatal)	Se empleó el sistema Gaburri experimentado en Italia en 1942 (patentado)	
Vidrio templado	195 ?	- Vidriería Argentina SA (VASA) (Inglaterra – Francia)	Radicación directa de capitales y licenciamiento tecnológico con casa matriz	Existen en el país varias templadoras (Santa Lucía Cristal SA y Cristales California, entre otros) que emplean básicamente el material que fabrica VASA. Santa Lucía Cristal, propiedad del grupo Pilkington ha licenciado con su casa matriz la totalidad de sus ventas.
Encofrados metálicos	1950	- Acrow (Inglaterra)	Radicación directa de capital. Durante la primera etapa de su fabricación Acrow licenció asistencia técnica con su casa matriz.	

Fuente: Vitelli, 1978.



4.1.2 La revolución organizativa

Las particularidades del proceso constructivo reseñadas en el capítulo precedente, en particular su funcionamiento por proyecto y la fabricación o ensamblaje de producto *in situ*, ayudan a comprender la escasa penetración que la producción en masa –el cambio organizacional característico de este período- tuvo en la industria de la construcción residencial. En efecto, si se deja a un lado el desarrollo del segmento de casas prefabricadas –que como fuera apuntado tendió a circunscribirse a algunos países desarrollados-, el universo de tareas susceptibles de ser segmentadas y organizadas en una línea alimentada por una fuente de energía barata que diesen lugar a procesos productivos de producción en masa era prácticamente inexistente.

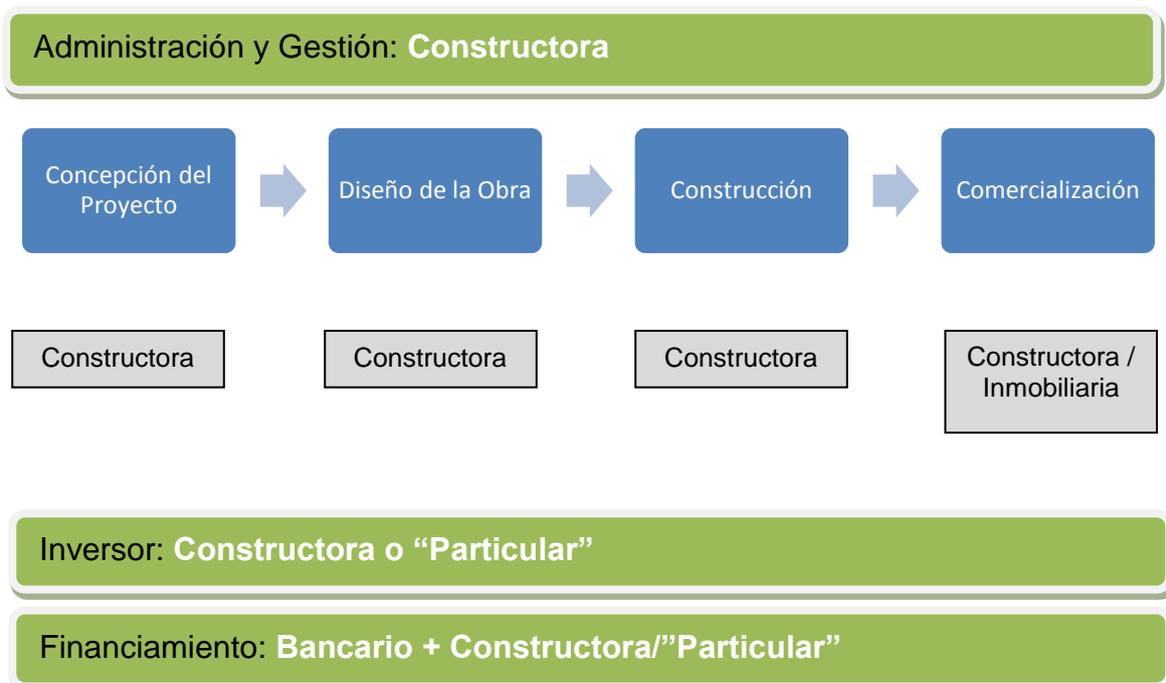
El impacto de la nueva forma de organización de la producción no se materializó a lo largo de lo que aquí denominamos cadena de la construcción residencial (concepción del proyecto, diseño de la obra, construcción y comercialización), sino en las industrias proveedoras de materiales, como ocurría con el acero. Y en todo caso, a través de la disminución de costos y tiempos, además de la mayor homogeneidad, resultantes del desplazamiento hacia fuera de la cadena (*offsitización*) del proceso de elaboración de algunos insumos particulares (como el hormigón o las placas de yeso, que en la Argentina recién adquirió cierta relevancia a partir de la década del '90).

En este período, sin embargo, la cadena de la construcción residencial sí presentaba un alto grado de integración vertical, siendo la empresa constructora la que adoptaba gran parte de las decisiones del proceso. Las empresas constructoras contaban con personal de diseño (ingeniería y arquitectura) interno, así como un *staff* de calculistas propios. Asimismo, la mayor parte del personal en obra pertenecía a la propia empresa constructora, en la medida que las tareas desarrolladas tenían un bajo grado de especialización. La constructora concentraba además todas las decisiones en materia de compra de insumos y en el caso de las compañías más grandes, generalmente vinculadas también a las obras de infraestructura, incorporaban un parque de maquinarias.



Este protagonismo de la empresa constructora sobre la dimensión tecno-productiva del proyecto constructivo se complementaba con su mayor control sobre los aspectos financieros del mismo. La ley de propiedad horizontal que se crea en la Argentina en 1948 dio lugar al surgimiento de los “consorcios”, esquemas en los que los recursos financieros eran aportados por un conjunto de personas con anterioridad a la finalización de la obra. Sin embargo, las formas predominantes de financiamiento eran básicamente dos: por un lado, inversores individuales que encargaban el proyecto completo a una empresa constructora –modalidad que fue la más “afectada” por el surgimiento de los consorcios-; y, por el otro, proyectos que eran desarrollados por las propias empresas constructoras, que asumían así el riesgo de venta, cuya tarea no siempre delegaban a las inmobiliarias. En ambos casos, el crédito bancario solía desempeñar un rol protagónico, siendo apalancado o bien contra la disponibilidad del terreno o bien contra el patrimonio del solicitante constructora.

Figura 1 La cadena de la construcción residencial en el paradigma del petróleo y la producción en masa



Fuente: Elaboración propia



Una serie de elementos confluían para que la empresa constructora tuviera también esa centralidad en el financiamiento. Por un lado, los requerimientos de capital eran sensiblemente más bajos que en la actualidad, principalmente por el menor costo de la tierra, lo que le permitía a empresas medianas solventar sus proyectos vía el apalancamiento bancario. Pero resultaban a la vez superiores a los del pasado, en los grandes ejidos urbanos que ya habían consolidado su expansión horizontal y avanzaban ahora en proyectos en altura, lo que elevaba los niveles de inversión por proyecto. Esto limitaba la capacidad de “entrada” al mercado de los pequeños inversores particulares o de los emprendimientos de profesionales o jefes mayores de obra, que ya avanzado el siglo XX tendieron a circunscribirse a las zonas suburbanas.

Por el otro lado, la regulación existente sobre el mercado de alquileres y la inexistencia de una memoria histórica respecto a procesos de grandes y generalizadas transferencias de ingresos (fuertes devaluaciones, hiperinflación) así como de crisis bancarias tendían a desalentar, entre otros factores, la incursión masiva de pequeños ahorristas en la industria. Por el contrario, el crecimiento poblacional, los ingresos y la disponibilidad de crédito para la vivienda reducían el riesgo empresario de quedar “calzado” (con unidades sin vender, limitando la reproducción del ciclo y exponiendo a la firma a moratorias de sus préstamos). Y de allí que el destinatario final de la obra era mayormente alguien que la adquiriría para ocuparla.

De este modo, la empresa constructora lograba amarrar los dos principales resortes de control del proyecto constructivo: el financiero y el tecno-productivo. La demanda era básicamente indiferenciada, primando la funcionalidad de la unidad para la ocupación por parte de una familia nuclear.



4.2 La era de las TICs y la producción flexible

4.2.1 La revolución tecnológica

El vector tecnológico sobre el cual se apoya el crecimiento de la productividad en el actual paradigma está vinculado a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). Por ellas se hace referencia a las nuevas tecnologías utilizadas para generar, procesar, almacenar y transmitir información, así como cumplir funciones de comunicación. Según la definición de la OCDE (2002) estas también se incluyen las tecnologías electrónicas para detectar, mensurar o registrar fenómenos físicos o controlar procesos de esa índole.

Por su naturaleza, estas tecnologías potencian las capacidades intelectuales del ser humano, por lo que su impacto tiende a ser más significativo en aquellas actividades que las demandan más intensamente. De allí que la hipótesis de este trabajo sea que la adopción y difusión de estas nuevas tecnologías tuvo fundamentalmente lugar en las etapas de diseño, administración y gestión y comercialización de la cadena de valor de la construcción residencial. Y que, por lo tanto, sea a través del impacto en esos segmentos y de la más genérica reducción de los costos de coordinación que las mismas elevaron el nivel de productividad de la industria.

Esta sección se propone entonces identificar, a partir del proceso de entrevistas realizado, las principales tecnologías del nuevo paradigma que fueron incorporadas por la cadena de la construcción residencial en Argentina. En ese camino, se busca primeramente distinguir el carácter genérico o específico de las tecnologías adoptadas; es decir, si se trata de aquellas de difusión masiva a nivel social, o si son desarrollos que responden a los quehaceres particulares de la industria. En segundo lugar, se pretende determinar cuáles de ellas fueron introducidas en cada segmento de la cadena, y de qué manera su incorporación afectó el desenvolvimiento y, por tanto, la productividad, de esas actividades.

En este sentido, cabe apuntar que diversos trabajos mencionan los obstáculos que enfrenta la industria de la construcción para la incorporación de TICs. Entre



ellos, se referencian las estrategias de negocios basadas en la característica única de los proyectos y la fragmentación del proceso que involucra diferentes participantes con intereses diversos; así como el bajo conocimiento y falta de práctica sobre la evaluación de los beneficios de invertir en TICs para la construcción (Stewart y Mohamed 2003; Love, Irani y Edwards, 2005; Molnár, Anderson y Ekholm, 2007).

Estos factores constituyen barreras para la difusión de TICs a nivel global, que también fueron identificados a en las entrevistas efectuadas. No obstante, los resultados de la investigación evidencian una amplia gama de tecnologías difundidas en diferentes etapas del proyecto constructivo.

4.2.1.1. TICs según carácter:

1. **Mapas digitales de catastro.** Su principal ventaja es la cantidad de información que contienen. Aportan información sobre: ubicación de los terrenos, diferentes tipos de medidas, datos de los propietarios, número de Matrícula u otra forma en la que su Título de Propiedad está asentado en el correspondiente registro provincial, valuación fiscal para el cálculo de impuestos o tasas de retribución de servicios, afectaciones que pueden restringir el derecho de propiedad como previsión de ensanche de calles, rutas, aeropuertos, etc.; número para el pago de impuestos y de tasas por retribución de servicios; problemas de “doble dominio” en aquellos casos en que por diferentes actos posesorios o dominiales hay más de un dueño o un grupo de dueños que -en algún momento- se inscribieron en títulos de propiedad; invasiones desde o hacia algún inmueble lindero, corrimientos, diferencias en más o en menos, sobrantes.
2. **CAD.** La funcionalidad básica del CAD es permitir al usuario construir dibujos a partir de la manipulación de líneas, círculos, rectángulos y textos de manera interactiva con la pantalla. La ventaja clara del CAD es que permite editar (borrar, mover, copiar, rotar, etc.) y guardar diferentes versiones del dibujo, en distintas etapas, para su posterior reutilización.



3. **Sistemas de animación y visualización.** Permiten que el cliente vea la apariencia final de la construcción en la etapa de diseño. La realidad virtual permite además al usuario interactuar con el modelo de diseño y experimentar la construcción en una realidad simulada (Forcada, 2005).
4. **ERP (*Enterprise Resource Planning*).** Es un sistema de gestión integral que permite a las empresas centralizar los procesos y captura de información de áreas como finanzas, ventas, compras, distribución y logística, planeación y producción, gestión de proyectos y recursos humanos, de tal manera en que automatizan las actividades asociadas a aspectos operativos y productivos, para que las organizaciones operen de manera óptima bajo un sistema estandarizado y cuenten con información confiable.
5. **Software para cálculos estructurales.** El más difundido es el software Tri-calc, de la empresa española Arktec, creada en 1985⁸. El desarrollo de este software lo inician en 1990 y al año siguiente se realiza su primera presentación. Su principal característica es que permite calcular estructuras de acero, hormigón –o cualquier otro material- en un único programa. En los antiguos programas, en los años 80s, era necesario cambiar de software y de forma de trabajo dependiendo del material de la estructura⁹. Su difusión en la Argentina comienza recién a fines de los 90s/ principios de los 2000s. Si bien se trata de un software enlatado, está adaptado a las condiciones locales (tanto por el idioma como por la forma de ver los planos, que es de una manera distinta a como lo hacen los españoles).
6. **Domótica.** Hace referencia a un conjunto de tecnologías aplicadas al control y automatización de una vivienda inteligente, aportando beneficios en términos de uso eficiente de energía, bienestar y seguridad. La automatización de las funciones del hogar permiten, por ejemplo, manejar equipos de manera remota (prender la cocina desde el exterior de la vivienda, apagar un sistema de riego si comienza a llover,

⁸ El CYPE es otro software ampliamente difundido para el cálculo de estructuras, también de origen español.

⁹ Fuente: <http://www.arktec.com/es/Empresa/Historia/Arktec/Arktec.aspx>. Allí se detalla la historia del software y su evolución en sus distintas versiones.



etc., a través de un celular o aplicación móvil, requiriendo únicamente wi-fi). A su vez, estos elementos de confort están asociadas al ahorro y uso eficiente de los servicios, por ejemplo, apagando la calefacción si no hay nadie en la vivienda o las luces cuando es de día. Se trata de una innovación muy incipiente, que se encuentra en pleno desarrollo por parte de las principales empresas de tecnología (como Intel) y de dispositivos para el hogar (tales como Philips, LG Electronics, Sony, Samsung).

7. **E-mail.** Es un servicio de red que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes (también denominados mensajes electrónicos o cartas digitales) mediante sistemas de comunicación electrónica. Por medio de mensajes de correo electrónico se puede enviar, no solamente texto, sino todo tipo de documentos digitales dependiendo del sistema que se use, viabilizando el intercambio de información entre los múltiples actores intervinientes en el proyecto de obra.
8. **Internet.** Al igual que en todos los sectores económicos, e incluso en la vida cotidiana de la sociedad en general, internet es una de las herramientas más eficaces para facilitar la comunicación. En particular, en la industria de construcción, internet facilita el entorno de trabajo colaborativo en el marco de un proyecto en particular. Es utilizada como un medio de comunicación que permite que la transferencia de información ocurra de manera más rápida y eficaz. A su vez, internet posibilita el acceso a un volumen de información muchísimo mayor del que se disponía en la etapa previa y, en este sentido, aporta herramientas para la toma de decisiones.
9. **Smart phones.** Es un tipo de teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con una mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades, semejante a la de una minicomputadora, y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional. Permiten incluso la lectura de documentos, facilitando sobremanera la interacción entre la sede administrativa de la empresa y las localizaciones de la obra.



10. **Google maps.** Es un servidor de aplicaciones de mapas en la web de Google, creado en 2005. Ofrece imágenes de mapas desplazables, fotografías por satélite y rutas entre diferentes ubicaciones. También existe una variante a nivel de entorno de escritorio llamada **Google Earth.** Ambos son gratuitos.
11. **Portales de operaciones inmobiliarias** (Zonaprop/ Argenprop/ solodueños). El sitio Zonaprop fue creado en 2006 por Interactivos y Digitales SA (actualmente Dridco, luego de la fusión con Deremate.com en 2008). Permiten la visualización de fotos de la propiedad ofrecida, así como un detalle de las características de la misma. Más recientemente, se han desarrollado también sitios como Urbeos.com, destinados más bien a proveer un servicio de inteligencia comercial para aquellos que deben decidir una inversión en un desarrollo inmobiliario. Este sitio ofrece un análisis espacial y datos útiles para evaluar la pertinencia de un proyecto, a partir de la georeferenciación de múltiples capas de información recabadas sistemáticamente.

En la Tabla 2 se clasifican estas tecnologías, según sean genéricas (para el uso de actividades que van más allá de las involucradas en la industria de la construcción, así como del público en general) o específicas (para el uso particular de tareas desarrolladas en la industria de la construcción).

Tabla 3 Tecnologías de la información y la comunicación, según sean genéricas o específicas.

	Genéricas	Específicas
Tecnologías de la comunicación	Smart phones/ Internet/ E-mail/ Web/ Google maps/ Google Earth	Portales de operaciones inmobiliarias
Tecnologías de la información	ERP/ Mapas digitales de catastro/ Project/ sistemas de animación y visualización	CAD/ Software para cálculos estructurales/ domótica

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la mayor parte de las tecnologías mencionadas son de amplio conocimiento dado que su difusión tuvo lugar en la mayoría de los sectores económicos y en la sociedad en general. Así, una primera conclusión



que surge es que **la mayor parte de las innovaciones difundidas en la industria de la construcción constituyen tecnologías genéricas**. En cambio, las de desarrollo específico para ciertas tareas o eslabones de la cadena son un número muy reducido. Incluso, hay tecnologías específicas, cuya difusión es aún acotada en el país y, en menor medida, a nivel global (como el CAD 3D y el BIM¹⁰).

La segunda conclusión general es que **la mayoría de las tecnologías apuntan a mejorar la organización de los procesos de coordinación, comunicación interna, gestión y manejo de información** (Brochner, 1990; Betts et al., 1991). Esta característica del proceso de difusión y adopción de innovaciones en el sector anticipa que la incorporación de TICs en el propio proceso productivo –obra- ha sido casi nula. Incluso la mayor parte de las tecnologías incorporadas en obra tienen como objetivo mejorar la coordinación, gestión y monitoreo del proceso de construcción.

4.2.1.2. TICs según función:

La Tabla 3 organiza estas tecnologías, de acuerdo a la función de la cadena de la construcción residencial en la que fueron incorporadas.

A continuación, se detalla el objetivo y uso dado a la tecnología y se describe el mecanismo a través del cual su incorporación impacta en la productividad a nivel de empresa, del eslabón en el que es incorporado, y a nivel de la cadena en su conjunto. Esta visión sistémica es clave, ya que, dada la forma en la que se organiza actualmente la actividad de la construcción y el elevado nivel de interrelación entre cada segmento, los cambios introducidos en un eslabón tienen impacto en otras etapas de la cadena.

¹⁰ Las siglas BIM proceden de Building Information Modeling. Es un sistema información que se genera y se mantiene durante el ciclo de vida del edificio, ya que consiste en un proceso de gestión de la documentación del procedimiento constructivo. La filosofía del BIM es traspasar toda la información del edificio al formato digital. El BIM tiene en cuenta la geometría, la relación espacial, la información geográfica, las propiedades de los materiales, etc. Su principal utilidad está asociada al *facility management* (operación y mantenimiento) de edificios complejos.



4.2.1.2.1. Concepción

Como muestra la Tabla 4, las tecnologías identificadas durante la etapa de desarrollo son los mapas digitales de catastro, *google maps*, *google earth* y los portales de operaciones inmobiliarias como *zona prop* y *argenprop* o los sistemas de “evaluación urbana” como *URBEOS*. Todas ellas contribuyen a la definición del concepto y facilitan enormemente el estudio de mercado. Apuntan a incrementar el flujo de información disponible al momento de definir “qué construir” y permiten mensurar rápidamente datos de la competencia tales como la cantidad de nuevas edificaciones en marcha por zona, así como también las características de lo que ofrece en el mercado y la evolución histórica de los precios. Al cruzar todos estos datos del mercado con la información correspondiente a la infraestructura urbana, aportan precisión para la toma de decisiones, reducción de los tiempos que insume la definición del proyecto y mayor claridad para elaborar el concepto a transmitir.

Tabla 4 Introducción de TICs según etapas de la cadena de la construcción

		Etapas de la Cadena				
		Concepción	Diseño	Obra	Gestión y Administración	Comercialización
Tecnologías	Con uso específico para una función	Mapa digital catastral Google Maps Google Earth Portales	CAD Tricalc	Project Domótica	ERP Project	Portales Render
	Comunes a todas las etapas	Internet - Web - Mail - Smartphones				

Fuente: Elaboración propia

Los **mapas digitales de catastro** aportan una amplia variedad de información, que aporta precisión y reducción de tiempos en la etapa de evaluación de las opciones de inversión. Cuando esta información no estaba digitalizada, el personal abocado a esta tarea debía dirigirse personalmente a cada terreno y recopilar los datos de manera personal o a través de terceros informantes. Esta herramienta se combina y complementa en esta etapa con las demás



tecnologías (google maps, google earth, zonaprop) para aportar eficiencia y agilizar la búsqueda del terreno.

Estas tecnologías también resultan claves para la comparación de escenarios sobre las diversas opciones de edificación. Permiten llevar al cliente una “carpeta” mucho más precisa para presentarle las diferentes alternativas y facilitarle la decisión. En palabras de uno de los entrevistados, *“antes teníamos que hacer una gira en un taxi con el cliente y ver las diferentes zonas por arriba. Hoy, si bien continuamos yendo a ver la zona, hay una etapa previa en la que, gracias a la disponibilidad de información, se acotan las opciones: en vez de ir a ver 14 alternativas vemos 6”*.

4.2.1.2.2. Diseño

La introducción del **CAD** es una de las innovaciones más relevantes de los últimos 20 años de la industria de la construcción, que altera completamente el proceso de trabajo de los estudios de arquitectura y diseño. Es la herramienta de diseño predominante desde su introducción hasta la actualidad. El pasaje del lápiz y la tinta al dibujo en computadoras aportó eficiencia, precisión y velocidad en la definición del proyecto. Las ganancias de **precisión** se asocian fundamentalmente a los procesos de cálculo y medición asociados al dibujo, que en la actualidad los resuelve automáticamente y en tiempo real el software. Las ganancias en **tiempo** son claras y se ponen de manifiesto en diferentes situaciones.

En primer lugar, en la velocidad del dibujo. En segundo lugar, en la rapidez con la que es posible resolver errores (un error en un plano durante la etapa previa podía significar empezar de nuevo). En tercer lugar, en la velocidad de respuesta a las especificidades de la demanda: ante modificaciones requeridas por los clientes en los planos, por ejemplo.

Este caso particular también se reproduce en las demás relaciones que mantienen los diseñadores con otros actores. Son numerosas las etapas de interacción de los proyectistas/ diseñadores, no sólo con el cliente sino con un



gran número de subcontratistas que luego intervienen en la etapa de obra. Entonces, un cambio solicitado por el cliente tiene que reproducirse en cambios en los demás planos para la cotización de todas las actividades involucradas. El ritmo de trabajo cambia completamente con el CAD y, por supuesto, las tecnologías complementarias que facilitan que los procesos de interacción entre los diferentes actores sean mucho más ágiles (internet, mail, telefonía). Claramente aquí la conjunción de tecnologías es clave para potenciar el uso de cada una.

De esta manera, el impacto del CAD produce ganancias de eficiencia en la **medición** (y, por lo tanto, cotización de las distintas actividades), el **proceso de dibujo** y en la **interacción** entre los diferentes actores intervinientes en un proyecto.

La conjunción de estos beneficios lleva a concluir que la tecnología de diseño permitió *reducir fuertemente el tiempo que transcurre desde la decisión de inversión hasta el inicio de la obra*. Este impacto es claramente visible por todos los actores entrevistados. Aunque en los hechos puede ser que el tiempo no sea efectivamente menor, ello tiene que ver con las regulaciones y los tiempos de aprobación de los planos. La velocidad del ritmo de cambio tecnológico de las TICs muchas veces no va de la mano de cambios igualmente veloces en actividades conexas. En el mismo sentido, la interfase con el Estado para gestionar los permisos no se aceleró, más allá de la cantidad de nuevas regulaciones existentes.

Por otro lado, la introducción de estas tecnologías dio lugar a un proceso de intensificación de la competencia. En la etapa previa, las habilidades de cálculo y proyección eran altamente valoradas y pertenecían a personas con cierto grado de experiencia y nivel de conocimiento. En la actualidad, si bien continúan siendo actividades valoradas, parte de las tareas son resueltas por el software y el resultado se traduce en una caída de las barreras a la entrada que permite que un mayor número de arquitectos hagan cada vez más edificios con mayor complejidad.



La complejización de los edificios “oculta” también el impacto positivo del CAD sobre la productividad medida en términos temporales, con lo cual es necesario disociar ambos efectos. Si bien la cantidad de horas hombre requeridas para el desarrollo de un plano ha disminuido drásticamente, en la actualidad la construcción requiere de una mayor cantidad de planos y más complejos. En parte por las regulaciones asociadas, sobre todo, a cuestiones de seguridad e higiene; y en parte porque los servicios que prestan los edificios en la actualidad (las denominadas *amenities*) y la funcionalidad que se espera de ellos es mucho mayor.

Asimismo, antes quedaban más cuestiones a resolver en la etapa de ejecución de la obra; había equipos de manejo técnico *in situ* que iban resolviendo a lo largo de la misma lo que hoy resuelve el arquitecto en su estudio. Las constructoras tenían un equipo (en las obras grandes) que iba poniendo al día todos los planos. En la actualidad este equipo de trabajo continúa existiendo, pero es mucho más reducido porque todos los planos están disponibles de manera simultánea en el estudio y la empresa constructora. Todo esto contribuye a reducir el número de errores en el proceso de edificación.

De esta manera, queda reflejado que el impacto del CAD no se da únicamente en la etapa que lo introduce –diseño–, sino también en las actividades encadenadas que ven afectado su proceso de trabajo a partir de la adopción de esta tecnología. Este es el caso de la obra y los subcontratistas, que interactúan constantemente durante todo el ciclo de vida del proyecto con la etapa de diseño y arquitectura.

Si bien el análisis aquí se centra en la introducción de innovaciones radicales para representar el salto de productividad en relación a la etapa previa, es importante destacar que las innovaciones incrementales también producen impactos, tanto por el lado del aumento de la eficiencia en el uso de los recursos como por el lado del ahorro de tiempos de trabajo. Esto significa que el salto de productividad que produjo la irrupción del CAD en el mundo del diseño a través de la introducción de una innovación radical (que marca el paso del dibujo a mano al dibujo a máquina) se refuerza con innovaciones



incrementales que producen mejoras en el producto inicial, a partir de la introducción de nuevas funciones¹¹.

A pesar del uso difundido del CAD en la etapa del dibujo, a partir de las entrevistas realizadas y de información secundaria, surge además que el potencial de esta herramienta es mucho mayor que lo explotado en la actualidad. En particular, su uso se encuentra sub-explotado en los eslabones de la cadena que pertenecen a la industria manufacturera. Un cambio en dicha situación podría inducir un mayor grado de *offsitización* de la proyecto constructivo.

A modo de ejemplo, el proceso de cortado y doblado del hierro en la Argentina se realiza en obra cuando, según los entrevistados, en los países de Europa e incluso en países limítrofes como Brasil y Chile, el hierro se comercializa cortado y doblado. En otras industrias, como la automotriz, la incorporación de software al proceso productivo parece haber tenido una penetración mucho mayor: el CAD se utiliza para el diseño de piezas, luego se hacen simulaciones en otro software y posteriormente se envían a producción. Una utilización similar de las tecnologías en las industrias proveedoras de materiales debería redundar en la reducción de tiempos y número de empleados en obra. Así, en el caso del hierro, si el cortado y doblado no se produjese *in situ*, las ganancias se darían también (además de en términos de tiempo y mano de obra) en la reducción de desperdicios en obra, contribuyendo a una construcción más limpia. De acuerdo a uno de los entrevistados: *“La aplicación de tecnología es un proceso que hoy está dissociado en la industria de la construcción. Hacer el cortado y doblado en la obra es ineficiencia. La integración a través de la tecnología debería reducir los tiempos del proceso. Si el CAD lo usamos para plotear un plano, la obra lo revisa y lleva el plano al proveedor para que diseñe el cortado y doblado, lo haga y entregue, todo ese proceso duró 10 días.*

¹¹ En el siguiente link se describen los cambios que se fueron incorporando en las diferentes versiones del AUTOCAD desde su creación en el año 1982: http://www.arquitectura.com/cad/artic/historia_autocad.asp#_Toc457801497



Entonces no te dan los tiempos, pero la integración de tecnología entre el que corta y dobla, el que diseña y la obra, debería acortar eso a 4 días”.

Los factores que explican la sub-explotación del CAD en la construcción escapan a los objetivos de esta investigación. Sin embargo, a partir de las entrevistas surgió la hipótesis de la barrera cultural, asociada a la forma de trabajo que tiene la construcción en nuestro país. En particular, uno de los entrevistados se refirió a la falta de planificación y previsibilidad. Para que el cortado y doblado no se haga en obra sería necesario contar con los planos con antelación suficiente para encargarse de este proceso a los proveedores. En cambio, muchas decisiones se siguen tomando en el proceso mismo de obra, “sobre la marcha”.

En la misma dirección, diversos autores han señalado que el CAD se utiliza de manera sub-óptima y señalan que el potencial de esta herramienta, junto con otras tecnologías, está en las mejoras que pueden lograrse en la coordinación de los diferentes actores involucrados en la construcción (Bhavnani et al., 1996; Marir et al, 1998; Rowlinson y Yates, 2003). En ese sentido, el potencial del CAD en tres dimensiones (3D), cuya difusión es aún incipiente en la industria, permite prever un nuevo cambio significativo en la dinámica de esta actividad.

En lo que respecta al cálculo estructural, la adopción más relevante de TICs es la de programas (software) específicos para su realización. En particular, en la Argentina uno de los programas más difundidos es el Tri-calc. La introducción de esta tecnología tiene alrededor de 15 años, si bien a nivel mundial comenzó a difundirse hace más de 20.

El impacto en términos del ahorro de horas de trabajo ha sido muy significativo. En los 70s todo el cálculo se hacía a mano. Luego, a principios de los 80s, los cálculos comenzaron a hacerse con calculadoras programables (80s). Pero dado que aún no existía el CAD, el plano se continuaba haciendo a mano en un tablero. Así, los arquitectos enviaban el plano a los estructuralistas, que superponían un papel de calcar y generaban un nuevo plano con el cálculo de las estructuras. En la actualidad el CAD y los software de cálculo son dos



tecnologías compatibles y muy complementarias, puesto que la superposición de planos se hace fácilmente con el programa.

Por otro lado, con la incorporación de estos programas la calidad del cálculo se ha incrementado considerablemente, en la medida que el software aporta mayor precisión. Esto se traduce a su vez en un mejor aprovechamiento de los materiales: las ganancias en exactitud conducen a un uso más racional de los mismos. En un edificio hay muchos factores que inciden fuertemente sobre las estructuras y que, por lo tanto, deben tenerse en cuenta en el momento del cálculo (cargas gravitatorias, accidentales, viento, sismos, entre otros). Con anterioridad, se suponía un estado de carga y vientos –en general el escenario más perjudicial- y sobre ese se hacía el cálculo. En cambio, con los programas actuales es posible tener en cuenta todos los estados alternativos e ir ajustando el cálculo a los distintos escenarios.

4.2.1.2.3. Obra

Las tecnologías implementadas en obra son esencialmente las genéricas. La introducción de **teléfonos inteligentes** agilizó la toma de decisiones y la gestión de la comunicación con actores dispersos, ubicados “fuera de la obra”. En palabras de uno de los entrevistados, *“cuando hacía obras en el sur mi única comunicación era a través de una radio y tenía que esperar tener frecuencia y horario para comunicarme. Hoy tengo un teléfono celular y puedo comunicarme en el momento que quiera. Es una transformación descomunal”*.

De todas maneras, todos los entrevistados coincidieron en que la etapa de obra continúa siendo muy intensiva en trabajo –capacidades motrices- y que las tecnologías incorporadas, si bien han facilitado y agilizado fundamentalmente la comunicación, no tienen ningún impacto sobre la relación capital- trabajo. Según los entrevistados, esta relación podría verse afectada únicamente a partir de la introducción de nuevas maquinarias y bienes de capital en la obra.



Sin embargo, como se describió con antelación, el proceso constructivo residencial no experimentó –particularmente en Argentina- una marcada penetración de dichos bienes. Esto distingue a la industria de otras actividades con algunas similitudes organizativas y estructurales, tales como la producción agrícola. Allí, parte importante de la introducción de TICs se dio mediante su incorporación a los equipos de siembra y cosecha, dando lugar a la denominada agricultura de precisión, que entre otros elementos genera una utilización mucho más eficiente de los insumos. El grado de difusión del nuevo paradigma tecnológico se ve aquí condicionado por el desarrollo alcanzado en la etapa previa.

En este sentido, diversos autores coinciden en señalar que la baja intensidad del capital de la industria limita el interés de los proveedores de invertir en mejoras tecnológicas de los equipos y herramientas usadas en la construcción (Nam y Tatum, 1989). El único caso vinculado a la introducción de tecnologías específicas en esta etapa es el de la **domótica**. De todos modos, esta tecnología tampoco altera la relación capital-trabajo en la obra, por lo que el impacto sobre la productividad no se da vía ahorro de mano de obra o tiempo de construcción. En todo caso, este impacto podría manifestarse a través del aumento del precio final de los inmuebles y, llegado el caso, de la tasa de ganancia de los constructores (al menos hasta que su adopción se generalice). Sin embargo, los principales beneficios de la domótica están en manos de los usuarios finales mediante el aumento del confort, la seguridad y la eficiencia en el uso energético.

Una última cuestión interesante para destacar es el impacto que recibe la obra de la introducción de TICs en otras etapas. En particular, en las entrevistas surgió que la implementación del ERP provocó dificultades de adaptación por parte de las personas involucradas en la obra, debido a que el sistema busca estructurar actividades y decisiones que antes tenían lugar de manera más informal. Con el ERP, el jefe de obra tiene que planificar y anticiparse a las decisiones, porque la estructura de tareas y sus presupuestos están explicitados en el sistema. Así, si hay que introducir un cambio en una



determinada tarea que, por ejemplo, incrementa los costos aprobados, es necesario pedir autorización, seguir ciertos procedimientos y explicar a qué se debe el desfasaje de precios. De esta manera, la obra está ahora más monitoreada, y si bien este control puede frenar un poco la obra, evita o acota las posibilidades de que se incrementen los costos.

4.2.1.2.4. Administración y gestión

El salto discreto lo produce la planilla de cálculo, las soluciones específicas para ciertas tareas de la administración y gestión y los desarrollos integrales. Con las soluciones o desarrollos específicos, las diferentes partes del proceso eran sistematizadas por separado y, muchas veces, los sistemas no eran compatibles. En cambio, con el **sistema de gestión ERP**, que está comenzando a difundirse paulatinamente en la industria, las diferentes funciones pueden estar integradas. El objetivo del ERP es asegurar el ingreso de información en el momento en que se crea y que esté disponible para todos los participantes dentro de la organización.

La implementación de este tipo de software para la construcción es atractiva por el volumen de los flujos de información que tiene lugar entre los distintos actores y que conduce en muchas ocasiones a problemas de comunicación internos a los proyectos y, por tanto, a la toma de decisiones erróneas. En este contexto, un software integrador, que coordine y vincule las diferentes etapas productivas, tendría mucho que aportar en términos de eficiencia. Con la implementación de sistemas ERP, las organizaciones se vuelven capaces de proveer diferentes niveles de información sobre diversos procesos intra-organizacionales a sus empleados y actores involucrados a partir de la integración de información proveniente de múltiples fuentes (Kumar et al, 2003; Yang et al, 2007).

Las ganancias son, en primer lugar, en términos de **inter-operatividad**, lo cual es de suma importancia en una industria altamente fragmentada, donde son numerosos los procesos en los que es necesario compartir e intercambiar



información y donde intervienen diversos actores territorialmente dispersos y provenientes de diferentes industrias. Esta herramienta permite la integración de funciones que antes se ejecutaban en diferentes soportes informáticos y, en muchos casos, conducían a la duplicación de tareas. Los software previos eran específicos del área administrativa (en general integraban contabilidad, cuentas a pagar y compras) y el resto de las áreas trabajaba con otros programas que, las más de las veces, no eran compatibles entre sí. Por ejemplo, el área comercial hacía sus presupuestos en Excel, luego la obra cargaba la estructura de costos en otro Excel, etc. El ERP permite la integración total a partir de una única matriz de planificación que luego vincula y se pone a disposición de las diferentes áreas. Si bien ciertas etapas continúan contando con soportes informáticos específicos, el ERP permite compatibilizarlos¹².

Esta integración tiende a **eliminar errores y bajar los tiempos administrativos**. La tecnología que se lleva a la obra con el ERP es una pantalla/ tablero de control (al alcance de cada jefe de obra), que concentra toda la información y muestra el avance desde el punto de vista de plazos, costos y rentabilidad. La inter-operatividad, a partir de la combinación de tecnologías de comunicación, de coordinación, de diseño y de gestión de la información lleva a que el proceso de construcción pueda ser coordinado en forma electrónica. Al integrar el software utilizado en el diseño de la construcción, elementos separados pueden ser montados en un entorno virtual para producir una versión digital, con todos los detalles de la realidad posterior (Harty, 2008).

En segundo lugar, permite contar con la información de la **rentabilidad por obras**, dado que es posible tener un balance y un manejo del *cash flow* por proyecto.

En tercer lugar, produce ganancias de **eficiencia** derivadas de la mejora en la toma de decisiones. El jefe de obra tiene acceso, por ejemplo, a toda la comparativa de precios de instalaciones eléctricas. Si observa desvíos

¹² Por ejemplo, la proyección de la obra se realiza en *Project* y el ERP levanta la información que se genera en ese soporte.



importantes puede contemplar una reingeniería de la instalación eléctrica para bajar costos. Así, el ERP dispara información que indica dónde hay que poner la mirada y concentrar los esfuerzos para reducir los costos. Incluso es posible incrementar la calidad a través de la reingeniería¹³.

De acuerdo a uno de los entrevistados: *“Al jefe de obra, en la vorágine de buscar las contrataciones se le pasan cosas. Ahora, si ese Project lo tenés vinculado al plan de compras, y ves online si pusiste el requerimiento y si Compras disparó el pedido de cotización del requerimiento, te estás anticipando al sistema. Todo esto en línea mejora tremendamente la comunicación interna y el seguimiento interno de todos los procesos que están en el medio para que puedas cumplir un plazo”*.

En síntesis, el impacto sobre la **productividad** dentro de la estructura organizativa, a través de la integración y del manejo de información, es claramente visible por los actores entrevistados. En palabras de uno de ellos, *“desde la administración, hoy con la misma cantidad de gente y este sistema de gestión podemos administrar más obras y mejor”*.

A pesar de ello, es importante aclarar que los beneficios de los sistemas ERP probablemente ocurran sólo –o en mayor medida- en las empresas de mayor tamaño relativo. La adopción e implementación de un ERP es altamente costoso, lleva tiempo e inversiones complementarias. Esto es así sobre todo porque no hay desarrollos verticales específicos para la construcción y la adaptación posterior es muy grande. Los ERP hoy disponibles en el mercado argentino no tienen en cuenta ciertas particularidades de la industria, como el manejo de anticipos o la retención de los fondos de reparo, que son elementales y comunes a cualquier contrato de construcción. Pero, además, es costoso porque, como toda tecnología no institucionalizada por el sistema educativo, demanda a las empresas una ingente inversión en capacitación.

¹³ En términos generales, diversos autores han señalado que la introducción de TICs ha facilitado la reingeniería y el rediseño de los procesos de negocios y de producción de la mayoría de las actividades económicas (Love y Gunasekaran, 1997; Hammer y Champy, 1993; Hammer, 1990; King, 1991; Hong-Minh, 2002).



Incluso a nivel internacional, diversos autores reconocen que la implementación de sistemas ERP ha sido problemática en la industria de la construcción, sobre todo porque fue desarrollado para las líneas de producción de la industria manufacturera (Kuruoglu, 2002; Acikalin et al, 2009) y por los altos costos de implementación y mantenimiento y los cambios necesarios en las rutinas organizacionales (Acikalin et al, 2009). La cantidad de actividades a integrar en un sólo proyecto es mucho mayor en la industria de la construcción que en la manufactura y la mayoría no son cubiertas por los sistemas ERP estándar.

Shi y Halpin (2003) resaltan la importancia de desarrollar una teoría básica para el desarrollo de un ERP específico para la construcción (*Construction Enterprise Resource Planning Systems, CERP*). Por su parte, Voordijk et al (2003) investigan los factores que dieron lugar al éxito o fracaso de los sistemas ERP en grandes empresas constructoras de Holanda. Según estos autores, la incorporación de ERP condujo a más fracasos que éxitos en las grandes compañías constructoras, causados principalmente por las diferencias e inconsistencias entre las definiciones de los procesos de las aplicaciones estándar de ERP y el proceso de negocio típico de la industria de la construcción.

Más allá de estos sistemas, la tarea administrativa también se agilizó como consecuencia de la emergencia de la banca electrónica y la informatización de los proveedores. Esto ha permitido concentrar la tarea administrativa fuera de la obra. Con anterioridad a la penetración de las TICs, en algunos casos era necesario mantener un departamento administrativo *in situ* porque las compras se realizaban desde allí. Hoy, en la obra sólo se manejan compras pequeñas. Los requerimientos se realizan a través de una planilla de solicitud de insumos, que se dispara a Compras y, desde allí, se realiza el pedido al proveedor.

Finalmente, la difusión de internet viene de la mano del **acceso a un gran volumen de información** con impacto directo, por ejemplo, sobre los costos de licitación. Para cada uno de los insumos requeridos se cuenta con información de diferentes proveedores y una comparativa de precios que



permite acceder a las cotizaciones más competitivas en una compulsa de precios.

4.2.1.2.5. Comercialización

Con la introducción y combinación de las tecnologías asociadas a esta etapa (portales inmobiliarios, realidad virtual, etc), se producen profundos cambios. Uno de los más relevantes está asociado a la difusión de la actividad de comercialización en etapas previas al inicio de la obra (pre- venta).

Los **sistemas de visualización y simulación (realidad virtual)** han sido una de las tecnologías más significativas, facilitando la comercialización de las unidades en forma previa a la construcción. En este caso, es posible, a través de los recorridos virtuales, tener una noción más figurada de cómo va a quedar la unidad terminada. En palabras de uno de los entrevistados, *“nosotros en la página tenemos los render y un brochure virtual, que nos ayuda muchísimo a vender. Antes, y sólo en ciertos casos, se contaba con maquetas (que implicaban altos costos de realización)”*.

La realidad virtual es utilizada en la primera etapa de desarrollo de los proyectos con objetivos comerciales. Los *renders* provocaron una gran transformación en el modo de comercialización y favorecieron la concreción de ventas durante la etapa de búsqueda de fondeo para la construcción. Fenómeno que, a su vez, retroalimenta la centralidad de los desarrolladores, en desmedro de la capacidad financiera (basada en parte en la disponibilidad de activos contra los cuales demandar crédito bancario) de las constructoras.

En lo que concierne a los edificios ya construidos, la exhibición del departamento real (a través de fotos, videos, etc) continúa siendo más relevante. En este sentido, uno de los impactos de la introducción de estas tecnologías es que se emplean menos personas en la etapa de comercialización. Las inmobiliarias han reducido su personal y se manejan más desde la oficina que antes (fundamentalmente en el caso de los desarrollos



nuevos, no tanto en los usados). Según uno de los desarrolladores entrevistados: *“Antes tenías tu equipo comercial adentro o las inmobiliarias que vendían tu producto. Ahora nosotros tenemos nuestra propia base de datos y podés obviar a la inmobiliaria. Hoy no tenemos comerciales adentro. Las consultas nos llegan a nosotros directamente y decidimos si las respondemos nosotros o las derivamos. Ahí hay una competencia con la inmobiliaria”*

En esa dirección, la aparición de **portales inmobiliarios** (entre los portales más difundidos pueden mencionarse zonaprop y argenprop) de búsqueda de propiedades para operaciones de alquiler y compra/venta fue una importante innovación que ha contribuido a transformar la dinámica del mercado inmobiliario. El impacto se pone de manifiesto en varias dimensiones.

En primer lugar, en el acceso a la información. Estos portales contienen información sobre el tipo de vendedor (inmobiliaria o privado), las características del inmueble (metros cuadrados, ambientes, calidad del mobiliario/ sanitarios/ etc), ubicación, fotos y precio. La reducción del problema de “información asimétrica” se traduce en una clara ganancia de los clientes, ya que al momento de comprar/alquilar un inmueble pueden realizar una comparación de precios entre propiedades similares y, al momento de querer concretar la operación, negociar con la contraparte sobre la base del conocimiento de otras ofertas.

Toda la información que en la actualidad está a disponibilidad del cliente antes era exclusiva de las empresas inmobiliarias, lo que posibilitaba la estrategia de especialización por barrio, en un contexto de menor competencia una competencia menor. El proceso de competencia se intensifica cuando el acceso a la oferta es masivo, reduciéndose a la vez considerablemente los tiempos que los clientes/ consumidores insumen en la búsqueda de información sobre lo que desean alquilar/ comprar.

En segundo lugar, si bien de manera aún no del todo difundida, estos portales permiten “saltar” la intermediación de las inmobiliarias. En muchos casos, son los propios dueños los que publican su propiedad en estas web y otras donde



la presencia de inmobiliarias suele ser menor (mercadolibre, alamaula, solodueños, etc).

La tercera dimensión sobre la que se expresa el impacto de las TICs tiene que ver con la velocidad de “realización” del inmueble. Este aspecto puede ser visualizado en un doble sentido. Por un lado, cuando se trata de un nuevo emprendimiento, las nuevas tecnologías favorecen, como vimos, la difusión e interpretación de la iniciativa, contribuyendo (desde la perspectiva de la empresa desarrolladora de la misma) a la venta en pozo. Del otro lado, aunque íntimamente ligado a lo reseñado, los nuevos portales y, en términos más generales, la capacidad de promocionar la venta de los emprendimientos y/o unidades ya construidas en las páginas de las propias empresas desarrolladoras o de las inmobiliarias facilita, en relación al pasado, la ampliación *territorial* del mercado potencial. En otras palabras, disminuyen sensiblemente el costo de recolección de información por parte de inversores y/o compradores localizados fuera de la jurisdicción en que se asienta el emprendimiento o la unidad, contribuyendo así a cierta *deslocalización* de la demanda. Fenómeno que resulta particularmente notorio cuando se trata de colocar productos (sea para alquiler o venta) en localidades con fuerte atractivo turístico.

En síntesis, anticipación temporal de la transacción y ampliación de la demanda potencial elevan la productividad (en términos económicos) de los proyectos por la vía de la reducción del costo financiero y la disminución del riesgo de realización (venta) del proyecto.

4.2.2 La revolución organizativa

En el marco del nuevo paradigma tecno-económico tiene lugar un fuerte proceso de fragmentación –que en Argentina comienza en los años 80s y se consolida en los 90s- basado en la desintegración vertical y la división de funciones y actividades entre un número cada vez mayor de actores. A diferencia de lo apuntado en el paradigma anterior, la organización de la construcción residencial se verá también fuertemente transformada,



convirtiéndose en una industria desarrollada a través de una compleja red de actores vinculados generalmente por proyecto y coordinados por una nueva figura empresarial, antes inexistente.

La segmentación de la cadena de valor se inicia a partir de la tercerización de las actividades relacionadas con las instalaciones. Las causas de este proceso se encuentran en diversos factores¹⁴.

En primer lugar, la tercerización resultó de la complejización del proceso constructivo, que indujo una mayor especialización y división del trabajo y, por consiguiente, la emergencia de capacidades diferenciadas por fuera de las estructuras internas de las propias empresas constructoras. Esta mayor especialización se ve impulsada además por requerir inversiones específicas, tanto en equipamientos o programas de software, como en las capacitaciones correspondientes.

Esta complejización técnica se expresa en la creciente automatización de diversos procesos que tienen lugar en los espacios privados y comunes de los edificios para vivienda y oficina, fenómeno asociado a la difusión de los electrodomésticos (que eleva la necesidad de una mayor cantidad de tomacorrientes en los departamentos), pero que también se visualiza en materia de iluminación, ambientación, prestaciones sanitarias o sistemas de seguridad y de control de acceso. Y más recientemente, en las necesidades que demanda la provisión de banda ancha o de wi-fi para espacios comunes del edificios. A los requerimientos derivados de los procesos de automatización y de adopción de las TICs, se agregan, entre otras cosas, el desarrollo de los amenities (pileta, sum, gimnasios, etc.) y del servicio de cocheras.

En segundo lugar, el cambio de las condiciones macroeconómicas incentivaba (al menos hasta los primeros años del nuevo siglo) la disminución de los costos “hundidos”. El pasaje a un escenario signado por el estancamiento económico, crisis recurrentes –con la correlativa fluctuación de los niveles de actividad–,

¹⁴ El fenómeno de la subcontratación y sus causas son globales y fueron destacados en varios estudios sobre la industria (Harris y McCaffer, 2001; Goldfayl, 1999; Maqsood, Walker y Finegan, 2003).



alta volatilidad de precios relativos y tasa de interés real positiva; sumado a la creciente presión sobre los márgenes de ganancias, derivada del mayor costo salarial (fenómenos que en Argentina se expresaron en la segunda mitad de los años '70 y, principalmente, durante la década del '90), castigaba la inmovilización ineficiente de capital y el sostenimiento de los “tiempos muertos” de las grandes estructuras laborales. En este contexto, la posibilidad de trasladar costos a terceros y de adaptar los requerimientos a la evolución de la actividad reducía los riesgos de las empresas constructoras, que pudieron así “alivianar” su estructura y reducir los gastos fijos. En este marco se inscribía también la tendencia al alquiler de máquinas y equipos¹⁵.

En tercer lugar, el proceso de diferenciación de los patrones de consumo de los sectores medios y medios-altos fue otorgando una creciente centralidad a los detalles de diseño. La figura del arquitecto y/o el diseñador se vio aún más realzada, transformándose en una “marca” en sí misma. Esa diferenciación fue aún más lejos, y premió la capacidad de impregnar a los desarrollos inmobiliarios de una dimensión simbólica (“un estilo de vida”) que trascienda la funcionalidad de la vivienda y que sea capaz de transmitir un concepto, a partir de conjugar las características de la misma con los amenities del complejo, su fachada, la localización barrial, el tipo de ocupante esperado, etc.

Es en este contexto, de subcontratación de tareas antes plenamente internalizadas por la empresa constructora y de transformación subjetiva de la aspiración habitacional, que emerge la figura del desarrollador, que pasa a encargarse de la gestión general de los proyectos y tiene un perfil empresario menos ingenieril, con conocimientos de la gestión financiera y la administración, así como de tendencias de modos de vida y aspectos específicos de la industria.

¹⁵ En la Argentina las empresas tercerizan actualmente alrededor del 40% del valor del presupuesto de la obra y las actividades tercerizadas por las empresas constructores son las de mayor complejidad o las que requieren de maquinaria especial. Entre ellas, se destacan las siguientes actividades: movimiento de suelos, instalaciones eléctricas domiciliarias, instalaciones sanitarias, fabricación y/o colocación de cerramientos (IDITS, 2006).



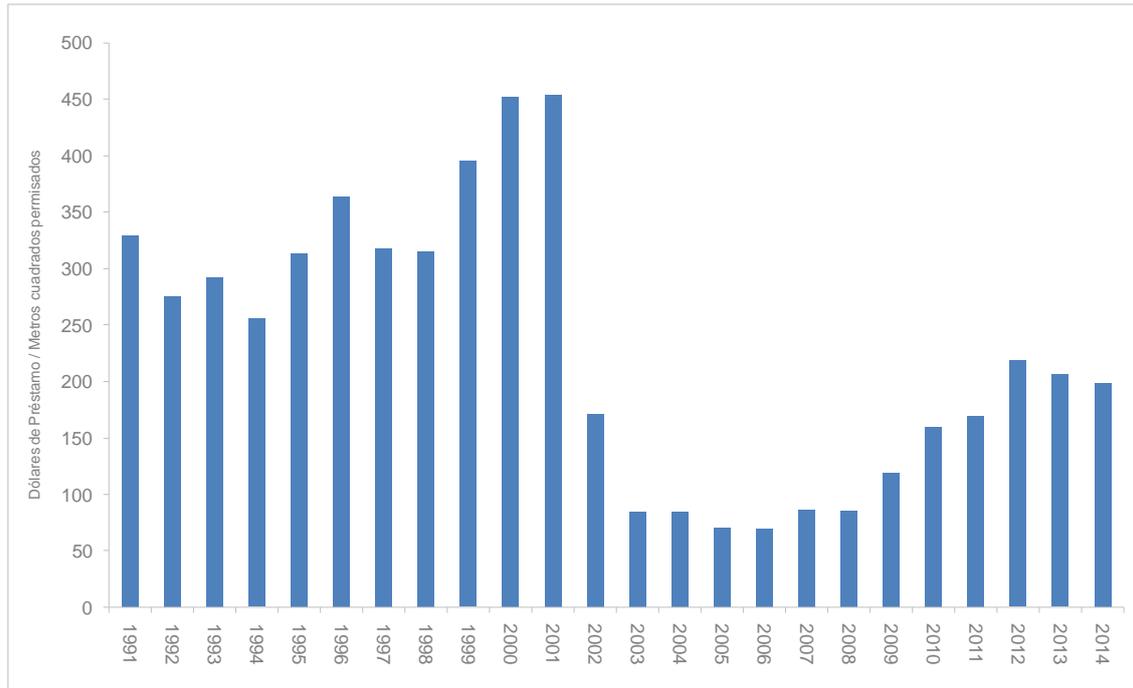
La emergencia del desarrollador es un fenómeno global -si bien se da en diferentes momentos en cada país-, que responde a factores más o menos similares. Estos factores son la profesionalización de la actividad como consecuencia del proceso de complejización antes mencionado y la necesidad de coordinar cada vez más actividades. Según Panaia (1995), esto requiere de perfiles profesionales hasta entonces ausentes en la industria: *“Estos ‘developer’ al estilo americano, suponen una yuxtaposición de los roles tradicionales de las empresas inmobiliarias y de las empresas constructoras que implica el uso de nuevas técnicas de marketing y de management”*.

En particular, en la Argentina este fenómeno se potenció con el estancamiento y la creciente volatilidad del ciclo económico, que se tradujo en mayor discontinuidad entre proyecto y proyecto. Asimismo, los cambios producidos en la legislación y en el mercado financiero también viabilizaron y contribuyeron a este proceso.

En efecto, con la caótica salida de la convertibilidad y el consiguiente proceso de “desbancarización” del excedente, esta figura asume aún mayor protagonismo, intermediando en la demanda en un doble sentido: simbólico, en términos de la definición del producto a desarrollar; y financiero, canalizando, principalmente a través de la figura de los fideicomisos, excedentes de pequeños y medianos inversores.



Gráfico III – Préstamos del Sistema Financiero al Sector Construcción. Relación con la cantidad de metros cuadrados permitidos para obra privada en 42 municipios del país. 1991-2014 (en dólares corrientes por metro cuadrado)

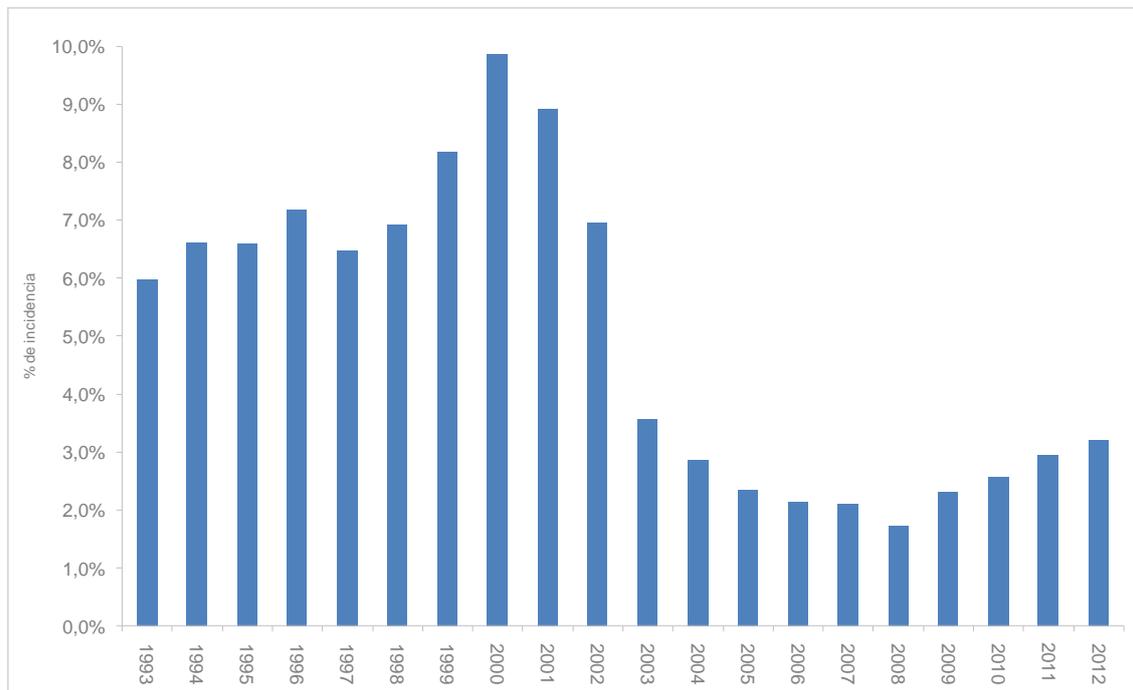


Fuente: elaboración propia en base a BCRA e INDEC.

La figura legal del fideicomiso (ley 24.441, de 1995) emerge además en un contexto en el que la consolidación “vertical” de los grandes centros urbanos tendió a elevar los requerimientos de capital para la entrada en el sector, producto de la mayor incidencia del costo de la tierra –que a su vez conlleva la realización de proyectos más grandes para poder amortizarlo, maximizando la construcción de metros cuadrados autorizados por la regulación-.



Gráfico IV – Préstamos del Sistema Financiero al Sector Construcción. Incidencia en la Inversión Bruta Interna en Construcción (Base 1993). 1993-2012 (en %)



Fuente: elaboración propia en base a BCRA e INDEC.

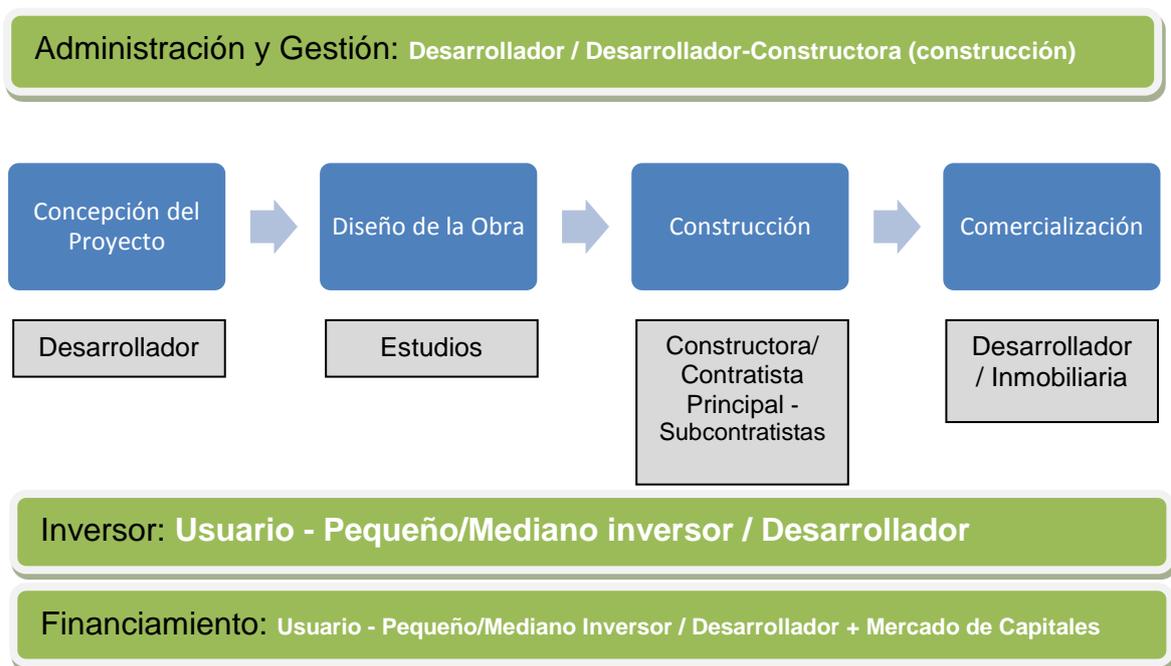
De esta manera, la conjunción del proceso de desbancarización de excedentes (y su contracara, la búsqueda de reservas de valor por parte de pequeños y medianos ahorristas), disponibilidad de figuras jurídicas alternativas para canalizarlos y mayores barreras económicas y financieras a la entrada contribuyó a desplazar el control económico del proyecto desde el constructor hacia el desarrollador.

En un sentido más general, es en este marco (complejización y especialización productiva; diferenciación de la demanda; modificación regulatoria; transformación financiera) que el desarrollador (ya sea en su tipo “puro”, o en las variantes arquitecto-desarrollador o constructor-desarrollador) pasa a ser el coordinador de una cadena ahora “desintegrada” -o integrada por diferentes actores-, que va desde la concepción de la idea, la identificación y consecución del terreno, la producción del diseño y la gestión de los permisos de edificación y los avales de las empresas de servicios públicos, la captación y administración de las inversiones -que cumplen el doble rol de financiamiento

del proyecto y simultánea colocación del producto¹⁶- hasta la gestión de la cadena de suministros y la construcción de la obra. Dependiendo del tipo de desarrollador del que se trate, quedará definido el conjunto de funciones que éste asuma directamente o por medio de la interacción con un tercero.

La figura siguiente ilustra la complejización de la industria en términos del aumento del número de actores y de los flujos de información y comunicación.

Figura 2 La cadena de la construcción residencial bajo el paradigma de las TICs y la producción flexible.



Fuente: Elaboración propia.

Ante este escenario, en un primer momento la industria respondió a través de los canales tradicionales de comunicación, intensivos en tiempo y trabajo, que resultaban en elevados costos y grandes ineficiencias (Forcada, 2005). Desarrolladores, arquitectos, estructuralistas, contratistas generales, subcontratistas, proveedores de materiales, gobierno, organismos reguladores,

¹⁶ Algunos grandes proyectos, como los desarrollados por el grupo IRSA, han recurrido a pequeños y medianos inversores (además de los institucionales) únicamente para la financiación, mediante la colocación de obligaciones negociables o fideicomisos que tenían como activo subyacente las ventas a plazo de unidades que la compañía había realizado. Si bien el apalancamiento bancario se mantiene, lo cierto es que la mayor parte del mercado funciona mediante el financiamiento (colocación) parcial o total (una obra se suele iniciar con al menos el 50% de las unidades vendidas) a través de la venta desde el pozo. En los últimos años, incluso, han proliferado otras alternativas consistentes en planes de ahorro en metros cuadrados, como los que propone la firma cordobesa Edisur.



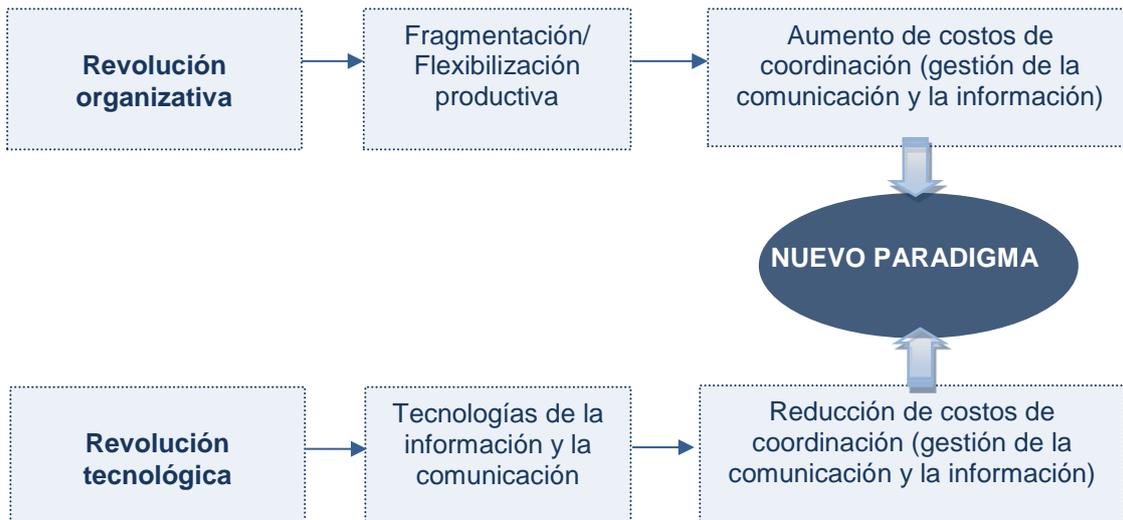
se comunicaban de manera tradicional usando métodos como fax y encuentros cara a cara para intercambiar ideas, compartir el estado de progreso del proyecto, cronogramas de trabajo, hacer requerimientos de compras, etc. Forcada (2005) ilustra la “situación caótica” que representaba la comunicación en esta etapa: el requerimiento de información era escrito a mano por el subcontratista, que luego lo enviaba por fax al contratista general que lo revisaba y mandaba vía fax al arquitecto. El arquitecto, luego de su revisión, faxeaba el requerimiento al subcontratista correspondiente (eléctrico, estructural, mecánico, etc) para su revisión y, eventualmente, lo enviaba a otro sub-subcontratista (iluminación, acústica) para insumo. Luego volvía el documento nuevamente al sub-contratista y finalmente al arquitecto. El arquitecto lo mandaba nuevamente al contratista general que lo derivaba a su vez al dueño/ desarrollador.

En este contexto, la tarea de coordinar de manera eficiente un gran número de subcontratistas e inversores se convierte en una dimensión fundamental para el desarrollo del proyecto. La adopción de medios de comunicación e interacción eficientes, así como de herramientas que permitan gestionar la información se vuelve crítica. Es aquí donde la difusión de las TICs aparece traccionada por la demanda para contribuir, por un lado, al proceso de coordinación de la multiplicidad de actores involucrados, que requiere procesar y administrar correctamente el volumen de información generado en el proyecto de construcción. Por otro lado, dado que con las nuevas tecnologías los procesos de comunicación se agilizan y la obtención de información se facilita, las TICs contribuyen a precisar la información que requieren las distintas etapas de la cadena.

Nuevamente, dado que en la construcción las diferentes etapas del proceso están fuertemente interrelacionadas, resulta clave que el flujo de información entre las partes intervinientes sea claro, fluido, ágil y preciso. Love et al (1999) afirman que *“el éxito o el fracaso de la ejecución de un proyecto de construcción depende del entendimiento de la información necesaria y los requerimientos de las distintas partes”*. Así, cuando la información es

incompleta, inconsistente, no está claramente definida y/o no está disponible en el momento en que se la necesita, se generan serios problemas de ineficiencia que recaen frecuentemente sobre la etapa de obra (Latham, 1994; Howell y Ballard, 1994; Bresnen, 1996).

Figura 3 Convergencia de las revoluciones organizativas y tecnológicas en la industria de la construcción.



Fuente: Elaboración propia.

En suma, gran parte de las TICs (en especial las tecnologías de la comunicación) comienzan a difundirse en la industria de la construcción como herramientas para reducir ciertos problemas de coordinación que emergen como producto de la fragmentación (Forcada, 2005). A su vez, el avance de las TICs hace posible la “empresa virtual” (Folino, 1993; Panaia, 1995). La nueva forma organizativa plantea una relativa descentralización pero, a su vez, exige coordinar tareas diferentes y dispersas geográficamente. Hay información que debe ser necesariamente compartida, que se convierte en un problema crítico si no está bien organizada y gestionada (Panaia, 1995). En otras palabras, como se ilustra en la Figura 4, la revolución tecnológica (TICs) y la revolución organizativa (fragmentación y flexibilización productiva) se conjugan y retroalimentan para explotar las potencialidades de ambos procesos.

Por otra parte, esta gran flexibilidad en materia de organización empresarial, que según Panaia (1995) lleva a que las empresas constructoras se limiten a



mantener un número bajo de trabajadores en puestos claves y el negocio se monte y desmonte a gran velocidad de acuerdo a las características de cada proyecto, también se observa a nivel del producto a ofrecer.

La introducción de software de diseño facilita y reduce sensiblemente los costos de renovar las propuestas de un emprendimiento a otro. Al mismo tiempo, aunque de forma menos contundente que en otras industrias, la incorporación de esas Tecnologías de la Información, incluso de los *render* para la venta, se conjugan con el esquema de financiamiento desde el pozo que se consolida en la industria para abandonar el “discurso unilateral” de la oferta y posibilitar una mayor interacción con el comprador de cada unidad, pudiendo absorber y adecuarse a cierto rango de demandas que éste pueda expresar antes de iniciarse la obra.



5. Conclusiones.

A lo largo de este trabajo se han analizado las diferentes formas en que las revoluciones tecnológicas y organizacionales claves de los últimos paradigmas tecno-económico han impactado sobre la industria de la construcción residencial argentina, entendida como un sistema o cadena de valor que incluye todas las etapas que van desde la concepción de la idea hasta la comercialización de la vivienda.

Primeramente, se ha descrito el paradigma de la industria petro-química y la mecanización. Las innovaciones radicales que tuvieron lugar desde los inicios del siglo XX se manifestaron en la creación de nuevos productos e insumos de la industria manufacturera, que en la industria de la construcción se tradujo fundamentalmente en la incorporación de nuevos materiales. En menor medida, la introducción de bienes de capital condujo a un proceso de mecanización del proceso constructivo, fenómeno que en la Argentina tuvo mayor manifestación a partir de la década de los 90s, en un contexto macroeconómico favorable a la importación de maquinarias y equipos.

Lo cierto es que en ambos casos el proceso de cambio repercutió principalmente sobre la etapa de la obra física. En lo que respecta a la dimensión organizacional, la industria quedó básicamente al margen de la lógica de producción en masa, a no ser por el desarrollo de las casas prefabricadas, que tuvo escasa incidencia en el país. La cadena sí se caracterizaba durante este período por un alto grado de integración vertical en torno a la empresa constructora.

Posteriormente, en lo que constituye el objetivo central de esta investigación, el trabajo realizado revela que en el paradigma actual se corroboró en la industria una retroalimentación entre los cambios a nivel tecnológico y aquellos acontecidos a nivel organizacional. A diferencia de lo acontecido en el paradigma anterior, la forma organizacional predominante (producción flexible, organización en red) sí se expresó en la industria de la construcción residencial.



La fragmentación del proceso constructivo, que a nivel mundial ya se visualiza a principios de los años ´70 y que en el país comienza a evidenciarse en la década del ´80 y se consolida en la década siguiente, respondió tanto a la dinámica de variables macroeconómicas, que castigaban las estructuras con altos costos fijos, como a la complejización técnica de la obra, que premiaba la sub-contratación de agentes crecientemente especializados. También influyó el proceso de diferenciación de la demanda, que difundió hacia amplias capas de la población el carácter identitario del acto de consumo, y que en la industria de la construcción se tradujo en una mayor relevancia del plano simbólico de la vivienda, *vis a vis* el funcional; realizando en consecuencia el rol de los diseñadores por sobre el de los constructores (siempre en términos relativos al paradigma anterior).

En lo que concierne al paradigma tecnológico, el trabajo pudo relevar un conjunto de TICs incorporadas por las diferentes etapas de la cadena durante los últimos 15- 20 años.

En primer lugar, la penetración del paradigma se dio principalmente a través de **tecnologías genéricas**, difundidas ampliamente en la mayoría de los sectores de actividad y en la sociedad en general. Fue el caso de los teléfonos inteligentes, internet y mail, donde la difusión fue completa y abarcó todos los eslabones de la cadena de valor. Estas herramientas tuvieron un impacto significativo sobre las diversas tareas involucradas, a través de la reducción de los problemas de coordinación de la cadena que surgieron como consecuencia del aumento del proceso de fragmentación productiva. Así, la difusión de las TICs redujo considerablemente los costos de transacción de los trabajos de gestión y permitió una mayor desterritorialización de las actividades productivas, lo que se manifestó con claridad en las etapas iniciales de ingeniería básica, diseño y en el desarrollo de nuevas formas de organización del proceso constructivo (Brochner,1990; Betts et al., 1991).

Por otro lado, dentro de estas tecnologías genéricas, también se difundieron algunos sistemas de gestión de la información como los programas ERP o SAP. En este caso, la penetración no fue tan automática y sencilla como en el



anterior, dado que, nuevamente, la lógica de la gestión por proyecto de la industria dificultó su implementación. Los ERP fueron diseñados principalmente siguiendo la lógica de producción de la industria manufacturera y, por tanto, la introducción en la construcción requiere de fuertes inversiones complementarias para adaptar el software al funcionamiento del sector, elevando así el costo de adopción. A pesar de ello, según las empresas entrevistadas que han incorporado ERP, los beneficios actuales y potenciales en términos de su impacto sobre la productividad son muy significativos. En la sección 2 de este trabajo se describieron y detallaron los mecanismos a partir de los cuales se dan estos incrementos en la productividad, asociados a la inter-operatividad –que permite reducir la cantidad de errores y los tiempos administrativos- y las ganancias de eficiencia derivadas de una mayor precisión en la toma de decisiones.

En segundo lugar, la introducción de **tecnologías específicas** se observó principalmente mediante la implementación de software para diseño, cálculo estructural y comercialización. En el caso del CAD, su implementación tuvo un fuerte impacto sobre la reducción de los tiempos y el aumento de la precisión del proceso de diseño. Esta tecnología se complementó con el uso de las herramientas genéricas mencionadas, agilizando nuevamente los canales de inter-fase de los diseñadores con los demás actores involucrados en esta etapa –subcontratistas-, a través del uso de internet, mail y teléfonos celulares.

En suma, los resultados de esta investigación van en la línea de la hipótesis planteada, reafirmando la utilidad del enfoque de cadena: la incorporación de las TICs tuvo lugar, principalmente, en aquellas actividades más intensivas en conocimiento, como el diseño, la administración, la gestión y la comercialización.

La eficiencia productiva de un proyecto inmobiliario se ha incrementado considerablemente a partir de la difusión de estas tecnologías. El tiempo de duración de un proyecto constructivo, entendiendo como tal el lapso insumido desde su concepción hasta su realización mercantil, se ha reducido sensiblemente. Ello ha sido posible gracias a los ahorros de tiempos y las



ganancias de precisión que tuvieron lugar en los segmentos arriba mencionados (y que repercuten sobre la calidad final de la obra), así como a la disminución de los costos de coordinación entre las distintas etapas del proyecto, que apuntaló la especialización en curso y, con ello, los incrementos de productividad al interior de cada una de ellas. Adicionalmente, la ostensible disminución de los costos, tiempos y dificultad para la modificación de los diseños ha facilitado una mayor adaptación a los requerimientos del cliente final, proveyendo un producto de mayor calidad -aislando la variable “materiales” utilizados- y contenido simbólico a una demanda crecientemente diferenciada.

En consecuencia, los hallazgos del trabajo tienden a, al menos, matizar la visión existente sobre el carácter poco innovador de la industria de la construcción. No sólo porque el enfoque de cadena llevó a identificar la adopción de nuevas tecnologías en segmentos que las cuentas nacionales vinculan a sectores de servicios, soslayando su imbricación con el proceso constructivo. Sino, sobre todo, por señalar la temprana e intensiva implementación de las nuevas formas organizacionales por parte del sector. Cambios que, como se describiera, fueron impulsados por la complejización y consiguiente especialización productiva, la diferenciación de la demanda, modificaciones regulatorias y transformaciones en el contexto económico y financiero.

No obstante, como sostiene Gann (2000), pareciera poco discutible que los cambios más significativos en el diseño y construcción de edificios habrían tenido lugar entre finales del siglo XIX y principios del XX, con la irrupción de la energía eléctrica. El análisis realizado indica que, en particular las tecnologías de la información, parecieran haber tenido un proceso de difusión considerablemente más acotado que en otras actividades, con escasos desarrollos de carácter específico. Esta limitada difusión de las nuevas tecnologías resulta un fenómeno asociado tanto a las condiciones propias de la actividad –a nivel global- como por otras características del entorno local.



Entre las primeras, se encuentran las especificidades del sector asociadas a la heterogeneidad y relativa atomización de la oferta. El hecho de trabajar por proyectos implica que la construcción genera productos (edificios) “customizados” con características únicas, que hacen que todos sean distintos entre sí. A ello se suman características como la inmovilidad de la oferta, la complejidad, la durabilidad y el alto riesgo de fracaso. Todo ello limita el alcance de los beneficios derivados de las curvas de aprendizaje asociados a incrementos de productividad, típicos de sectores de la industria manufacturera. Dicho de otra manera, la introducción de TICs requiere un aprendizaje organizacional que implica costos y tiempo, lo cual entra en conflicto con la inestabilidad organizacional asociada a una industria que funciona por proyectos. A su vez, el tiempo que implica el proceso de diseño, construcción y uso del activo inmueble en sí pareciera también entrar en conflicto con la velocidad del ritmo de actualización tecnológica que tiene lugar por fuera de la industria.

Por otra parte, algunas de estas mismas características, junto con la baja incidencia de las economías de escala en el propio proceso de obra, contribuyen a explicar la baja concentración que, en términos comparativos con la industria manufacturera, presentan los distintos segmentos asociados a los proyectos de construcción residencial. Este rasgo tiende a reducir significativamente el tamaño del mercado capaz de solventar la demanda efectiva de desarrollos y/o adaptaciones “a medida”, que requieren largos plazos de amortización e importantes inversiones complementarias para su implementación en la empresa.

Asimismo, estos obstáculos que se desprenden de las particularidades de la industria se ven potenciados por la inestabilidad del ciclo económico local, que afecta las decisiones de inversión del empresariado local e impregna al sector de un extraordinario nivel de volatilidad. También es dable pensar que el menor protagonismo que en los últimos lustros han tenido los usuarios finales (*vis a vis* los “inversores”) como fuente de la demanda primaria para el producto residencial ha contribuido a premiar la realización de ganancias en el corto y



mediano plazo y, por consiguiente, a castigar la adopción de innovaciones cuyo beneficio se percibe en el largo.

Desde el punto de vista metodológico, los resultados de la investigación nos recuerdan que el análisis desde la perspectiva de paradigmas tecno-productivo debe contemplar las particularidades nacionales y sectoriales, que alteran la temporalidad y la intensidad de su difusión. Y que pueden llevar incluso a una relativa superposición en los procesos de difusión de paradigmas presuntamente “sucesivos”. Al igual que sostienen algunos estudios realizados para otros sectores como el agro (Bisang, 2007), en el caso de la construcción la Argentina también habría mostrado una adopción relativamente “tardía” del paradigma anterior; sobre todo, en lo concerniente a los bienes de capital, que se terminó superponiendo con la incorporación de los primeros desarrollos tecnológicos (AUTOCAD) correspondientes al nuevo paradigma.

La atención a las particularidades nacionales y sectoriales conduce a su vez la mirada a la dimensión de las políticas económicas. En este sentido, los resultados de la investigación subrayan la importancia de la política macro para reducir los niveles de volatilidad y, por esa vía, favorecer la incorporación de tecnologías que insumen importantes costos de aprendizaje. A nivel sectorial, se destaca la potencialidad que la incorporación de las TICs otorga para la acción pública en materia de transparencia de los mercados inmobiliarios.

Por su parte, en aras de robustecer los elementos de análisis para el diseño de políticas públicas de carácter más propiamente productivo y tecnológico, se identifican una serie de campos sobre los cuales sería de interés profundizar la investigación. La comparación con lo acontecido en la misma industria en otros países; el análisis de otros segmentos del mercado de la construcción, en particular el vinculado a la infraestructura pública y la vivienda social; el mapeo y el rol de los actores que conforman el sub-sistema de innovación sectorial; las dinámicas de apropiación de las rentas de innovación en la industria; las prácticas para la gestión del conocimiento al interior de las firmas; son algunas de las líneas de trabajo que se perfilan como relevantes para identificar los



factores (políticas) locales que podrían limitar o potenciar el cambio tecnológico en la industria.

Finalmente, en términos de la industria y con fines prospectivos, resultaría interesante indagar si los desarrollos que están teniendo lugar en el campo de la tecnología 3D y de la nanotecnología no podría implicar una transformación histórica para la cadena de la construcción residencial, generando un verdadero salto discreto en el grado de *offsitización* del proceso constructivo.



Bibliografía

Acikalin, U., Kuruoglu, M., Isikdag, U., y Underwood, J. (2009). "Evaluating the integrative function of ERP systems used within the construction industry". En Zarli & Scherer (eds), *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*, Taylor and Francis Group, Londres.

Acs, Z. J., Morck, R., y Yeung, B. (1999). "Productivity growth and firm size distribution". En Z. J. Acs, B. Carlsson, and C. Karlsson (eds.), *Entrepreneurship, Small and Medium-Sized Enterprises and the Macroeconomy*, Cambridge University Press, Cambridge.

Betts, M., Cher, L., Mathur, K. y Ofori, G. (1991). "Strategies for the Construction Sector in the Information Technology Era". En *Construction Management and Economics*, 9, 509-528.

Bhavnani, S., Flemming, U., Forsythe, D., Garrett, J., Shaw, D., y Tsai, A (1996). "CAD Usage in an Architectural Office: From Observations to Active Assistance". En *Automation in Construction*, 5, 243-255.

Bisang, R. (2007). "El desarrollo agropecuario en las últimas décadas: ¿Volver a creer?". En Kosacoff, B. (ed.), *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002-2007*. CEPAL, Santiago de Chile.

Bresnen, M. (1996). "Cultural Change in the Construction Industry: Developing the Clients Management Role to improve Project Performance". Presentación en conferencia "Partnering in Construction", Universidad de Salford y University de Westminster.

Brochner, J. (1990). "Impacts of Information Technology on the Structure of Construction". En *Construction Management and Economics*, 8, 205-218.

Cámara Argentina de la Construcción (2008). "Impacto de la Globalización en la Industria de la Construcción. Hacia un nuevo escenario competitivo" Disponible en: <http://www.camarco.org.ar/biblioteca#>

Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". En *Administrative Science Quarterly*, 35, 126-152.



Coombs, R. y Miles, I. (2000). "Innovation, measurement and services: the new problematique". En Metcalfe, S. y Miles, I. (eds), *Innovation systems in the service economy: measurement and case studies*, Springer US, New York.

Coremberg, A. (2013). "La productividad de la industria de la construcción en Argentina: una medición AR-KLEMS", FODECO, Buenos Aires.

Crepon, B., Duguet, E., y Mairesse, J. (1998). "Research, Innovation And Productivity: An Econometric Analysis At The Firm Level". En *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2), 115-158.

Djellal, F. y Gallouj, F. (1999). "Services and the search for relevant innovation indicators: a review of national and international surveys". En *Science and Public Policy*, 26(4), 218-232.

Dosi, G. (1982). "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change". En *Research Policy*, 11(3), 147-62.

Duguet, E. (2007). "Innovation height spillovers and TFP growth at the firm level: Evidence from French manufacturing". En *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 415-442.

Edquist C. (1997). "Systems of innovation approaches - their emergence and characteristics". En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter/Cassell, Londres.

Escrig Perez, C. (2010). "Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón". E-prints, Universitat Politècnica de Catalunya.

Fajnzylber, F. (1983). *La industrialización trunca de América Latina*. Editorial Nueva Imagen, México.

Folino, J. (1993). "Un nuevo orden de magnitud en los avances tecnológicos". CAC, Buenos Aires.



- Forcada Matheu, N. (2005). *Life cycle document management system for construction*. Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Pinter, Londres.
- Freeman, C., y Perez, C. (1988). "Structural crises of adjustment, business cycles and investment behavior". En Dosi, G. et al, *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, Londres.
- Freeman, C., Clark, J., y Soete, L. (1982). *Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development*. Pinter, Londres.
- Gallouj F. y Weinstein O. (1997). "Innovation in services". En *Research Policy*, 26, 537-566.
- Gambatese, J. A., y Hallowell, M. (2011). "Enabling and measuring innovation in the construction industry". En *Construction Management and Economics*, 29(6), 553-567.
- Gann, D. (2000). *Building innovation. Complex constructs in a changing world*. Thomas Telford, Londres.
- Goldfayl, G., (1999). *Construction Contract Administration*. Deakin University Press, Victoria.
- Griliches, Z. (1992). "The search for R&D spillovers". En *Scandinavian Journal of Economics*, 94, 29-47.
- Hammer, M. (1990). "Reengineering work: Don't Automate, Obliterate." En *Harvard Business Review*, Julio-Agosto, 104-112.
- Hammer, M. y Champy, J. (1993). *Reengineering the corporation*. Nicholas Brealey Publishing, Londres.
- Harris, F. y McCaffer, R. (2001). *Modern Construction Management*, 5ta ed. Blackwell Science, Victoria.



Harty, C. (2008). "Implementing innovation in construction: contexts, relative boundedness and actor network theory". En *Construction Management and Economics*, 26(10), 1029-1041.

Hatzichronoglou, T. (1997). "Revision of the high-technology sector and product classification". OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, 1997/2.

Haycraft, W. (2002). "History of Construction Equipment". En *Journal of Construction Engineering and Management*, 137, 720-723.

Hobsbawm, E. (2008). *Historia del Siglo XX*. Crítica, Buenos Aires.

Hong-Minh, S. (2002). "Re-engineering the UK private house building supply chain". Disponible en Mannheimer Texte Online.

Hong-Minh, S. M., Barker, R. y Naim, M. (1999). "Construction supply chain trend analysis". En *Proceedings of IGLC 7th Annual Conference*, Berkeley, CA. Disponible en <http://cic.vtt.fi/lean/conferences.htm>

Howell, G. and G. Ballard (1994). "Lean Production Theory: moving beyond 'Can-Do'". En *Proceedings of the 2nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Santiago de Chile, 17-24. A.A. Balkena, Rotterdam.

Instituto de Desarrollo Industrial, Tecnológico y de Servicios (2006). "Informe Final Sector Construcción". Mendoza.

King, Julia (1991). "Re-engineering: rip it up!". En *Computerworld*, 25(28), 15 Julio, 55-57.

Kumar, V., Maheshwari, B. y Kumar, U. (2003). "An investigation of critical management issues in ERP implementation: emperical evidence from Canadian organizations". En *Technovation*, 23 (10), 793-807.

Kuruoglu, M. (2002). *Computer aided planning for Construction: Methods and Examples*, Caglayan Publishing, Estambul.

Latham, M. (1994). *Constructing the Team*. HMSO, Londres.



Lavarello, P. y Gutman, G. (2014). "Paradigmas y trayectorias tecnológicas, estrategias corporativas y posibilidades de entrada para países en desarrollo: reflexiones a partir del caso de las biotecnologías". En: Barletta, F.; Robert, V.; Yoguel, G. (Comps.), *Tópicos de la teoría evolucionista neoshumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico (vol. 2)*, en prensa.

Lipsey, R., y Chrystal, K. (1995). *An Introduction to Positive Economics*. Oxford University Press, Londres.

London, K. A., y Kenley, R. (2001). "An industrial organization economic supply chain approach for the construction industry: a review". En *Construction Management & Economics*, 19(8), 777-788.

Love, P. and A. Gunasekaran (1997). "Process reengineering: a review of enablers". En *International Journal of Production Economics*, 50(2-3), 183-197.

Love, P.; Irani, Z. y Edwards D. (2005). "Researching the investment of information technology in construction: An examination of evaluation practices". En *Automation in Construction*, 14 (4), 569-582.

Lundvall, B. A. (1992). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, Londres.

Lundvall B. A. (1997). "National Systems and National Styles of Innovation". Paper presentado en The fourth International ASEAT Conference, "Differences in 'styles' of technological innovation", Manchester.

Malerba, F. y Orsenigo, L. (1997). "Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities". *Industrial and Corporate Change*, 6 (1), 83-118.

Maqsood, T., Walker, D.H., Finegan, A. y Staedler, A.P., (2003). "Investigating the Role of ICT in Improving Productivity in Construction Supply Chains in Australian Construction Industry". En *Proceedings of the Second International Conference on Construction in the 21st Century*, Hong Kong.



Marir, F., Aouad, G. y Cooper, G. (1998). "OSCONCAD: A model-based CAD system integrated with computer applications". En *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 3, 25-43.

Marrano, G; Haskel, J. y Wallis, G. (2007). "Intangible investment and Britain's productivity" *Treasury Economic Working Paper No. 1*, HM Treasury, Londres.

Molnár, M., Anderson, R., y Ekholm, A. (2007). "Benefits of ICT in the construction industry—Characterization of the present situation the house building processes". En *Proceedings of the CIB W 78 conference*, Maribor.

Naim, M., y Barlow, J. (2003). "An innovative supply chain strategy for customized housing". En *Construction Management and Economics*, 21(6), 593-602.

Nam, C. y Tatum, C. (1989). "Toward Understanding of Product Innovation Process in Construction". En *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), 517-534.

Nelson, R. (1981). "Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead Ends and New Departures". En *Journal of Economic Literature*, American Economic Association, 19(3), 1029-1064.

Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford University Press, Oxford.

Nelson, R. y Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, Cambridge.

OCDE (2002). *Measuring the information economy*. OCDE, París.

Panaia, M. (1995). Demanda de calificaciones en la Industria de la Construcción. *Estudios del Trabajo*, 8, 73-107.

Pavitt, K. (1984) Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*, 13(6), pp. 343–73.

Peansupap, V., y Walker, D. H. (2006). Innovation diffusion at the implementation stage of a construction project: a case study of information



communication technology. *Construction management and economics*, 24(3), 321-332.

Peppard, J., y Rylander, A. (2006). *From Value Chain to Value Network: Insights for Mobile Operators*. *European Management Journal*, 24(2), 128-141.

Pérez, C. (2000). "Cambio de paradigma y rol de la tecnología en el desarrollo". Presentación en el Foro de apertura del ciclo "La ciencia y la tecnología en la construcción del futuro del país", Caracas.

Pérez, C. (2005). "Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos". En *Tecnología y Construcción*, 21 (1), 77-86.

Porter, M. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Free Press, New York.

Porter, M. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press, New York.

Potts J (2000). *The new evolutionary microeconomics: complexity, competence and adaptive behaviour*. Edward Elgar, Cheltenham.

Reichstein, T., Salter, A. J., y Gann, D. M. (2005). Last among equals: a comparison of innovation in construction, services and manufacturing in the UK. En *Construction Management and Economics*, 23(6), 631-644.

Richardson, G.B. (1996). "The organisation of industry". En Buckley, P. y Michie, J. (eds). *Firms, Organisations and Contracts: A Reader in Industrial Organisation*, Oxford University Press, Oxford.

Robert, V.; Pereira, M.; Yoguel, G. y Barletta, F. (2013) "Micro, macro, and meso determinants of productivity growth in Argentinian firms" *Evolutionary Economics* (en prensa).

Rowlinson, S. y Yates, D. (2003). "nDCAD - A Virtual Change Agent for Professions and Procurement Systems?". En *Construction Management and Economics*, 21 (8), 849-857.



Ruddock, L., y Ruddock, S. (2009) "Reassessing productivity in the construction sector to reflect hidden innovation and the knowledge economy" *Construction Management and Economics*, 27(9), 871-879.

Schumpeter, J. A. (1934) *Teoría del Desarrollo Económico*. Cambridge: Harvard University Press.

Schumpeter J.A. (1942) *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York: Harper, 1975 (1942).

Shi, J. J. y Halpin, D. W. (2003) Enterprise Resource Planning for construction business management. *Journal of Construction Engineering and Management* 129(2):214–221.

Solow, R. (1957). "Technical change and aggregate production function". En *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.

Stewart, R. y Mohamed, S. (2003). "Evaluating the value IT adds to the process of project information management in construction". En *Journal of Automation in Construction*, Elsevier Science, 12(4), 407-417.

Teece D. y Pisano G. (1994) The dynamic capabilities of firms: an introduction, *Industrial and Corporate Change*, 3, pp 537-556.

Vitelli, G. (1978). Cambio tecnológico, estructura de mercado y ocupación en la industria de la construcción argentina. *El Trimestre Económico*, 45 (4), 997-1031.

Voordijk, H., Leuven, A. V. y Laan, A. (2003) Enterprise Resource Planning in a large construction firm. *Construction Management and Economics* 21(5): 511–521.

Whyte, J. (2003). Innovation and users: virtual reality in the construction sector. *Construction Management and Economics*, 21(6), 565-572.

Winch, G. (2003) How innovative is construction? Comparing aggregate data on construction innovation and other sectors – a case of apples and pears. *Construction Management and Economics*, 21(6), 651–4.



Yang, J.B., Wu C.T. y Tsai, C.H. (2007). "Selection of an ERP system for a construction firm in Taiwan: A case study". En *Automation in Construction*, 16 (6), 787-796.



Anexo

A continuación se listan las personas entrevistadas para la realización de esta investigación, describiéndose la empresa a la que pertenecían al momento de efectuarse la entrevista y el cargo que ocupaban en ella.

Ing. Claudio Tabanera. Gerente de Construcciones del Grupo Monarca - DI Construcciones. Entre sus antecedentes anteriores, cabe destacar además su desempeño como Director de Obra en RAGHSA y como Project & Technical Service Manager en Bovis Lend Lease. El Grupo Monarca fue fundado en el año 2004. Se trata de una empresa integrada de negocios inmobiliarios, que encara el desarrollo, la construcción y la comercialización de emprendimientos inmobiliarios, de oficinas y hotelería. Hasta la fecha lleva desarrollados cerca de 450 mil metros cuadrados, incluyendo proyectos fuera del país.

Ing. Eduardo Gutiérrez, Ing. Gerónimo Gutiérrez y Arq. Mercedes Gutiérrez. Presidente y directores del Grupo Farallon. El Ing. Eduardo Gutierrez fue además presidente y es actualmente vicepresidente primero de la Cámara de Desarrolladores Urbanos y presidente de la Comisión de Desarrolladores de la Cámara Argentina de la Construcción. El Grupo Farallon se fundó en 1985 como empresa constructora de obra pública y obra privada. Los primeros años los dedicó a la construcción de planes de vivienda social a lo largo de todo el país. A principios de los años noventa, incursionó en el negocio del real estate. Comenzó con el desarrollo de edificios en zonas residenciales para luego incorporarse en el desarrollo de tierras, convirtiéndose en una empresa líder del sector, construyendo barrios privados de entre los más reconocidos del Gran Buenos Aires. En 2005 adquirió el 100% del paquete accionario de Pulte Homes Argentina, construyendo y comercializando las casas en diferentes zonas del Gran Buenos Aires. Llegó a construir más de 700 casas.

Arq. Raúl Saenz Valiente. Director Ejecutivo de CREARURBAN. Además, es actualmente presidente de la Cámara de Desarrolladores Urbanos. CREARURBAN es la empresa de desarrollos inmobiliarios del Grupo ODS



(Obras, Desarrollos y Servicios), creado en 2007 a partir de la sociedad entre la firma italiana Ghella S.A. y el arquitecto Ángel Calcaterra, que previamente había adquirido las empresas IECSA y CREARURBAN. En los últimos 20 años, CREARURBAN emprendió 13 proyectos residenciales y desarrollo de urbanizaciones privadas, la mayoría de ellos de gran magnitud. Se destaca fundamentalmente su inserción en el barrio de Puerto Madero, donde emplazó 4 de esos proyectos.

Lic. Fernando Giménez Zapiola y Arq. Axel Brostrom. Presidente y CEO, respectivamente, de BGZ (Binswanger Gimenez Zapiola). Entre otros antecedentes, cabe señalar que Gimenez Zapiola fue director del SOM y del Instituto para el Desarrollo Empresario de la Argentina. BINSWANGER es una organización internacional de Real Estate con base en Filadelfia, proveedora de un completo rango de servicios corporativos e institucionales. Posee 29 oficinas propias y asociadas alrededor del mundo en Estados Unidos, Canadá, Latinoamérica, Asia y Europa. GIMENEZ ZAPIOLA es una de las empresas líderes en Argentina en el manejo de soluciones inmobiliarias, con más de 104 años de trayectoria. Se especializa en la comercialización de unidades residenciales de alta gama y de facilidades para empresas. Provee servicios de asistencia a inversores inmobiliarios, realizando estudios de mercado y asesoría estratégica para la gestión de portafolios.

Arq. Enrique García Espil. Socio de LEQ. García Espil fue Secretario de Planeamiento del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Anteriormente, fue el encargado de diseñar el plan maestro para el desarrollo de Puerto Madero. Fue además presidente de la Sociedad Central de Arquitectos y vicepresidente del Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo. LEQ es una empresa abocada al diseño y construcción de inmuebles residenciales y obras de arquitectura.

Arq. Pablo Sztulwark. Socio del Estudio de Arquitectura Nuevo Estudio 3. Entre otros antecedentes, autor del libro Ficciones De Lo Habitar. El estudio nace en 1991, bajo el nombre de L.O.S.T. Arquitectos. Durante esa primera



década, se consolida como empresa desarrolladora, integrando entre sus actividades el diseño arquitectónico, la construcción, venta y gestión inmobiliaria de los proyectos emprendidos. Desde entonces, lleva desarrollados más de 50 emprendimientos en la Ciudad de Buenos Aires.

Ing. Santiago Riva. Presidente de RIVA S.A. RIVA es una empresa concebida hace más de 80 años por Gilardón, Córdoba y Riva, que ya tiene más de 40 años como sociedad anónima. Originalmente abocada a la obra pública, ya en los '80 incursiona en emprendimientos comandados por empresas privadas de diversos rubros. A partir de los años '90 se involucra también en la construcción de inmuebles residenciales. Riva se ha afianzado como una de las principales empresas constructoras de obras de arquitectura e ingeniería, especializada en la construcción, gerenciamiento, asistencia técnica y control de obras civiles, plantas industriales y desarrollos inmobiliarios.

Lic. Juan Carlos Bottazzi. Corporate Controller de CAPUTO S.A. La empresa nace en 1938, año en que Nicolás Caputo fundó Nicolás Caputo Sociedad Anónima de Edificación. Desde sus inicios, se dedicó a la ejecución de obras públicas y privadas, prestando servicios a empresas de máximo nivel de los distintos sectores de la economía. Ya a mediados de la década del '50 la empresa, sin dejar de tener una dirección familiar, comenzó a cotizar en bolsa, transformándose, aún hoy, en una de las pocas empresas del rubro que lo hacen. La participación de Caputo en desarrollos inmobiliarios de diversa índole incluye -según el tipo de desarrollo- la búsqueda del terreno, el análisis del negocio, el proyecto, la construcción, la gestión comercial y el financiamiento. A lo largo de los últimos 15 años, el área de desarrollos inmobiliarios de la empresa ha coordinado la ejecución de proyectos que en su conjunto suman más de 100.000 m² de viviendas construidos y entregados, materializados en proyectos en Puerto Madero, Tigre, Palermo, Caballito, San Isidro y Quilmes.

Ing. Noemí Abad. Encargada de Comercialización en INTECSOL S.A. La empresa nace a partir de un estudio de Ingeniería Civil, que utiliza en sus



proyectos los software que comercializa. Es una compañía que distribuye, capacita y realiza el soporte técnico de Software orientado a la Ingeniería, Arquitectura y Construcción, con aplicaciones que satisfacen los requerimientos de profesionales y oficinas técnicas. Las soluciones integrales que comercializa incluyen Cálculo de Estructuras Tridimensionales, Presupuesto, Gestión de obras, Seguridad y Salud y Medición gráfica de proyectos – desarrollados por Arktec S.A. España.