

# COSTOS INCREMENTALES DE CRECIMIENTO URBANO

JUAN ESCUDERO \*

JORGE MARTÍN \*\*

## 1. INTRODUCCIÓN

En forma íntimamente ligada a los planteamientos en favor de la desconcentración, se plantea el problema de la limitación del crecimiento de las grandes ciudades. El alto costo de crecimiento de las ciudades mayores, y su pérdida de eficiencia cuando sobrepasan su "tamaño óptimo" han constituido tradicionalmente una de las argumentaciones más frecuentes en el campo de la planificación regional.

Desde hace algunos años se han venido realizando en el país esfuerzos por llegar a definiciones más precisas con respecto a este problema. Durante la investigación sobre la Región Central de Chile <sup>1</sup>, realizada en CIDU con la colaboración de CEPLA, se lograron algunos avances significativos que parece conveniente recordar. Algo después el Ministerio de Vivienda y Urbanismo planteó una serie de estudios preinversionales —algunos de los cuales fueron realizados— que aclaraban algunos de los principales puntos en discusión. Más recientemente, el Colegio de Arquitectos de Chile expuso su planteamiento global <sup>2</sup>

incluye una serie de puntos de diagnóstico estrategia atinentes a este tema, que siendo considerado por las comisiones estudian la nueva regionalización del país.

Dentro de esta perspectiva, CEPLA y el Centro de la Vivienda y Construcción (CVC) unidades académicas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, iniciaron hace algunos meses una serie de investigaciones puntuales tendientes a allegar más antecedentes concretos a la discusión, para intentar en el futuro a un replanteamiento del problema.

El objetivo de este documento es revisar brevemente la teoría sobre tamaño de ciudades, resumir y recuperar los planteamientos y resultados de la investigación sobre la región Central de Chile en este tema, analizar los cambios que se han producido en el sistema y entregar los primeros resultados de las investigaciones iniciadas, que se refieren a uno de los puntos más críticos del problema: los costos diferenciales de edificación en función de la altura y densidad de construcción.

---

\* Profesor investigador. Centro de Planeamiento. Depto. de Industrias, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Sede Occidente.

\*\* Director subrogante, Sección Construcción. Depto. de Obras Civiles, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Sede Occidente.

1 "Región Central de Chile: Perspectivas de Desarrollo". J. Escudero, A. Gómez, A. Necochea, G. Pumarino y A. Wrobel. CIDU, Santiago, 1971.

2 "Plan Nacional de Desarrollo Urbano, Rural y de Vivienda". Colegio de Arquitectos de Chile. Santiago, 1973.

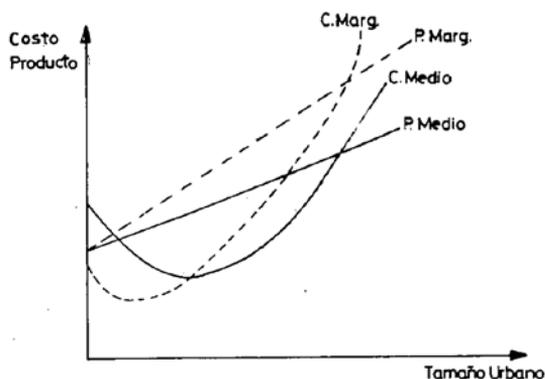
## 2. TEORÍA Y EXPERIENCIAS CON RESPECTO A TAMAÑO ÓPTIMO DE CIUDADES

El argumento tradicional en favor de la limitación del crecimiento de las grandes ciudades es que éstas resultan "demasiado caras". La experiencia internacional entrega alguna evidencia con respecto a que, en gene-

ral, las ciudades mayores son "más caras" que las menores. La insuficiencia de este argumento se pone de manifiesto al observar que, por una parte, las ciudades mayores siguen creciendo —indicación de que al menos para determinados sectores de la sociedad esta alternativa resulta más conveniente— y por otra parte que aún los más recalcitrantes partidarios de la desconcentración reconocen que determinadas actividades "imprescindibles" sólo puede localizarse en estas ciudades mayores, indicación de la existencia implícita de otros argumentos que matizan o complementan el "costo".

Esto obliga a definir un marco de análisis más amplio para el problema, que incluya una especificación cuidadosa de los costos relevantes y una definición de los beneficios que actuarán como contrapartida.

Siguiendo a William Alonso <sup>3</sup> tal definición se puede establecer considerando como beneficio el valor del Producto Bruto del Area Urbana en cuestión, y como costos tanto los "costos públicos" en infraestructura y servicios locales, como los costos de producción y de consumo privado. W. Alonso excluye los costos de mano de obra, lo cual tiene la ventaja de que, bajo los supuestos usuales en teoría económica, la diferencia entre los costos marginales y el producto marginal así expresados reflejarían la productividad marginal de la mano de obra y por lo tanto los salarios.



En tales condiciones, el problema de medición se simplifica notablemente. Sin embar-

go, independientemente del problema de medición, aceptando que el producto medio es creciente, y que la curva de costos tiene un mínimo y luego crece para acercarse y eventualmente sobrepasar los beneficios, queda de manifiesto que el punto de costo mínimo no tiene ninguna relevancia teórica, y que el óptimo se daría para tamaños urbanos mayores. Desde un punto de vista social, y en el caso normal de excedentes de mano de obra en áreas rurales, tal óptimo estaría donde el costo marginal y el producto marginal se igualan; si la mano de obra tiene uso alternativo productivo en otros lugares, el óptimo se da para el tamaño urbano en que la diferencia entre el producto marginal y costo marginal iguala al costo de oportunidad de la mano de obra en la localización alternativa. Desde el punto de vista de los habitantes de la ciudad, el óptimo se daría para el tamaño de población en que la mencionada diferencia fuera máxima.

La evidencia empírica citada por W. Alonso es también muy significativa, y puede resumirse diciendo que, efectivamente, la curva de costos medias tiene una forma que ha sido ubicada en el rango de los 10.000 a 250.000 habitantes para crecer después lentamente: 44% en Alemania Federal, entre ciudades del rango 20.000 a 50.000 habitantes y el rango más de 500.00; 44% en Japón entre los distritos de 200 a 300 personas/km<sup>2</sup> y los de más de 3.000 (corresponde a ciudades menores y mayores).

Los indicadores de beneficio, por su parte, en todas los casos revisados crecen más rápidamente que los costos, según una curva aproximadamente lineal; en Alemania Federal, a pesar del mencionado aumento de costos, la diferencia entre éstos y el producto crece en 30% en el mismo rango; en Japón el ingreso per cápita crece al 72% frente al 44% de aumento en el costo; en la Unión Soviética la productividad de la mano de obra es de un 38% superior en ciudades de más de 1.000.000 comparada con la de ciudades de 100 a 200.000 habitantes <sup>4</sup>. En los Estados Uni-

<sup>3</sup> W. Alonso, "The Economics of Urban Zizw" Papers of the Regional Science Association, Vol. XXVI, 1970.

<sup>4</sup> Esta observación de W. Alonso, que a su vez cita a V. Perevedentsev, es consistente con la situación puesta a manifiesto por D. Olden, en cuanto a que los patrones de concentración de las Repúblicas Soviéticas y las Provincias

dos se ha encontrado que los ingresos suben aproximadamente 30% en función del tamaño urbano entre los rangos 15-50.000 y más de un millón. En este caso, las diferencias se mantienen para ciudades aún mayores, hasta el punto de mostrar que ni siquiera Nueva York puede ser considerada —en estos términos— una ciudad "demasiado grande".

### 3. AVANCES LOGRADOS EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA REGIÓN CENTRAL DE CHILE

Dada esta experiencia internacional, no es extraño que, durante la investigación de la Región Central de Chile, no se haya podido demostrar en términos incuestionables la conveniencia de frenar drásticamente el crecimiento de Santiago. Esta conclusión, sin embargo, no impide que, a raíz del esfuerzo realizado por despejar dicha incógnita, se logran avances metodológicos y otras conclusiones interesantes. Se justifica entonces revisar retrospectivamente los estudios realizados y buscar en ellos la forma de continuar avanzando en el tema.

El primer punto importante proviene de las simplificaciones posibles, para el caso de Santiago, en cuanto a los aspectos relacionados a producto urbano.

A través de un análisis detallado de las actividades productivas chilenas y de las variables demográficas, se llega a demostrar la existencia de un "margen de desconcentración". El margen está constituido por un volumen de población y actividades (empleo) que, de acuerdo a la tendencia, se localizarían en Santiago durante los próximos años, pero que serían sensibles a políticas regionales coordinadas y podrían ser reorientadas hacia otras localizaciones "sin detrimento significativo para la economía". Las "otras localizaciones", sin embargo, deben cumplir determinadas condiciones, el requisito de coordinación de las políticas regionales es indispensable, y dichas políticas deben afectar en forma cuidadosamente selectiva sólo a las actividades pertenecientes al "margen".

En estas condiciones, la conveniencia social de realizar los esfuerzos necesarios para corregir tendencias y provocar la reorientación del "margen de desconcentración" —equivalente a la conveniencia social de frenar el crecimiento de Santiago— se convierte en un problema de costos de urbanización. La respuesta será afirmativa en el caso que, dentro de las "otras localizaciones" posibles para la población y actividades pertenecientes al "margen de desconcentración", existan otras cuyo crecimiento sea menos costoso que el de Santiago.

Al proceder de este modo, se está adoptando un punto de vista que puede ser considerado una particularización para la situación concreta estudiada de un caso algo más amplio que el de W. Alonso. En lugar de una gran ciudad aislada se está considerando un sistema de ciudades, los costos considerados son "costos incrementales" en aproximación a costo marginal, y al actuar por comparación se intentaba considerar costos de oportunidad.

Un segundo aspecto relevante que conviene destacar es la aproximación metodológica para la medición de los costos de crecimiento urbano. También en este caso son tan importantes las conclusiones positivas como los fracasos relativos.

Con respecto a los segundos, se intentó el cálculo directo de los costos medios y marginales de crecimiento a partir de cifras históricas de inversión, tanto en corte transversal como a través del tiempo. En ambos casos, y aparte de los fuertes problemas creados por la información insuficiente y dispersa, se tropezó con dos dificultades mayores que condicionan el avance en este campo de estudio:

— Las formas de crecimiento urbano, y la forma en que se adoptan las decisiones de inversión relacionadas a ese crecimiento, no constituyen una experiencia generalizable entre las ciudades estudiadas en el período considerado, ni responden a un patrón suficientemente estable que permita su extrapolación.

En otras palabras, no fue posible identificar una racionalidad en la estructuración de los crecimientos urbanos, ni una relación entre ritmo de crecimiento y ritmo de inversión.

---

Chinas serían similares a las de los Estados de USA y de los países latinoamericanos. Ver: D. Olden, "Centro periferia, polos de crecimiento y tamaño de ciudades". CEPLA, Pub. N° 73/15/C. Santiago, 1973.

— Los estándares de diseño y las tasas de ocupación de las obras básicas que determinan los costos se caracterizan igualmente por una gran variabilidad. En una misma ciudad y para el mismo tipo de servicios coexisten fuertes déficits locales con capacidades ociosas parciales. lo cual hace impracticables las comparaciones agregadas.

Estos resultados negativos fueron interpretados como una indicación de que, en las condiciones del proceso en Chile, no cualquier ciudad menor es "más barata" que una mayor. Más concretamente, que en una geografía de perfiles tan acentuados como la chilena, esta variable debería tener una incidencia significativa y que, dado el bajo nivel de racionalidad con que se han desarrollado nuestras ciudades, podía haber buenas oportunidades locales sin aprovechar. La metodología consecuentemente adoptada, y que en definitiva permitió establecer una primera aproximación de recomendaciones, fue una comparación directa entre localizaciones aprovechables para el crecimiento de un conjunto predeterminado de ciudades. La selección previa de ciudades tomó en cuenta, como uno de sus criterios, el que cada una de ellas fuera apropiada para recibir una parte del "margen de desconcentración" de actividades económicas "sin que éstas sufrieran detrimento en su productividad". Los costos de crecimiento, que se convierten así en el criterio de discriminación entre alternativas, fueron estimados a través de los proyectos que deberían ser implementados para llevar a cada una de esas "áreas propuestas para urbanización" hasta su capacidad máxima, dentro de una serie de categorías detectadas como las más relevantes para determinar costos de urbanización. Dentro de cada categoría los proyectos fueron valorados en términos relativos de acuerdo a proyectos similares realizados anteriormente. Las diversas categorías fueron a su vez valoradas en términos relativos de acuerdo a estudios anteriores que analizan la incidencia de distintos rubros en los costos totales de urbanización<sup>5</sup>.

5 Es interesante reproducir las referencias al respecto:

1. Tatiana Bulat, "Niveles y costos de la vivienda en América Latina: ONU-CEPAL, División de Asuntos Sociales, Santiago, 1988.

2. Centro de Investigaciones para el Desarrollo, "Alternativas para el desarrollo urbano de Bogotá". Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1969,

Las categorías de costo consideradas fueron divididas en variables de costo directo y costo inducido. Las variables de costo directo, cuantificadas en primera aproximación, fueron:

— Valor de suelo (precios de mercado y costo de oportunidad del suelo agrícola sujeto a invasión).

— Accesibilidad a centros y subcentros.

— Costo de extensión de redes de agua y de alcantarillado (a partir de la situación existente, contando los déficits y capacidades ociosas parciales).

— Costo de captación y tratamiento primario de agua potable.

— Costo de colección y tratamiento de aguas servidas.

— Costo de edificación de viviendas.

— Provisión de servicios locales a partir de los centros y subcentros existentes (tomando en cuenta sus capacidades y grados de uso).

Los costos inducidos o de largo plazo (transporte urbano, contaminación atmosférica, estructuración interna de las ciudades y de la región) fueron tratados con menor detalle y considerados en la discusión de las conclusiones finales.

Los costos "directos" condujeron a un ranqueo de alternativas, de las cuales conviene recalcar dos para los fines de este trabajo:

1° El problema de elegir y planificar correctamente la forma de crecimiento de una ciudad es decisivo para determinar si esa ciudad es más o menos costosa que las demás. Concretamente, ocupar un conjunto de "áreas propuestas para urbanización" pertenecientes

Rubro	Incidencia del rubro	
	Ref. 1 %	Ref. 2 %
Vivienda	70	} 73,8
Terreno	5	
Urbanización (Infraestr.)	15	
Equipamiento	10	9,2

a Santiago es competitivo y en algunos casos favorable frente a otras ciudades de la región.

2° Dentro de las alternativas más favorables quedaron ubicadas seis áreas de construcción en alta densidad, tanto en Santiago como en Valparaíso.

#### 4. GUÍAS PARA REEMPRENDER LA LÍNEA DE ESTUDIO

Si se acepta la validez de los planteamientos anteriores, se desprende la importancia de cuantificar en términos más precisos una serie de variables para llegar a conclusiones más afinadas. Destaca, por ejemplo, la cuantificación más precisa de las capacidades ociosas parciales en las redes urbanas de transporte, agua potable y alcantarillado, así como la incidencia sobre estas variables de los grandes proyectos en ejecución.

Destaca también el problema de los costos de construcción en densidades mayores y su relación con las variables de infraestructura. Sería vital llegar a una valoración más precisa del costo de oportunidad en agricultura de los terrenos agrícolas circundantes.

En cada uno de estos aspectos centrales ha habido planteamientos y equipos trabajando durante los últimos años, los que en la mayoría de los casos no alcanzaron a entregar resultados: los modelos de transporte desarrollados casi completamente en el Ministerio de Obras Públicas; la simulación de las redes de agua y alcantarillado solicitada como Estudio Preinversional por el Ministerio de Vivienda, que quedó muy avanzada hace unos tres años; el Estudio Preinversional sobre Costos Comparativos de Edificación en Altura y Edificación en Extensión, solicitado por el Ministerio de la Vivienda en 1971 y posteriormente no realizado; las estimaciones sobre costo de oportunidad de los terrenos agrícolas en torno a Santiago que se estaban llevando a cabo en ODEPA y de las cuales se dio cuenta hace un año en CEPLA<sup>6</sup>.

Los esfuerzos que se están desarrollando en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas apuntan hacia el campo que parece es-

tar menos cubierto de los antes señalados: el significado económico de la construcción en altura necesaria para implementar las urbanizaciones en alta densidad, las que de acuerdo a la evidencia disponible deberían aumentar su participación a la solución global.

#### 5. ELEMENTOS DE ANÁLISIS

A pesar de que en principio la construcción en altura representa una solución razonable a problemas y cuellos de botella cruciales en el desarrollo de nuestras ciudades, la implementación de un Plan de Desarrollo Urbano basado en esta técnica envuelve un gran número de interrogantes que no han sido analizados en forma exhaustiva.

En gran medida, esta es una observación válida para cualquier país. Sin embargo, en Chile, el nivel de especificación del problema es especialmente pobre, debido a la falta de enfoques globales y a la falta de contactos entre la parte tecnológica y la parte de planificación. Este esfuerzo conjunto de CEPLA y el Centro de la Vivienda está orientado a atacar esta última deficiencia.

Sin pretender abarcar toda la complejidad de la función de costos de crecimiento de una ciudad, se puede plantear que una respuesta rigurosa en cuanto a la conveniencia de utilizar más intensamente las soluciones en altura requeriría abordar problemas tales como:

- 1) Definición de tipologías habitacionales.
- 2) Significado de cada tipo de vivienda en la estructura de densidad poblacional.
- 3) Requerimientos de infraestructura para cada tipo.
- 4) Requerimientos de insumos para cada tipo.
- 5) Disponibilidad de insumos para vivienda en el país, en competencia con otros tipos de construcción.
- 6) Identificación de insumos críticos, y valorización de la restricción que imponen sobre las cantidades posibles de construir en cada tipo de vivienda.
- 7) Determinación de alturas óptimas de edificación (en número de pisos) a nivel re-

<sup>6</sup> "Seminarios sobre planificación urbana y transporte, informe preliminar", CEPLA, 1973.

gional, como combinación de los distintos tipos.

8) Impacto sobre esta estructura de alturas de grandes proyectos urbanos, como por ejemplo el ferrocarril metropolitano.

9) Impacto sobre el nivel de empleo de las políticas de densificación.

Este documento pretende iniciar la ambiciosa tarea de alcanzar dichas respuestas. En un rango modesto de alternativas de edificación y sin abordar los puntos más complejos de optimización y medición de impactos, se pretende presentar y racionalizar información tecnológica para su uso en planificación del desarrollo urbano. Sin embargo, la importancia relativa del costo de edificación dentro del costo total (cerca del 70% según punto 3) permite alcanzar algunas conclusiones a pesar de las limitaciones del enfoque.

## 6. COSTOS DE CONSTRUCCIONES HABITACIONALES

El costo total de la construcción de viviendas resulta de la agregación de algunos factores que, en términos generales, pueden incluirse dentro de los siguientes conceptos:

- 1) Costos instantáneos de construcción.
- 2) Costos de mantenimiento de la vivienda en condiciones de uso.
- 3) Costos de reparación.

En los dos últimos elementos del costo, el nivel de calidad de la construcción juega un rol decisivo. Es claro que, en general, a un mayor nivel de calidad corresponde un mayor costo instantáneo de edificación. El empleo de tecnologías más depuradas, el uso de equipos y de materiales mejores explicarían este mayor costo.

Por otra parte, sin embargo, un grado superior de calidad se traduce en una vida útil de la Vivienda más prolongada, y en un menor consumo de recursos por concepto de reparación.

Investigaciones iniciadas en este sentido en el Centro de la Vivienda <sup>7</sup>, tales como Estu-

dios sobre calidad geométrica de viviendas, de instalaciones domiciliarias y efecto del envejecimiento, permiten desde ya afirmar que "viviendas económicas" no es sinónimo de "viviendas de menor costo instantáneo", como muchas veces parece entenderse y que es posible definir una calidad óptima en un sentido económico, línea sobre la cual se está actualmente trabajando.

Si a este problema de definición de estándares económicos de construcción de viviendas se agregan los relacionados con los de alturas óptimas de edificación y con los de infraestructura, el problema de la densificación de la ciudad muestra dificultades bastante serias en cuanto se refiere a establecer el cómo y el dónde hacerlo.

En el trabajo que se presenta se han considerado tres alternativas de viviendas, de distinta densidad poblacional, y se han evaluado algunas de sus características más significativas con fines de comparación.

Estas alternativas, que han sido impulsadas por CORVI y MINVU, son las siguientes:

— Pareo 132, que representa una solución en baja densidad y en extensión.

— El Colectivo 1020, como solución de altura media.

— La Torre Habitacional de 21 pisos, como solución de alta densidad.

Dado que el problema de la calidad no está suficientemente cuantificado, se han efectuado los análisis que se entregan llevando las tres alternativas seleccionadas a estándares de calidad similares, aunque conservándose las características de confort que singularizan a cada una de ellas.

Las características generales de cada uno de estos tipos aparecen en los Cuadros N.os 1 y 2.

---

"Metodología para el control de la calidad geométrica de las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado". Vives A., Romero A., Jorge Martín.

"Metodología para el control de la calidad geométrica de las instalaciones de gas y de calefacción central". Vives A., Barros J.

Informes de Inspección Técnica de Obra en diversas obras de Santiago. Período 1969 a 1974. Martín J. y equipo.

"Especificaciones técnicas y control de calidad" (en edición por Centro Chileno de Productividad). Martín J.

---

<sup>7</sup> "Metodología para el estudio de la calidad geométrica de la construcción"; Vives A., Yudilevich R., Correa R.

La metodología adoptada consiste en una revisión sistemática de experiencias de construcción con cada una de las tipologías, sobre la base de un conjunto seleccionado de entre los casos previamente estudiados por el Centro de la Vivienda y Construcción.

Los antecedentes sobre Torres de 21 pisos corresponden a la Remodelación Parque Inés

de Suárez. Los antecedentes sobre Pareo 132 y Colectivo 1020 se han tomado de la experiencia del CVC en Inspección Técnica de Obras CORVI.

Para cada uno de los tipos se realizó un análisis lo más desagregado posible acerca de los distintos insumos físicos<sup>8</sup>, equipos<sup>9</sup> y mano de obra<sup>10</sup>, filtrando la información bá-

C U A D R O N º 1  
CARACTERISTICAS GENERALES

CARACTERISTICAS	UN.	PAREO 132	COLECTIVO 1020	TORRE 21 PISOS
1 Número de pisos	Nº	1	4	21
2 Número viviendas	Nº	2	16	118
3 Superficie en planta	m <sup>2</sup>	85,14	301,92	384,18
4 Superficie total edificada	m <sup>2</sup>	85,14	1.207,87	8.067,78
5 Nº de Deptos. por piso	Nº	—	4	6 en 19 pisos 4 en 1 piso
6 Otras dependencias	—	—	—	— 1 piso comercial (el 1º) — 1 Sótano
7 Estándard de confort	—	Económico	Económico Mejorado	Alto
8 Equipos especiales requeridos para su habitabilidad	—	—	—	— Ascensores (2) — Sistema de elevación de agua pot.

C U A D R O N º 2  
INDICES DE DENSIDAD HABITACIONAL

INDICE	PAREO 132	COLECTIVO 1020	TORRE DE 21 PISOS
1. Densidad bruta por superficie en planta (Hab./m <sup>2</sup> )	0.117	0.270	1.54
2. Densidad por superficie edificada (Hab./m <sup>2</sup> )	0.117	0.066	0.073
3. Densidad neta por superficie total de suelo ocupado (Hab./m <sup>2</sup> ) (Promedio usual)	0.020 — 0.025 (0.024)	0.05 — 0.07 (0.06)	0.080 — 0.200 (0.150)

Hipótesis: 5 habitantes por vivienda.

8, 9, 10 "Costos incrementales de crecimiento urbano", trabajo presentado por los autores al seminario sobre Plani-

ficación Urbana y del Transporte, 1974 (CEPLA y CIDU, Santiago).

sica de modo de mantener estándares de calidad comparable (por ejemplo, reemplazando algunos materiales "de lujo" por su equivalente) y tecnologías similares (por ejemplo, se adoptó en forma consistente una intensidad de mano de obra "tradicional"). Las medidas físicas así obtenidas fueron valoradas a precios de mayo de 1974, según cuadros del Boletín Estadístico de la Cámara Chilena de la Construcción.

La mano de obra fue valorada al salario promedio en el sector para el mismo mes: E° 4.500 por hombre día, incluyendo leyes sociales y regalías. Es necesario hacer notar que se prefirió utilizar este sistema de precios en lugar de los valores utilizados en los Presupuestos de Obra. El objetivo de establecer comparaciones entre tecnologías hizo recomendable adoptar precios internamente compatibles, y evitar los problemas de inflación y de distorsiones cambiantes características del período durante el cual se recogió la experiencia.

Estos valores no incluyen los costos correspondientes a transportes, almacenajes, ni otros gastos que son efectivamente parte de la inversión total requerida para construir una vivienda. Tampoco aparecen representadas las complicadas modalidades de venta de materiales, cuyos precios fluctúan con la cantidad comprada, o con la proporción en que se adquieren con respecto a otros elementos (P. ej. la arena tiene un precio si se compra sólo arena, y otro si se compra también ripio en razón 2:1).

Aunque esto significa subvaluar los materiales, para todos los casos en que se desee calcular la inversión global efectiva, se ha considerado preferible no introducir dichos conceptos en esta etapa del trabajo, por varias razones.

En primer lugar, la profunda distorsión existente en los precios de fletes hace que, en general, estén sobrevalorizados. Además, la estrecha relación entre la distancia a recorrer desde el lugar de distribución hasta la ubicación de la obra, hace que la incidencia del valor de los transportes sea diferente para cada faena. Por ello, el valor promedio por fletes se incluirá sólo después de analizarlos exhaustivamente.

Por otra parte, los gastos en transporte y las condiciones de precios diferenciados, impuestas por el mercado, afectan a todas las alternativas; aunque no puede afirmarse que en el mismo grado, es lícito suponer que al menos es muy similar.

Con la finalidad de establecer comparaciones, los insumos físicos y de mano de obra fueron promediados en función de la superficie edificada, y en función del número de habitantes de cada unidad habitacional. En relación a este último aspecto, al calcular el número de personas que pueden ser alojadas en cada uno de los tipos de viviendas seleccionadas, se supuso un promedio de cinco habitantes por unidad habitacional.

Esta cifra puede ser discutida de acuerdo a diversas consideraciones.

Por ejemplo, es razonable aducir que cada una de estas alternativas puede ser relacionada directamente con sectores sociales que presentan distintos niveles de ingreso, los cuales no muestran una composición homogénea del grupo familiar.

Sin embargo, y respetando la hipótesis de estándares comparables, se ha considerado preferible establecer que el número de personas alojadas debe ser consecuente con la superficie habitable en condiciones de un nivel mínimo satisfactorio.

Al tomar la cifra de 5 habitantes por vivienda se cubren estos mínimos aceptables para los tres casos, y se está dentro del promedio válido para los departamentos de las Torres.

Cabe señalar que, en cuanto a la capacidad de alojamiento, resulta:

1 Torre = 7,8 Colectivos 1020 = 59 Pareos 132

Los resultados obtenidos se entregan en los cuadros siguientes. Los insumos físicos fueron valorizados en Escudos, para así establecer un patrón de referencia y de comparación.

## 7. PRINCIPALES RESULTADOS

La comparación entre los tres tipos de viviendas estudiados surge de los cuadros 3, 4 y 5, que presentan en forma sinóptica los requerimientos absolutos y relativos de insumos físicos y mano de obra, y del cuadro 6 que resume las cifras de costo agregado.

C U A D R O N ° 3  
REQUERIMIENTOS DE INSUMOS FISICOS

TIPO DE EDIFICACION	VALOR DE MATERIALES ESCUDOS	INDICE RELATIVO AL PAREO 132
Pareo 132	1.891.388	1.
Colectivo 1020	40.383.394	1.24
Torre 21 pisos	497.910.802	1.50

NOTA: Base de cálculo "Boletín Estadístico de la Cámara Chilena de la Construcción", julio 1974.

C U A D R O N ° 4  
REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA

	PAREO 132	COLECTIVO 1020	TORRE 21 PISOS
Hombres día requeridos	214	4.230	37.930
Hombres día por m <sup>2</sup> construido	2,5	3,5	4,7
Hombres día por habitante alojado	21,4	53,0	64,3

NOTA: Base de cálculo: "Tabla de Rendimiento de la Mano de Obra", C. V. C.

INDICES RELATIVOS AL PAREO 132

	PAREO 132	COLECTIVO 1020	TORRE 21 PISOS
Hombres día por m <sup>2</sup> construido	1	1,4	1,88
Hombres día por habitante alojado	1	2,48	3,0

C U A D R O N ° 5  
COSTO DE LA MANO DE OBRA

	PAREO 132	COLECTIVO 1020	TORRE 21 PISOS
Escudos por m <sup>2</sup>	11.311	15.755	21.154
Indices relativos al Pareo 132	1	1.39	1.87

C U A D R O N ° 6  
COSTOS GLOBALES POR MATERIALES Y MANO DE OBRA

Tipo de Edificación. Costo Global por m<sup>2</sup>. Índice relativo al Pareo 132.

Pareo 132	33.526	1.0
Colectivo 1020	49.195	1.30
Torre 21 pisos	82.870	1.99

En el corto tiempo en que fue desarrollada esta investigación no fue posible sintetizar hasta el mismo nivel la incidencia de las maquinarias y equipos.

Es necesario hacer notar, sin embargo, que, dada la estructura de los resultados, la incorporación al análisis del costo en Equipo acentuaría las diferencias mostradas en el cuadro 6.

El primer resultado interesante surge de las cifras de Mano de Obra. Contrariamente a una creencia largamente alimentada en Chile, las soluciones en altura no son sinónimo de desempleo. A nivel tecnológico constante, un departamento en Torre de 21 pisos ocupa casi dos veces la mano de obra de una vivienda económica en un piso, comparando en función de la superficie, y tres veces comparando en función de los habitantes alojados.

Si se considera que las soluciones en altura son más susceptibles a la incorporación de técnicas más mecanizadas, se desprende la prometedora posibilidad de relajar la condición de tecnología constante y lograr reducciones de costo en las Torres y Colectivos, en forma tal que un aumento en la importancia relativa de estas soluciones no afecte la ocupación en el Sector Construcción.

Las diferencias en insumos físicos son todas del mismo signo que las de mano de obra, aunque más acentuadas y al mismo tiempo más importantes en valor absoluto, dada la importancia relativa de ambos factores. El valor de los insumos físicos representa aproximadamente dos tercios del total en el Pareo 132 y el Colectivo, y tres cuartos en la Torre.

Este último fenómeno se debe en gran medida al encarecimiento del cemento y el acero estructural en función de la altura de edificación, asociados a los requerimientos de asismicidad.

En el cuadro 7 se puede apreciar la incidencia de los distintos materiales en cada solución. En cierta medida, queda reflejado en ellos la imposibilidad de llegar a niveles de calidad completamente comparables (pinturas, quincallería), aunque en la línea gruesa subsiste el problema sísmico y la ausencia de soluciones económicas para encararlo.

El cuadro N° 8 corresponde a una agregación de los cuadros de insumos y costo en que

se fundamenta el análisis. Las categorías corresponden a las utilizadas en el "Plan Habitacional y de Desarrollo Urbano" preparado por la Cámara Chilena de la Construcción en noviembre de 1973. Esto permite utilizar las cifras de disponibilidad de recursos presentadas en dicho plan, para estimar los principales cuellos de botella para cada tipo de vivienda.

#### C U A D R O N° 7

##### INCIDENCIAS RELATIVAS DE MATERIALES

(Calculadas a partir de E<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>).

<i>Insumos</i>	<i>Pareo 132</i>	<i>Colectivo 1020</i>	<i>Torre de 21 pisos</i>
1 Cemento	1	4,04	5,29
2 Hierro redondo	1	4,30	9,19
3 Alambres y clavos	1	1,22	2,38
4 Maderas	1	0,78	1,48
5 Aridos	1	1,75	1,45
6 Ladrillos	1	0,38	0,01
7 Vidrios	1	1,90	2,42
8 Puertas	1	0,91	1,00
9 Quincallería	1	0,82	2,45
10 Pisos	1	1,37	1,83
11 Asbesto cemento	1	0,37	2,47
12 Cubiertas	1	2,52	0,05
13 Volcanita	—	1	2,31
14 Pinturas y aceites	1	4,53	4,67
15 Sanitarios	1	0,60	0,65

La restricción general se puede ubicar alrededor de las 50.000 viviendas-año, donde empieza a agotarse la disponibilidad de artefactos sanitarios, al mismo tiempo que se alcanza el límite de la capacidad de producción de ladrillos (Pareo 132) y pisos vinílicos (Colectivo 1020). La restricción específica para la vivienda en altura la impone el hierro redondo estructural, donde la disponibilidad total nacional permitiría la construcción de 43.000 viviendas-año en Colectivos 1020 o alternativamente 22.000 viviendas-año en Torres de 21 pisos. Se entiende, sin embargo, que tales límites son teóricos, ya que implican reducir a cero la disponibilidad para otros tipos de obras.

## CUADRO N° 8

## SIGNIFICADO DE LOS RECURSOS TOTALES ANUALES DEL PAIS EN TERMINOS DE VIVIENDA

Nombre	UN.	INSUMOS	NUMERO DE VIVIENDAS POR AÑO			
			Disponib. anuales	En Pareos 132	En Colectivos 1020	En Torres 21 pisos
1	sacos	Cemento	34.900.000	572.132	108.008	118.434
2	Kg.	Fierro redondo	66.000.000	328.358	43.049	22.245
3	Kg.	Alambres y clavos	12.000.000	303.798	140.249	79.013
4	Pulg.	Maderas	40.400.00	225.070	161.237	94.873
5	Nº	Ladrillos	53.000.000	49.190	60.494	4.103.675
6	m <sup>2</sup>	Vidrios (equiv.)	2.500.000	543.478	222.220	139.151
7	m <sup>2</sup>	Pisos Vinílicos <sup>1</sup>	3.500.000	93.333	52.190	64.592
8	m <sup>2</sup>	Cubiertas Asb. Cem.	10.000.000	194.175	435.730	2.610.620
9	m <sup>2</sup>	Volcanita <sup>2</sup>	4.600.000	122.700	158.280	75.750
10	m <sup>2</sup>	Planchas lisas Asbesto Cemento	5.000.000	387.900	495.050	92.188
11	Nº	Sanitarios				
	Nº	— Lavaplatos	63.000	63.000	63.000	63.000
	Nº	— Tinas Baño	45.000	45.000	45.000	45.000
	Nº	— Lavatorios	160.000	160.000	160.000	160.000
	Nº	— W. C.	80.000	80.000	80.000	80.000

<sup>1</sup> Para comparar, en el Pareo 132 se reemplazaron las baldosas por Flexit.

<sup>2</sup> Por igual razón, y sólo para efectos de analizar el significado de la volcanita con que puede contarse, se supuso que el enclavelado de madera se reemplazaría por planchas de Volcanita.

Además de estas limitaciones físicas, es necesario tener en cuenta la restricción económica que se desprende del cuadro N° 6: un departamento en edificio 1020 cuesta un 301 más en mano de obra y materiales, y un departamento en Torre de 21 pisos cuesta prácticamente el doble, ambas comparaciones relativas a la Casa Pareo 132.

Algunos avances logrados en el estudio de otras variables del problema, indicarían que los costos unitarios totales de los edificios en altura son aún más elevados, en términos relativos, que los de viviendas en extensión. Entre tales variables, son especialmente relevantes las que se refieren a los equipos especiales que se necesitan para proporcionar a los habitantes los servicios imprescindibles, y las distintas capacidades tecnológicas de las em-

presas constructoras que se requieren para edificar las viviendas escogidas.

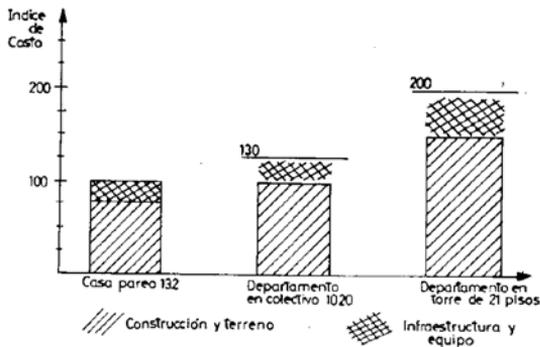
## COMENTARIO FINAL

Dejando fuera de la discusión por el momento este problema de equipos y capacidad tecnológica, vale la pena poner las cifras manejadas hasta el momento dentro del contexto general de costos de urbanización.

Si se toma como índice 100 el costo total de dar habitación a una familia en una casa Pareo 132, se tiene un índice 75 para la construcción y terreno, y un índice 25 para los "otros costos" - básicamente Infraestructura y Equipamiento<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Ver punto 3 de este documento.

Las índices correspondientes a Construcción y Terreno serían aproximadamente 100 y 150 para los Departamentos en Colectivo 1020 y en Torres de 21 pisos respectivamente <sup>12</sup>.



Los índices de costo total serían respectivamente 130 y 200.

Estos índices, sin embargo, pueden ser considerados un techo máximo: la evidencia recogida durante la investigación Región Central de Chile muestra que, para soluciones en densidades mayores, la incidencia de los "otros costos" sería menor que para densidades menores. En el caso particular de Santiago <sup>13</sup>, donde se trataría de aprovechar inversiones en infraestructura ya realizadas (el Metro, ampliación de las redes de Agua Potable y Alcantarillado, servicios que han tendido a emigrar hacia las zonas de altos ingresos) los "otros costos" podrían ser menores en valor absoluto a los de vivienda en extensión, y en algunos casos podrían ser cercanos a cero. Pero aún en las condiciones más favorables, un departamento en colectivo 1020 costaría lo mismo que una casa Pareo 132, y un departamento en Torre sería un 50% más caro.

La mencionada situación se vería suavizada por los efectos externos relacionados por el ahorro de terreno y el logro de una estructura urbana más racional, pero se vería agravada por los mayores requerimientos en capital (maquinarias y equipo) y por el uso más intensivo de recursos escasos en el país, notable-

mente acero y cemento, pero no solamente ellos, tal como se aprecia en el cuadro N° 8.

En definitiva, el balance de la situación depende de la dirección en que se produzca la necesaria expansión del Sector Construcción y las industrias que lo apoyan <sup>14</sup>. Como fuera señalado con anterioridad, la restricción general al número de viviendas posibles de construir con la capacidad instalada existente está ubicada alrededor de las 50.000 viviendas-año, aún si se mantiene un énfasis muy acentuado en la vivienda económica de un piso, y se da una prioridad aplastante a la vivienda por sobre otros tipos de construcciones.

Tal cantidad corresponde aproximadamente a las viviendas necesarias para atender al crecimiento vegetativo de la población. Esto deja intacto el déficit de arrastre, que ha sido estimado en alrededor de 600.000 viviendas.

Al definir la estructura de la expansión, las consideraciones relativas al factor Mano de Obra deberían jugar un rol decisivo. Contrariamente a lo que ha sido el argumento standard en este tipo de análisis, ha quedado establecida la posibilidad de incorporar tecnología moderna a la construcción de vivienda en altura sin afectar la actual ocupación del sector. Dado el bajo nivel de intensidad de capital actual, se podría esperar que ello implique un significativo descenso en los costos de construcción.

Esto, más el aprovechamiento en ingeniería y diseño que dejan los tipos de vivienda actualmente utilizados, puede hacer de la alta densidad una alternativa favorable para aprovechar condiciones locales en cuanto a infraestructura y equipamiento.

Este argumento es especialmente válido para alturas intermedias, donde los problemas tecnológicos, el equipamiento del edificio y los problemas sísmicos son más simples.

Las soluciones de tipo Torre, en cambio presentan dificultades demasiado grandes, y una diferencia de costo difícil de superar en el mediano y corto plazo.

<sup>12</sup> Dada la pequeña incidencia del costo del Terreno, se puede considerar que la diferencia de efecto de este rubro en el índice es despreciable.

<sup>13</sup> Y hasta cierto punto también para Valparaíso. Ver: "Región Central de Chile..." antes citado.

<sup>14</sup> O en forma complementaria, la anunciada política de materiales de construcción.