



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

“PROPUESTA DE MÉTRICA PARA MEDIR LA
CONSTRUCTIBILIDAD EN PROYECTOS DE DENSIFICACIÓN EN
LA CIUDAD DE CURICÓ EN COMPARACIÓN AL MODELO
SINGAPUR.”

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CONSTRUCTOR

PROFESOR GUÍA: ARMANDO DURAN
BUSTAMANTE

KATHERINE ROCÍO DÍAZ GARCÍA

CURICÓ-CHILE

2019

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Two circular official stamps and handwritten signatures in blue ink. The left stamp is from the 'DIRECCIÓN SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNIVERSIDAD DE TALCA' and the right stamp is from the 'SISTEMA DE BIBLIOTECAS CAMPUS CURICO'.

Curicó, 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mis padres, en especial a mi madre que ante todo ha sido un pilar fundamental para mí, el apoyo de toda mi familia fue indispensable y sin ellos no sería posible finalizar este proceso.

Además, agradecer a mi profesor guía y director de escuela, Sr. Armando Durán por guiar mi trabajo y tener siempre una palabra de aliento.

DEDICATORIA

A mi madre María Eugenia García que siempre ha sido el pilar fundamental en mi vida y por sobre todo a apoyado mis sueños.

A mi abuela Rosa Fernández que sin sus consejos no sería la persona que soy hoy en día.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	vi
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	8
1.1. Introducción	8
1.2. Objetivos	9
1.2.1. Objetivo general.....	9
1.2.2. Objetivos específicos	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 Conceptos de Constructibilidad	10
2.1.1 Conceptos básicos	10
2.1.2 Conceptos de constructibilidad durante la etapa de planificación conceptual	12
Existen seis conceptos a base de la constructibilidad aplicables en la etapa de planificación conceptual que son destinados a la mejora de esta:.....	12
2.1.3 Conceptos de constructibilidad durante el diseño y adquisiciones.....	13
2.1.4 Conceptos de constructibilidad aplicables a la etapa de construcción.....	16
2.2 Métricas	17
2.2.1 Métricas de gestión de proyectos.....	17
2.2.2 Tipos de métricas e indicadores que como mínimo deberíamos considerar	18
2.3 Modelo Singapur.....	20
2.3.1 Singapur	20
2.3.2 Políticas de sostenibilidad y Planificación integrada a largo plazo de desarrollo urbano	21
2.3.3 Edificios Modulares.....	22
2.4 Proyectos de densificación en Chile.....	25
2.4.1 Historia de los proyectos de densificación.....	25
2.4.2 Planes reguladores de desarrollo	30
2.5 Historia de Curicó	36
2.5.1 Fundación y datos históricos de la Ciudad de Curicó	36
2.5.2 Crecimiento cronológico de la Ciudad de Curicó	37
2.5.2.1 Fundacional	37
2.5.2.2 Primer crecimiento (1850-1899).....	38
2.5.2.3 Segundo crecimiento (1900-1949).....	39

2.5.2.4 Tercer crecimiento (1950-1959).....	41
2.5.2.5 Cuarto crecimiento (1960-1969).....	42
2.5.2.6 Quinto crecimiento (1970-1995).	43
2.5.3 Distribución Urbana	44
2.5.3 División por sectores dentro de la Ciudad de Curicó	45
CAPÍTULO III: DESARROLLO	46
3.1 Metodología.....	46
3.2 Proyectos de densificación a nivel país utilizando materiales prefabricados total o parcialmente.....	47
3.2.1 Materiales Prefabricados más utilizados en Chile	47
3.2.2 Materiales y sustentabilidad.....	48
3.2.3 Participación de los materiales en viviendas.....	49
3.2.4 Las viviendas sociales y el rol de la prefabricación.....	50
3.3 Obras Prefabricadas realizadas a lo largo de Chile	52
3.3.1 Obras Viales.....	52
3.3.2 Desarrollo Portuario	53
3.3.3 Naves Industriales	54
3.3.4 Infraestructura Pública.....	55
3.3.5 Edificación	56
3.4 Principales Empresas desarrolladoras de prefabricados en Chile	58
3.5 Iniciativas públicas que potencian el desarrollo de la industria de la prefabricación en Chile.....	59
3.5.1 Estrategia Nacional de Construcción sustentable	59
3.5.2 Estándares de Construcción sustentable para viviendas de Chile:	60
3.5.3 Manual de elementos urbanos sustentables:.....	60
3.5.4 Manual de Procedimientos para la Calificación Energética de Viviendas en Chile: ...	60
3.5.5 Construye 2025	60
3.5.6 CCI Consejo Construcción Industrializada:	60
3.5.7 Estrategia Sustentable RCD:	60
3.5.8 Código de Construcción Sustentable para Viviendas (MINVU):.....	61
3.5.9 Agenda de Energía 2014:	61
3.5.10 Política Energética:	61
3.5.11 Hoja de Ruta 2050:	62
3.5.12 Agenda Productividad:.....	62

3.6 Estudio y análisis del plan regulador en la ciudad de Curicó para proyectos de densificación.....	62
3.6.1 Descripción plan regulador de Curicó	62
3.6.2 Edificios y Condominios construidos en la ciudad de Curicó.....	63
3.6.3 Georreferenciación	64
3.6.4 Zonificación aplicada por Plan Regulador.....	65
3.7 Edificios escogidos para la propuesta de métrica.....	65
3.7.1 Georreferenciación	66
3.7.2 Descripción de los proyectos Inmobiliarios.....	67
3.8 Definición de indicadores y o datos clave para la investigación.....	74
3.8.1 KPI indicadores clave de rendimiento y desempeño	75
3.8.2 Herramientas de medición de desempeño.....	76
3.9 Métricas comparativas.....	76
3.9.1 Metodología a utilizar para la implementación de métricas.....	77
3.9.2 Métricas comparativas cualitativas.....	79
3.9.3 Encuesta para realizar a las constructoras y saber el estado de sus proyectos y como fueron realizados	81
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS	86
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS.....	90

RESUMEN EJECUTIVO

El aumento en la competitividad en el área de la construcción ha conducido al surgimiento de expectativas cada vez más altas y exigencias de altos estándares de construcción. Para ser competentes y mantener un buen estándar las distintas organizaciones como constructoras e inmobiliarias, necesitan emplear sistemas de medición eficientes y eficaces con los cuales tengan parámetros de comparación a niveles tanto nacionales como internacionales, logrando la confianza de los clientes y/o mandantes de sus proyectos logrando una comercialización efectiva.

Muchas organizaciones en el área de la ingeniería y construcción reconocen esta necesidad de comparativa, para integrar los siguientes puntos ¿Lo estamos haciendo bien? ¿Nuestros estándares de calidad, plazo y costo están a un nivel competitivo nacional/internacional? El éxito de un proyecto depende de que todas las etapas de su ciclo de vida sean realizadas correctamente, integrar un sistema de comparación de un proyecto en todo su ciclo de vida no es una tarea fácil debido a que tiene una perspectiva en diferentes dimensiones desde las etapas de diseño, construcción, ventas y satisfacción al cliente.

En esta investigación se describe y propone un sistema de comparación métrico con indicadores que permiten una evaluación cuantificativa y cualificativa del desempeño de proyectos de densificación en la ciudad de Curicó con el fin de analizar el estado actual en comparación al modelo adoptado por Singapur, el modelo a comparar consiste en la utilización de materiales prefabricados o en su defecto la construcción misma de un bloque completo de departamento para posteriormente ser instalado en el lugar del proyecto completamente funcional, con altos estándares de calidad promoviendo la sustentabilidad en la construcción.

En este sentido se cuenta con diversos indicadores que serán utilizados para brindarle a las organizaciones herramientas estratégicas para lograr un buen posicionamiento en el mercado y obtener en sus proyectos altos estándares de calidad gestión y competencia en el área de la construcción.

Palabras Clave: Proyectos, Gestión, constructividad, construcción, calidad, métricas.

ABSTRACT

The increase in competitiveness in the construction area has led to the rise of ever higher expectations and demands for high construction standards. To be competent and to maintain a good standard, the different organizations such as construction and real estate companies, need to use efficient and effective measurement systems with which they have parameters of comparison at both national and international levels, achieving the trust of clients and / or constituents of their projects achieving effective marketing.

Many organizations in the area of engineering and construction recognize this need for comparison, to integrate the following points: Are we doing it well? Are our quality, deadline and cost standards at a national/international competitive level? The success of a project depends on all the stages of its life cycle being carried out correctly, integrating a comparison system of a project throughout its life cycle is not an easy task because it has a perspective in different dimensions from stages of design, construction, sales and customer satisfaction.

This research describes and proposes a metric comparison system with indicators that allow a quantitative and qualitative evaluation of the performance of densification projects in the city of Curicó in order to analyze the current state compared to the model adopted by Singapore, the model To compare consists in the use of prefabricated materials or, failing that, the construction of a complete apartment block, to be installed later on in the fully functional project site, with high quality standards promoting sustainability in construction.

In this sense, there are various indicators that will be used to provide organizations with strategic tools to achieve a good position in the market and obtain high standards of quality management and competence in the construction area in their projects.

Key Words: Projects, Management, constructivity, construction, quality, metrics.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

Hoy por hoy en el sector de construcción debemos enfrentar distintos retos que se nos presentan a diario, limitaciones de tiempo, espacio, factores climáticos, recursos e incluso personal de trabajo. Cuando hablamos de constructibilidad aun es un concepto poco claro de lo que nos estamos refiriendo pero que se está adoptando rápidamente en los sectores más avanzados de la construcción.

Para entender y poder aplicar este concepto es importante saber las fortalezas y debilidades de nuestros equipos de trabajo tales como Ingeniería de Diseño y Construcción ya que más que nada debemos procurar el buen intercambio y traspaso de información entre ellos, es en esta etapa donde podemos aplicar con mayor fuerza este concepto, ya que nos referimos a él como el grado con el cual se facilita el uso eficiente de recursos en un proyecto para facilitar su construcción, sabiendo y entendiendo que cada proyecto es un reto distinto ya que cada uno es especial y con distintos recursos y limitantes.

Los proyectos de densificación en Chile han sido bastante polémicos en estas décadas, y debido al incipiente y rápido crecimiento urbano de las grandes ciudades como la mayor fuente laboral han provocado una gran demanda por parte de la población para la construcción de nuevos edificios habitacionales, tanto el área pública como la privada deben trabajar de la mano para responder a las demandas sociales y habitacionales que existen por una mejor calidad de vida, por mayor accesibilidad a servicios y equipamiento, por diversidad de oferta e innovación inmobiliaria.

En cuanto a la innovación inmobiliaria es que la modularización y preensamblado de algunos materiales es que se ha agilizado los tiempos de construcción y es una forma de abordar la construcción de una obra. Singapur ha sido un gran pionero de estas técnicas tanto así que lo ha llevado a un nivel más allá de lo antes visto, donde han llegado a estandarizar edificios siendo construidos en bloques.

En la ciudad de Curicó estos últimos años hemos visto un gran aumento de construcciones de densificación sobre todo edificios habitacionales, es por esto por lo que, en esta memoria se realizará una métrica para medir la constructibilidad en edificios construidos en esta ciudad en comparación a los del modelo Singapur.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- ❖ Estudio y propuesta de métrica para medir la constructibilidad en proyectos de densificación en la ciudad de Curicó en comparación al modelo Singapur

1.2.2. Objetivos específicos

- ❖ Estudio de características de constructibilidad en proyectos de densificación en la ciudad de Curicó, Chile.
- ❖ Estudio de los planes reguladores para proyectos de densificación en la ciudad de Curicó.
- ❖ Estudio e investigación para la elaboración de métricas.
- ❖ Estudio e investigación de construcciones prefabricadas e iniciativas que las fomenten a nivel país.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos de Constructibilidad

2.1.1 Conceptos básicos

Constructividad: Define el grado con el cual un proyecto facilita el uso eficiente de los recursos para facilitar su construcción, satisfaciendo tanto los requerimientos del cliente como otros asociados al proyecto.

Constructabilidad: La integración efectiva y oportuna del conocimiento de la construcción en la planificación conceptual, el diseño, la construcción y las operaciones de campo de un proyecto para lograr los objetivos generales en el mejor tiempo y precisión posibles en los niveles más rentables para este.¹

Constructibilidad: Es un concepto relacionado con la gestión de todo el proyecto, desde las etapas de diseño que depende tanto de los proyectistas, arquitectos, gestores de proyecto y constructores, a diferencia de la constructividad en este concepto se integra a personal con experiencia y conocimiento de campo en la construcción con el fin de optimizar la aptitud constructiva de una obra.

La constructibilidad se sustenta en trece conceptos, los primeros seis están relacionados con la fase de planificación conceptual del proyecto, mientras que los siguientes siete están directamente relacionados con la etapa de diseño y adquisiciones.²

¹ Definición del (CII) Construction Industry Institute

² Administración de operaciones de construcción, (Serpell, 2002)

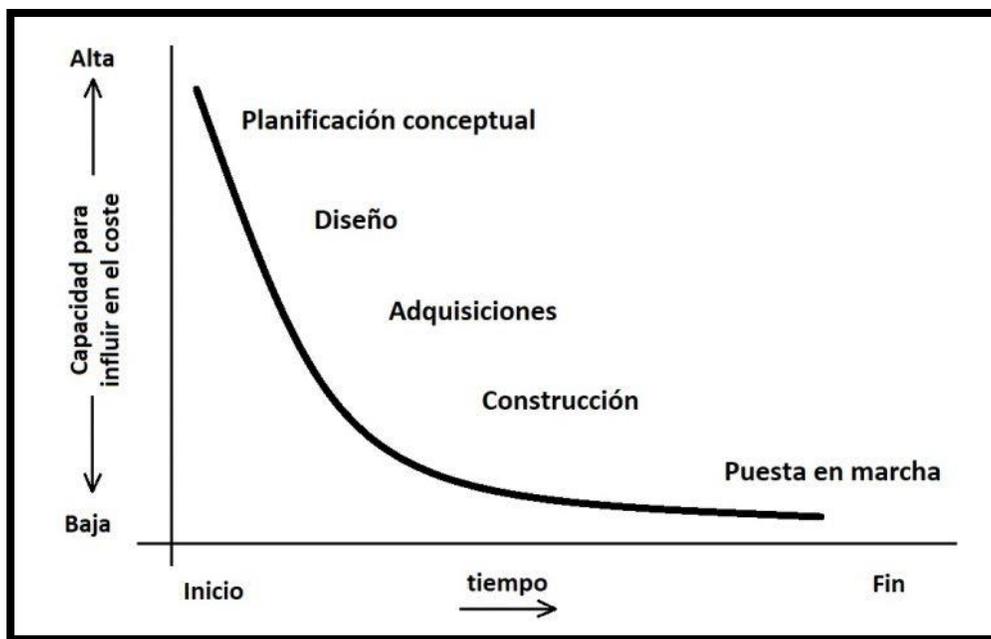


Ilustración 1: Capacidad de influir en el costo final de un proyecto, a lo largo de su ciclo de vida.

Fuente: Administración de operaciones de construcción, (Serpell, 2002)

En la etapa planificación conceptual en los proyectos hablamos de la definición de los requerimientos funcionales y de ejecución, donde evaluamos la factibilidad de un proyecto y sus proyecciones que en un futuro tendrán un gran impacto en el proyecto, sobre todo en su etapa de construcción.

El estudio de la constructibilidad se ha enfocado mayormente en las etapas de diseño y adquisiciones, ya que aquí es donde podemos intensificar el uso de la constructibilidad, donde es notorio en la intervención de planos, especificaciones técnicas, órdenes de compra y programas.

En general los proyectos que promueven el uso de la constructibilidad tienen cuatro características comunes:

1. El dueño y los contratistas (diseño y construcción) están orientados a lograr la efectividad económica global del proyecto, reconociendo la alta influencia que tienen las decisiones iniciales sobre el desempeño posterior de un proyecto.
2. Los administradores del proyecto (por parte del dueño, contratista, etc.) usan la constructibilidad como su mejor herramienta para lograr los objetivos del proyecto, en lo que respecta a costos y programas.

3. Estos administradores integran tempranamente la experiencia de construcción al proyecto. Esto significa encontrar el tipo apropiado de personal especializado en construcción, con una comprensión acabada de la forma en que un proyecto es planeado, diseñado y construido.
4. Los diseñadores o proyectistas son receptivos a la implementación de la constructibilidad.³

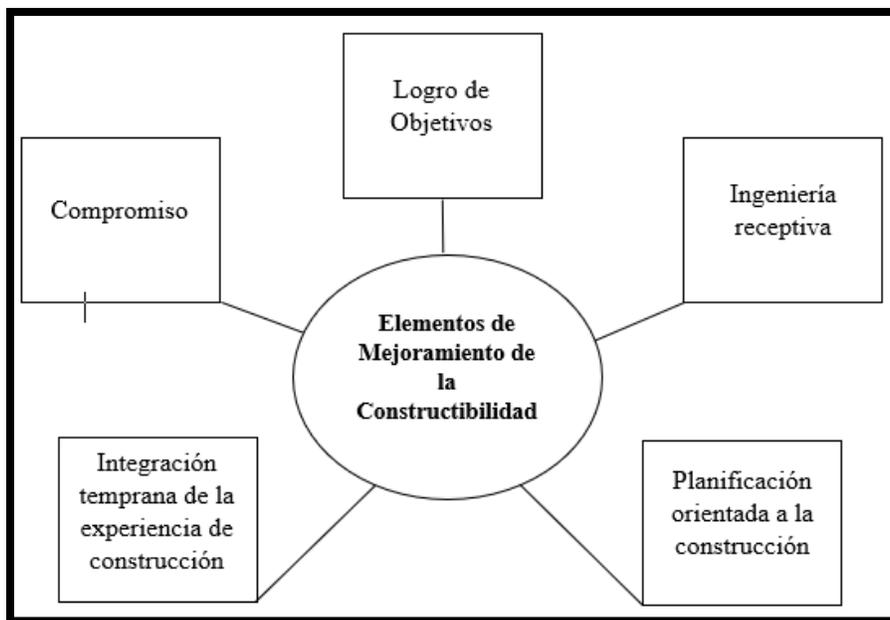


Ilustración 2: Elementos de mejoramiento de la constructibilidad
Fuente: Administración de operaciones de construcción, (Serpell, 2002)

2.1.2 Conceptos de constructibilidad durante la etapa de planificación conceptual

Existen seis conceptos a base de la constructibilidad aplicables en la etapa de planificación conceptual que son destinados a la mejora de esta:

- Los programas de constructibilidad forman parte de los planes de ejecución: El principio básico de este concepto es esencialmente que, si adoptamos la constructibilidad como objetivo de aprovechar sus beneficios, entonces es que debemos aplicarlo en los planes de ejecución.

³ Administración de operaciones de construcción, (Serpell, 2002)

- La planificación del proyecto incorpora el conocimiento y experiencia de construcción en forma activa: En este concepto es que debemos obtener beneficios costo y plazo, incluyendo a personal calificado con experiencia en el área de la construcción en la etapa preliminar de planificación, donde se espera que aporte para determinar las falencias y necesidades de la empresa y la obra, ya sea para un aumento de capacidad, reducción de costos o mejoramiento de la calidad de esta.
- La fuente y calificación del personal con conocimiento y experiencia de construcción, varía según las diferentes estrategias de contratación: En esta etapa el dueño debe tener claro su estrategia de contratación de servicios de construcción, donde sabemos que la estrategia específica de un proyecto solo está condicionada por los objetivos que el dueño tiene para con el proyecto y las condiciones de trabajo.
- Los programas generales del proyecto son sensibles a la construcción: En este concepto se establece que nuestra fecha de término de los proyectos y los requerimientos de la fase de construcción deberían ser los elementos centrales de un plan para optimizar los costos y programas del proyecto.
- Las modalidades de diseño básico toman en cuenta los principales métodos constructivos: En cuanto a los métodos constructivos si los consideramos como conductores del diseño y que sean una parte importante del desarrollo de este, lograríamos un diseño eficiente reduciendo costos a la vez.
- La distribución de las instalaciones en terreno debe promover una construcción eficiente: Este concepto propone que el principio de la eficiencia en construcción es un criterio importante en la distribución, tanto en las instalaciones permanentes como las de uso temporal. Una efectiva instalación en terreno puede facilitar las actividades de construcción, reducir las pérdidas y reducir costos.

2.1.3 Conceptos de constructibilidad durante el diseño y adquisiciones

Los siguientes siete conceptos a continuación son los principales en la etapa de diseño y adquisiciones:

- La Constructibilidad de un proyecto se mejora cuando los programas de diseño y adquisiciones son sensibles a la construcción: La optimización máxima de beneficios global del proyecto casi siempre está centrada en aspectos de costos y plazos, diseño, adquisiciones y construcción son las principales áreas donde se debe realizar aunque cada uno tiene una secuencia particular para su logro, donde el dueño, el administrador del

proyecto, el administrador de la construcción, el diseñador y el contratista deben integrarse para generar un programa global más eficiente para el proyecto.

- Los diseños son configurados para permitir una construcción eficiente: El resultado esperado para esta etapa es facilitar el intercambio de ideas entre construcción y diseño, antes que se lleven a papel las actividades de este último. Al aplicar la constructabilidad en esta etapa debemos tener en consideración los siguientes factores durante el análisis
 - Simplicidad
 - Flexibilidad
 - Secuencia Sustituciones
 - Disponibilidad de mano de obra
- La constructibilidad es mejorada cuando el diseño de elementos es estandarizado: De esta forma se busca estandarizar el proyecto, es un proceso mediante el cual los elementos del proyecto sean regular y ampliamente usados, estén disponible o sean rápidamente provisionados.

Algunos de los beneficios de la estandarización son

- Beneficios de la curva de aprendizaje debido a operaciones repetitivas, incrementando productividad y calidad.
- Descuento por volumen en compras
- Simplificación de la adquisición de materiales
- Reducción en tiempo de diseño
- Otros beneficios resultantes de la gran intercambiabilidad de piezas y la reducción de la variedad de piezas almacenadas en la bodega

La estandarización también presenta algunas desventajas

- Puede producir un aumento de la cantidad de material usado y del peso de los elementos
- Puede reducir la creatividad del diseño
- Grandes volúmenes de compra y envíos temprano de materiales pueden incrementar los costos de inventario
- La constructibilidad es mejorada cuando la eficiencia de construcción es considerada en el desarrollo de especificaciones: Es necesario integrar el concepto de conocimiento de la construcción en el desarrollo de las especificaciones, ya que afectara directamente a las especificaciones que promoverán la eficiencia en las operaciones de terreno, ya que es el medio oficial por el cual el diseñador comunica los detalles de diseño.

- La preparación de diseños modulares o preensamblados para facilitar la fabricación, transporte e instalación, mejora de constructibilidad: El preensamblado o prearmado es un proceso en el cual varios materiales u equipos son armados previamente a ser instalados en una ubicación ya designada, en la cual el terreno ya se encuentra preparado y donde normalmente se necesita un trabajo adicional.

Existen varios factores que hacen interesante este método:

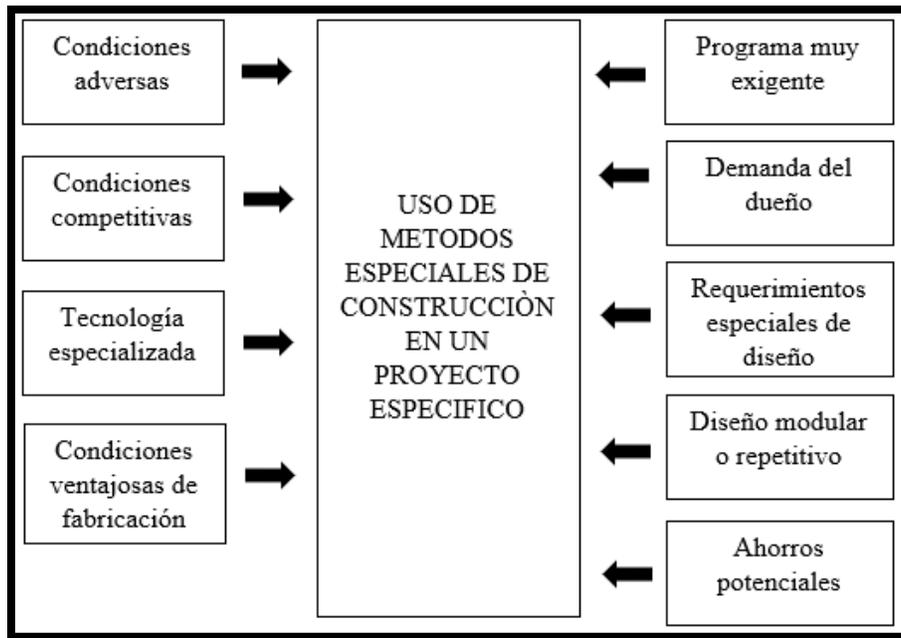


Ilustración 3: Factores que favorecen el uso de métodos de modularización o prearmado.

Fuente: Administración de operaciones de construcción, (Serpell, 2002)

La utilización de estos métodos es un aporte de experiencia y conocimiento, ya que imponen varias demandas y restricciones para las etapas de diseño, adquisiciones y construcción es por esto por lo que, debemos considerar los siguientes aspectos:

- Diseño orientado a su fabricación, transporte e instalación
- Mano de obra calificada para este tipo de trabajo
- Sistema y procesos de fabricación
- Transporte de grandes elementos
- Faenas y maniobras para la instalación en terreno⁴

⁴ Administración de operaciones de construcción, (Serpell, 2002)

- El diseño de los proyectos debe considerar la accesibilidad del personal, materiales y equipos al lugar de construcción: El acceso a una obra es prioritaria y debe ser considerada en el diseño, ya que será usada por trabajadores, para materiales y equipos que estarán en constante circulación, la mala ubicación de esta puede provocar grandes demoras, baja productividad y errores durante todo el trabajo.
- La constructibilidad es mejorada cuando el diseño facilita la construcción bajo condiciones climáticas adversas: Algunas veces los proyectos deben ser construidos en condiciones climáticas adversas, que producen ciertas restricciones para el diseño y la ejecución en terreno o construcción, es por esto por lo que, los diseñadores deben considerar distintas condiciones como la exposición a la intemperie, temperaturas extremas, efectos de lluvias, para que puedan ser minimizadas y reducirse a mínimo. Con trabajos realizados bajo techo, materiales que no se deterioren con facilidad, uso de prefabricados o prearmado, etc.

2.1.4 Conceptos de constructibilidad aplicables a la etapa de construcción

Principales conceptos aplicables a la etapa de construcción o trabajo en terreno

- La constructibilidad se mejora cuando se usan métodos innovadores de construcción: Así como consideramos la experiencia en la construcción en las etapas previas, debemos considerar también los nuevos métodos que mejoren la eficacia de las operaciones. Un método innovador es aquel que no es considerado de práctica común y que representa una solución creativa a las dificultades que se presentan en terreno.
- Otros aspectos que ayudan a la constructibilidad de las operaciones en terreno:
 - Desarrollar o adaptar herramientas
 - Asignar el recurso humano de forma efectiva
 - Evaluar permanentemente nuevas alternativas de construcción
 - Usar los métodos y materiales más apropiados a las características y condiciones del proyecto u obra
 - Utilizar una planificación detallada para evitar congestión y mantener rutas de acceso abiertas
 - Estandarizar las operaciones de construcción y aprovechar la repetitividad
 - Incorporar problemas potenciales en la planificación y secuencia, planificando en función de los riesgos identificados

- Estudiar, en forma anticipada, los métodos a utilizar en operaciones complicadas o difíciles
- Utilizar métodos de trabajo que permitan continuar cuando otras actividades se interrumpen o atrasan
- Controlar y apoyar con más énfasis aquellos trabajos altamente sensibles a problemas de calidad⁵

2.2 Métricas

Una métrica son datos que expresados numéricamente nos sirven para dar interpretación y análisis de rendimiento de cierto proyecto, que se efectúan para conocer un avance o desvío de este. No hay métricas sin un objetivo claro, pueden ser cuantitativas o cualitativas, dependiendo de la variable que queramos validar y, siempre y cuando podamos llevarla a un valor numérico, de esta forma tendremos una visión objetiva del estado de la variable la cual queremos utilizar.

2.2.1 Métricas de gestión de proyectos

Las métricas que utilizamos en gestión de proyectos son mediciones mínimas de incertidumbre para el desempeño de un proyecto, donde uno de los criterios más importante de madures, en la administración de proyectos y el proceso de ingeniería en cualquiera de sus áreas, es la capacidad para poder llevar acabo mediciones que serán indispensables para las validaciones y verificaciones que haremos posteriormente, de esta forma tendremos métricas directamente relacionadas con los costes, plazos, avance, calidad y entregables del proyecto.

Las métricas tienen dos funciones principales, la primera a nivel del proyecto como cuadro de mando del director del proyecto, y la segunda a nivel de la organización como herramienta para reportar y controlar de forma simple el estado del conjunto de proyectos. Saber más sobre cómo controlar el proyecto

Desde el punto de vista del director del proyecto las métricas permiten conocer de forma rápida y objetiva el estado del proyecto, identificando fácilmente aquellos aspectos donde tengamos problemas.

El uso específico de cada métrica depende de su tipología, ya que existen tres categorías básicas de métricas:

⁵ Administración de operaciones de construcción, (Serpell, 2002)

2.2.1.1 Métricas retrospectivas

Métricas retrospectivas que muestran la situación del proyecto hasta la fecha, tales como los costes incurridos, los días transcurridos, etc. Estas métricas por sí solas no nos dicen si el proyecto va bien o mal, únicamente cuantifican su estado en un momento dado.⁶

2.2.1.2 Métricas de diagnóstico

Métricas de diagnóstico que comparan la situación del proyecto respecto a lo planificado en el momento actual; como días de retraso, variación de costes etc. Estas nos permiten tener una imagen de la situación actual del proyecto respecto de sus objetivos.⁷

2.2.1.3 Métricas predictivas

Métricas predictivas que hacen una previsión de la situación final del proyecto en base la eficiencia que hemos tenido hasta ahora y la situación actual. Estas métricas nos permiten estimar si el proyecto cumplirá o no con sus objetivos de continuar del mismo modo, así como analizar el efecto de las modificaciones o cambios sobre el resultado final.⁸

2.2.2 Tipos de métricas e indicadores que como mínimo deberíamos considerar

Alcance: Es imperativo definir y acotar lo que entrará en el proyecto y lo que no, es importante ir midiendo el avance en cuanto a totalidad de trabajo realizado y obtención de hitos, teniendo en cuenta los posibles cambios (change requests) que se vayan generando y documentando los mismos para tener toda la información lo más actualizada posible.

Tiempo: Una de las principales métricas de un proyecto, especialmente cuando tenemos un hito crítico en una fecha concreta o una fecha fin inamovible. La gestión de tiempo se deberá hacer de manera frecuente durante todo el proyecto y nos va a permitir realizar predicciones a futuro (forecasts).

Los principales indicadores de tiempo son el SV (Schedule Variance) y el SPI (Schedule Performance Index).

⁶ Métricas en la gestión de proyectos by Albert Garriga is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License

⁷ Métricas en la gestión de proyectos by Albert Garriga is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License

⁸ Métricas en la gestión de proyectos by Albert Garriga is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License

Coste: Otra métrica de vital importancia en el proyecto, un buen seguimiento y control de los costes nos permitirá saber si nos estamos pasando del presupuesto o al contrario si vamos «sobrados»

Para la gestión del coste se suele emplear el EVM (Earned Value Management) que incluye indicadores tales como: CPI (Cost Performance Index), CV (Cost Variance), etc.

Calidad: La calidad es muchas veces una de las grandes olvidadas y no por ser menos importante, sino porque requiere de un esfuerzo adicional y supone unos costes (ya sean costes de conformidad: formaciones, auditorías, etc. como de no conformidad: errores, rehacer trabajo, garantías).

La gestión de la calidad es de una importancia imperativa si queremos obtener la satisfacción de los interesados, podríamos definir la calidad en un proyecto como el grado en el que el proyecto cumple con los requisitos.

Hay diversas herramientas de gestión de calidad tales como las Control Charts, diagramas Ishikawa, diagramas de dispersión, etc. Puedes ver un detalle de todas ellas en este otro artículo: [Las 7 herramientas básicas de la calidad](#)

Riesgo: La gestión del riesgo es un área clave en todo proyecto, especialmente durante la fase de planificación donde analizaremos y evaluaremos todos los riesgos.

Durante el control del proyecto, deberemos ir analizando el porcentaje de riesgo, conocer el impacto de las oportunidades/amenazas que se estén dando en el mismo, revisar el total de contingencia remanente y compararla con el total de riesgo existente y mantener informado a los interesados del proyecto del resultado de estos análisis.

Herramientas de simulación de escenarios (como por ej.: Simulación Montecarlo) nos permitirán conocer el porcentaje total de riesgo en un proyecto y la posibilidad de finalizar en un día determinado con un coste definido.

Para más información sobre una correcta gestión del riesgo podéis leer el siguiente artículo: [La importancia de la gestión de riesgos](#).

Productividad: La productividad también es un interesante indicador para seguir, nos va a permitir controlar el buen uso de los recursos y evitar los picos de trabajo o el tener personal desatendido. Para ello técnicas de control como el Leveling nos permitirán tener una gestión del personal lo más eficiente posible.

Margen: Finalmente, la última métrica pero no por ello la menos importante, el margen de beneficio que obtenemos del proyecto, al fin y al cabo todo proyecto se lleva a cabo tras realizar un estudio de su viabilidad, su coste de oportunidad y su ROI, por lo tanto es de esperar que el cálculo del margen de beneficio durante el proyecto sea una interesante métrica a tener en cuenta, en la cual analizaremos entre otros datos, los beneficios obtenidos menos los costes incurridos.⁹

2.3 Modelo Singapur

Singapur ha adoptado un enfoque integrado y una planificación a largo plazo en su desarrollo urbano ya que cuenta con una población creciente en una superficie terrestre limitada y con escasos recursos naturales. Así Singapur es reconocido a nivel mundial por su desarrollo sostenible y porque cuenta con un gran número de proveedores de soluciones urbanas de primer orden.

El enfoque de Singapur se basa en tres principios clave:

- Planificación integrada a largo plazo
- Pragmatismo y enfoque en la rentabilidad
- Flexibilidad y adaptación a las nuevas tecnologías y a los cambios ambientales

Con estos principios como guía, las empresas con sede en Singapur han creado soluciones urbanas innovadoras en toda la cadena de valor, desde la conceptualización y planificación inicial a la construcción implementación y gestión.¹⁰

Así el modelo Singapur como tal habla de la gran explosión demográfica que ha tenido esta ciudad estado, la cual ha sacado provecho al límite de los espacios urbanos para la construcción de edificios tanto habitacionales como corporativos, dando pie a la utilización de materiales de construcción prefabricados y en casos más actuales a la construcción de edificios en bloques o modulares, donde se ensamblan habitaciones y espacios interiores completos.

2.3.1 Singapur

Singapur es una pequeña ciudad estado ubicada en el extremo de la península de Malasia con 720 kilómetros cuadrados y una población de 5,5 millones de personas, la nación ha sido independiente desde 1965 y es una república parlamentaria. Desde sus comienzos como nación han dado mucha importancia a las leyes sociales las cuales debieron ponerse en marcha en un corto plazo, Singapur es sin duda hoy en día un centro económico mundial, basado en

⁹ Negotiation y Conflicts, PMP/CAPM, Project Management Institute (PMI), Alejandro Pérez, PMP

¹⁰ International Enterprise Singapore

servicios bancarios y financieros, La habitabilidad para su población en crecimiento los ha llevado a restringir y limitar los espacios urbanos donde uno de sus pilares fundamentales es convertirse en la ciudad más limpia y verde del sudeste asiático, con este objetivo en mente sus líderes han implementado diversas políticas de sostenibilidad que son esenciales para la sociedad.

2.3.2 Políticas de sostenibilidad y Planificación integrada a largo plazo de desarrollo urbano

El Urbanismo Sostenible tiene como objetivo generar un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente y que proporcione recursos suficientes para ser eficiente y funcional. La combinación de estos objetivos creará una mejor calidad de vida para sus habitantes. Sin embargo, a la hora de planificar el desarrollo de una urbe, muchas veces se ha pecado de una falta de visión a largo plazo.

Intentando solucionar este tipo de problemas, muchas ciudades están empezando a instalar medidas eficientes en sus infraestructuras para crear un entorno más sostenible. Entre ellas, destaca el importante empuje e inversión que está llevando a cabo el gobierno de Singapur.

En términos de eficiencia energética, Singapur ha identificado a las Smart Grid como un personaje importante en su desarrollo sostenible. En noviembre de 2009, la Autoridad del Mercado de Energía (MME) de Singapur puso en marcha un programa piloto de redes inteligentes. El Sistema de Energía Inteligente (IES) tiene como fin desarrollar y probar nuevas tecnologías de redes inteligentes y soluciones.¹¹

Al considerar la integración de políticas de sostenibilidad, es importante reconocer los bucles de retroalimentación. Singapur promueve la liberalización del comercio y tiene un régimen fiscal claro y directo. El atractivo para las empresas extranjeras ya sea a través de inversión directa, sedes de empresas, o como un centro mundial y regional, junto con el apoyo a la banca, las compañías de seguros y de inversión contribuye a mantener la sostenibilidad económica, posibilitando que el gobierno asigne los ingresos a la vegetación y el medio ambiente.

El enfoque adoptado por Singapur se deriva de la fuerte dirección del Parlamento, así como de la fuerte demanda pública de unos servicios de alta calidad. La estructura de gobierno ayuda a que la aplicación de políticas más eficientes, con un gran número de organismos oficiales (como la junta de servicios públicos, la junta de desarrollo de vivienda y la junta

¹¹ <https://ciudadesdelfuturo.es/planificacion-urbana-sostenible-el-caso-de-singapur.php>

nacional de parques). Operan con un personal altamente capacitado, reciben fondos suficientes, están respaldados por fuertes modelos de negocio y el compromiso nacional de lucha contra la corrupción, e informan a los ministerios igualmente dotados de recursos.

Los aspectos sociales incluyen el diseño urbano modular de los municipios de Singapur, cada cual con su consejo de administración municipal. La sociedad es multicultural y multilingüe, con cuatro lenguas oficiales (malayo, inglés, mandarín y tamil). La integración social existe en lo que a la vivienda y al sistema educativo se refiere. En tanto que igualador social, todos los parques públicos tienen entrada gratuita, incluyendo el jardín botánico de Singapur, que atrae a más de 4 millones de visitantes al año; las excepciones incluyen atracciones específicas, tales como la galería nacional de orquídeas o las cúpulas interiores y super-árboles en los jardines de la bahía.¹²

2.3.3 Edificios Modulares

Hoy en día Clement Canopy son dos edificios que ostentan ser los más grandes del mundo construidos en base a elementos modulares, con 140 metros de altura, 40 plantas y 505 departamentos de lujo, hechos de módulos de hormigón prefabricado, se encuentran en un distrito residencial y estudiantil de Singapur.

Su construcción en base a módulos se dividió en dos fases, la primera fase fue el prefabricado de las estructuras modulares que se realizó en Senai, Malasia. En la segunda fase se realizaron los trabajos arquitectónicos y técnicos, como la fontanería, electricidad, pintura e impermeabilización de las estructuras, esto se realizó en Tuas, en el oeste de Singapur. Posteriormente los módulos fueron transportados para ser ensamblados de una forma precisa y estricta para dar forma a la estructura final de ambos edificios.

Bouygues Bâtiment International, es la empresa constructora encargada de este gran proyecto, trabaja en conjunto a su laboratorio de construcciones modulares Dragages Singapur. Al industrializar y prefabricar el 50% de los elementos del proyecto fuera del lugar donde se emplaza la construcción se optimizan los tiempos de trabajo que pudieran producir los cambios climáticos extremos de cada zona, además de llevar un total y completo control de calidad de la base modular, donde se pueden efectuar las pruebas de artefactos antes del ensamblaje final. El equipo de trabajo estimó que, utilizando el método modular, los desechos y pérdidas se pueden reducir en un 70%, apoyando de esta forma las políticas de

¹² <https://ciudadesostenibles.es/panoramica/singapur>

sostenibilidad, disminuyendo costos del proyecto y optimizando tiempos de construcción en conjunto a un alto estándar de calidad.



Ilustración 4: Formado por bloques de hormigón / Dragages Singapore

Fuente: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2019/08/14/777090-clement-canopy-el-rascacielos-modular-mas-alto-del-mundo-tiene-500-apartamentos>



Ilustración 5: Cimientos / Dragages Singapore

Fuente: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2019/08/14/777090-clement-canopy-el-rascacielos-modular-mas-alto-del-mundo-tiene-500-apartamentos>



Ilustración 6: Vista aérea de emplazamiento / Dragages Singapore

Fuente: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2019/08/14/777090-clement-canopy-el-rascacielos-modular-mas-alto-del-mundo-tiene-500-apartamentos>



Ilustración 7: Torres en construcción / Dragages Singapore

Fuente: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2019/08/14/777090-clement-canopy-el-rascacielos-modular-mas-alto-del-mundo-tiene-500-apartamentos>

2.4 Proyectos de densificación en Chile

2.4.1 Historia de los proyectos de densificación

La historia de la legislación urbanística en Chile es reciente y ha debido adaptarse constantemente, debido a los acontecimientos ocurridos en nuestro país, por ejemplo, los terremotos o el aumento de la población urbana. El 20 de mayo 1931 se dictó el decreto con fuerza de ley N°345, que estableció la obligación para los proyectos de urbanización de podían exigirles que se destine para calles y plazas hasta un 30% de la superficie que se iba a urbanizar y un 7% a espacios públicos.¹³



Ilustración 8: Estación Alameda - Santiago centro 1931

Fuente: <https://www.enterreno.com/>

Desde esta época se ha considerado importante regular los espacios comunes y todo el entorno frente a las construcciones. Luego, se dictan una serie de normas para regular los espacios públicos, algunas con más atribuciones para las Municipalidades sobre la distribución de los terrenos.

En el año 1975 se promulgó la Ley General de Urbanismo y Construcciones. En esta se fijó el texto actualizado de los textos legales anteriores, que consistió en delegar al reglamento de la ley: “La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones” el monto de las cesiones obligatorias de terreno. La disposición quedó recogida en el artículo 70 de la ley, con el siguiente texto:

“En toda urbanización de terrenos, se destinarán gratuitamente a circulación, áreas verdes y equipamiento las superficies que señale la Ordenanza General. En estas superficies quedarán incluidas las correspondientes áreas verdes de uso público, ensanches y aperturas de calle que se

¹³Ley Chile 1953 <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5107>

contemplaren en el Plan Regulador. La Municipalidad podrá permutar o enajenar los terrenos recibidos para equipamiento, con el objeto de instalar las obras correspondientes en una ubicación y espacio más adecuados.

*La exigencia establecida en el inciso anterior será aplicable proporcionalmente con relación a las densidades que establezca el Plan Regulador, bajo las condiciones que determine la Ordenanza General de esta ley.*¹⁴

Es decir, las exigencias relativas a cesiones de terrenos quedaron remitidas al ámbito reglamentario, a la Ordenanza General en el caso de los loteos no acogidos al decreto con fuerza de ley N.º 2, y al Reglamento Especial de Viviendas Económicas para los conjuntos de viviendas acogidas a dicho decreto.

Ello puede deberse, principalmente, a que esta ley data de la década de los 70, en que el auge de la propiedad horizontal o edificaciones, aún no se producía.

Uno de los primeros conjuntos habitacionales en nuestro país fueron los Edificios Turri inaugurados en 1931 conjunto de 3 edificios con 8 plantas que contiene departamentos habitacionales y locales comerciales en sus primeras plantas.



Ilustración 9: Vista aérea Edificios Turri

Fuente: <https://www.enterreno.com/>

¹⁴Ley Chile 1975 <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=8201>



Ilustración 10: Edificios Turri 1931

Fuente: [http://www.armasmorel.cl/edificios-emblematicos-\(3\).html](http://www.armasmorel.cl/edificios-emblematicos-(3).html)

En el año 2001 se modificó la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en el sentido de obligar que determinados proyectos de densificación, antes de obtener el permiso de edificación; cuenten con un Estudio de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU) aprobado. La razón de esta nueva obligación fue el aumento de la cantidad de vehículos motorizados que circulaban por las calles y que en algunas ciudades de Chile producía y produce grandes tacom. No obstante, dicho requiere que el propietario de la construcción, que se pretende realizar se comprometa a ejecución de obras en espacios públicos y la vialidad en relación con el proyecto. Mientras no se ejecuten estas obras no se otorga la recepción definitiva del proyecto. Esta norma, actualmente, puede ser insuficiente, pues solo obliga a aquellos lugares que no tienen un destino habitacional en cuanto contemplan más de 150 estacionamientos tales como; malls, clínicas o centros de entretenimiento y, respecto de los que tienen destino residencial, a aquellos que contemplan más de 250 estacionamientos. Asimismo, ambos tipos de proyectos no pueden superar el 5% del total de edificaciones en Chile. Debido a lo anterior, podemos sostener que en el EISTU se excluye a los proyectos de menor envergadura.¹⁵

La Ley General de Urbanismo y Construcciones en su artículo 27 define legalmente lo que se entiende por planificación urbana en nuestro país, estableciendo que:

“Se entenderá por Planificación Urbana, para los efectos de la presente ley, el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política

¹⁵ Resumen Legislativo, Fundación Jaime Guzmán, Comisión de Vivienda.

nacional, regional y comunal de desarrollo socioeconómico. Los objetivos y metas que dicha política nacional establezca para el desarrollo urbano serán incorporados en la planificación urbana en todos sus niveles.”¹⁶

Es así como, cuando pensamos en construcción de viviendas y emplazamientos de grandes ciudades en épocas pasadas, debemos considerar el contexto histórico y legislativo de esas décadas en específico.

Si pensamos en la primera mitad del siglo XX donde hubo un creciente aumento de la población urbana debido a la migración de las zonas rurales ya sea por oportunidades de trabajo, educación u mejor calidad de vida, se transformó en un gran desafío para las ciudades y más aún para las capitales regionales como Santiago, Concepción, Antofagasta y Valparaíso por nombrar a las más conocidas, ya que se debía crear un buen ambiente que cubriera las demandas y necesidades básicas de los nuevos pobladores en condiciones dignas. Sin embargo la economía del estado en esos años no era muy estable por lo que no fue posible cumplir con los requerimientos necesarios, es por esto que comenzaron a surgir poblaciones y viviendas construidas irregularmente y en zonas de riesgo en la periferia de las ciudades, las llamadas tomas, el estado trató de otorgar soluciones a estas problemáticas pero como la economía aún no era muy estable siempre se optó por el menor costo en el precio de suelo debido a la alta demanda habitacional y escases de los mismos recursos.

Hoy en día en Chile cerca del 87% de la población vive en ciudades hecho que lo ubica como un país altamente urbanizado en el contexto mundial comparando que la tasa de urbanización mundial superó el 50% donde hubo claramente una reducción del déficit de habitacional. Todo esto debido a la evolución económica de nuestro país considerando que en el año 1982 el PIB per cápita era de US\$3.000 y en el año 2019 US\$25.891. sumando a esto el envejecimiento de la población y la reducción de cantidad de habitantes por casa (4,4 en 1982 y 3,1 en 2017). En el año 2013 se promulga la Política Nacional de Desarrollo Urbano, donde se señala que: “Hay desconexión entre planificación urbana y condiciones mínimas de integración social, la incorporación de los ecosistemas y las cuencas hidrográficas en la planificación, el desarrollo de servicios sanitarios o la falta de herramientas para gestionar los riesgos naturales”.¹⁷

¹⁶Ley Chile (2020) Decreto 458 DFL 458

<https://www.leychile.cl/Consulta/listaresultadosavanzada?stringBusqueda=2%23normal%23XX13%7C%7C3%23normal%23458%7C%7C26%23normal%23Ministerio+de+Vivienda+y+Urbanismo%7C%7C117%23normal%23on%7C%7C48%23normal%23on&tipoNormaBA=&o=experta>

¹⁷ Política Nacional de Desarrollo Urbano 2013, pág. 14

Así mismo se señala que esta Política tiene los siguientes propósitos:

- Lograr una mejor calidad de vida para las personas, abordando de manera integral los aspectos que rigen la conformación de nuestras ciudades, buscando que su desarrollo sea socialmente integrado, ambientalmente equilibrado y económicamente competitivo.
- Apoyar la descentralización del país, acercando las decisiones de carácter local a las personas, respetando a las comunidades y fortaleciendo la participación ciudadana.
- Entregar un marco explícito que posibilite una reorganización institucional y ordene el accionar de los diversos organismos y actores públicos y privados que intervienen en las ciudades y el territorio, evitando criterios y acciones disímiles, contradictorios o descoordinados.
- Dar sustento y un sentido de unidad y coherencia a la reformulación de los diversos cuerpos legales y reglamentarios que necesitan modernizarse y adecuarse a los nuevos requerimientos de la sociedad.
- Generar certidumbres que favorezcan la convivencia de los ciudadanos en el territorio y posibiliten un ambiente propicio para el desarrollo de la sociedad y para las iniciativas de inversión pública y privada.

En la región Metropolitana durante la década de los 90 y principios del año 2000 la ciudad creció hacía los bordes, especialmente en el sector oriente. Así, un estudio desarrollado para Lincoln Institute of Land Policy en el año 2014, señala que: Del total de permisos de edificación aprobados para construir viviendas entre el año 2002 y 2012 el 54% fue para la construcción de departamentos, de los cuales la mayoría (70%) fueron proyectos dentro del eje de AV (SII 2012). A su vez los permisos para construcción de casas se concentraron fuera del anillo AV, lo que da cuenta de una tendencia hacia la compactación en altura del centro -que en términos absolutos es predominante con relación al total de permisos junto a un desarrollo de baja altura en los sectores más alejados del centro. Por lo mismo la configuración de la ciudad experimentada en los últimos 10 años, se puede resumir en una doble tendencia:

- i) el centro de la ciudad se está densificando en altura (edificios)
- ii) las zonas más alejadas del centro siguen creciendo, pero en baja altura (casas).¹⁸

¹⁸ ¿Densificación como vía para conciliar negocio inmobiliario e integración social? El caso de la comuna de Santiago de Chile - Daniella Innocenti, Pía Mora y Mariana Fulgueiras (Equipo ProUrbana del Centro de Políticas Públicas UC) - Documento para Lincoln Institute of Land Policy.

En este documento también se analiza que la densificación ha aumentado en el caso de viviendas dirigidas a los sectores más vulnerables: entre los años 1980-1990 la vivienda subsidiada en altura era de 28% mientras que entre los años 1990-2000 aumentó considerablemente a 75,5%. Sin embargo, sigue ubicándose en zonas donde el precio del suelo es más económico, aunque la tendencia es que la disminución de la pobreza general ha llevado a una menor segregación espacial por motivos socioeconómicos.

2.4.2 Planes reguladores de desarrollo

El objetivo central de cualquier proceso de planificación territorial debiera ser dar sustentabilidad a las actividades económicas relevantes, por un lado, y por otro dar cabida a las demandas sociales de la comunidad (vivienda, infraestructura, equipamiento, accesibilidad, etc.). Cabe recordar que el uso del suelo finalmente es la especialización de las actividades económicas, sociales, políticas y culturales, que una sociedad lleva a cabo sobre su territorio.

En este contexto, surgen los instrumentos de planificación territorial (IPT), entre los que se encuentran el Plan Regional de Desarrollo Urbano, el Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano, el Plan Regulador Comunal, el Plan Seccional y el Límite Urbano, los regulan el uso del suelo, admitiendo o restringiendo los destinos de instalaciones y construcciones en un área predial.¹⁹

¹⁹ Informe final Pladeco Curicó 2017-2024 pág. 74

2.4.2.1 Plan Regional de Desarrollo Urbano Región del Maule (PRDU)

El plan regulador de la región del Maule se encuentra en el periodo de formulación, no existe ninguno vigente hasta la fecha que sea o se esté modificando.

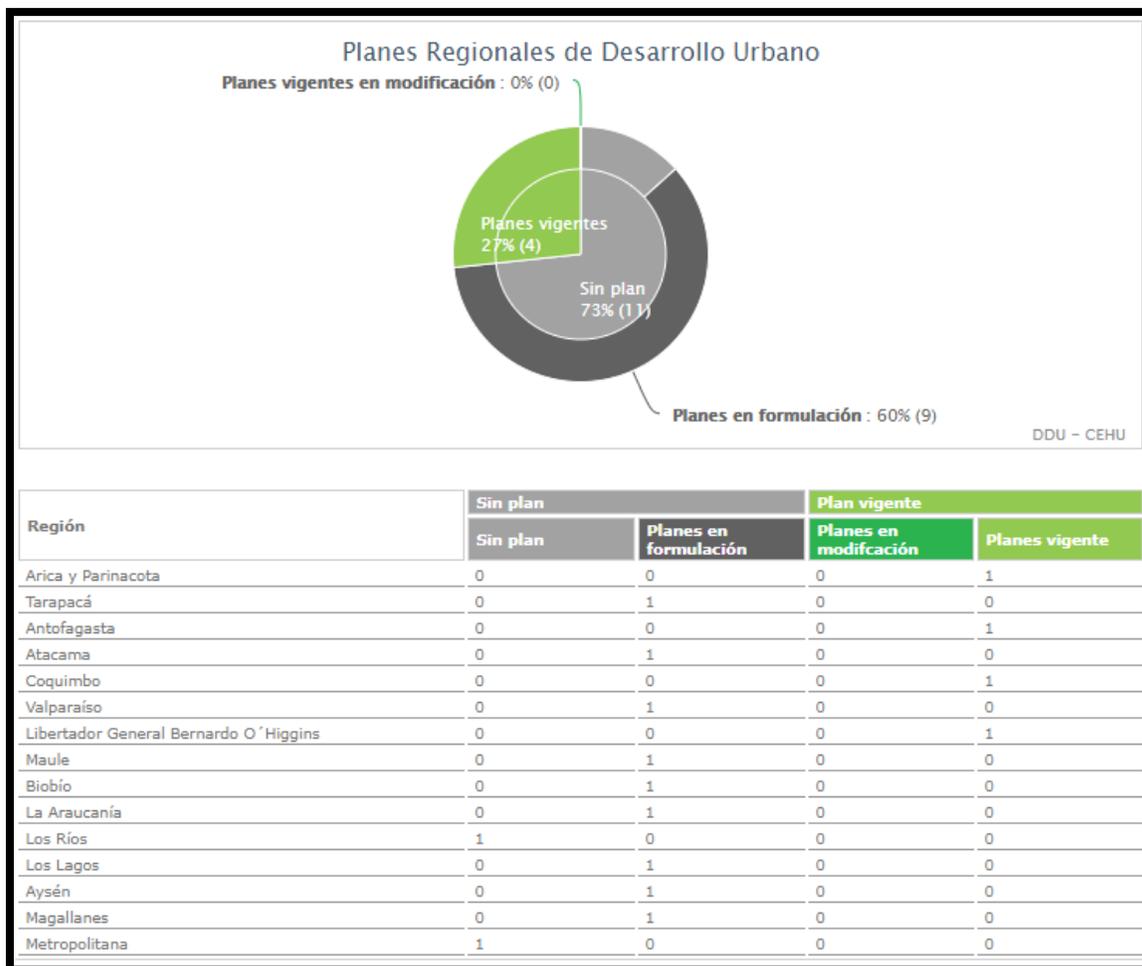


Ilustración 11: Estatus Plan regional de Desarrollo Urbano Región del Maule

Fuente: <http://observatorios.minvu.cl/esplanurba/main.php?module=stat&page=prdu>

2.4.2.2 Plan Regulador Intercomunal Región del Maule (PRI)

El plan regulador Intercomunal que debe regir para la comuna de Curicó se encuentra en formulación según procedimiento OGUC Art. 2.1.9.

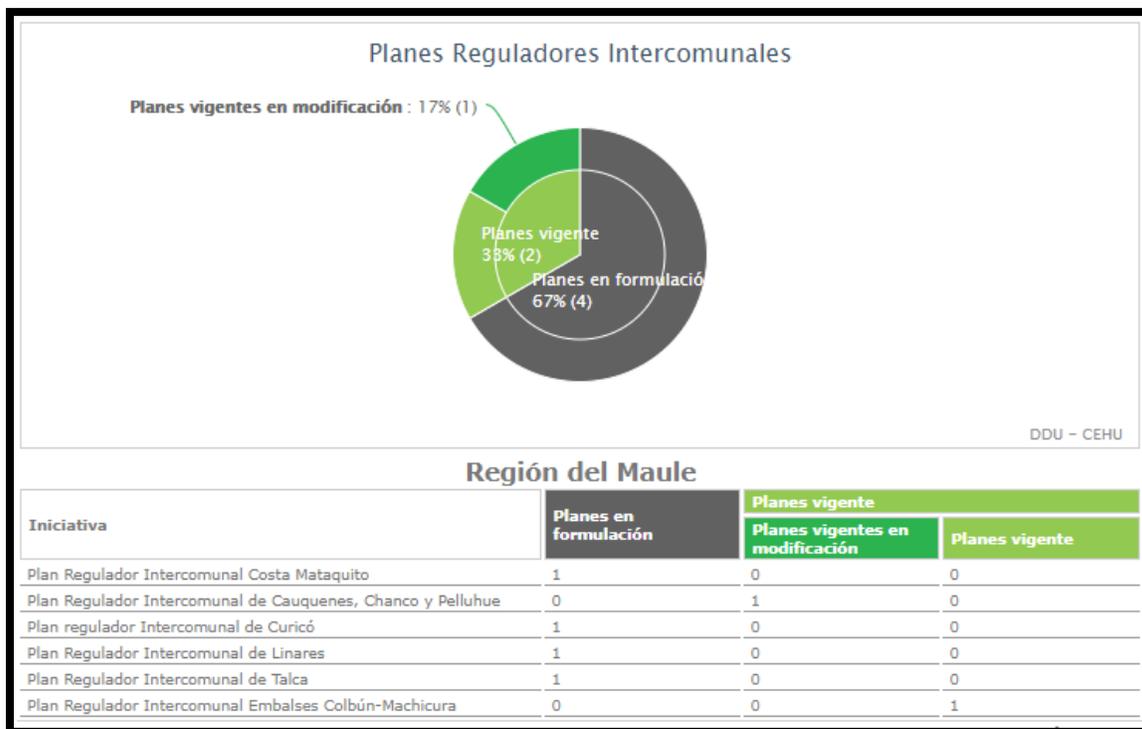


Ilustración 12: Estatus Plan Regulador Intercomunal de Curicó (PRI)

Fuente: <http://observatorios.minvu.cl/esplanurba/main.php?module=stat&page=pri&rid=7>

2.4.2.3 Plan Regulador Comunal Curicó (PRC)

El primer Plan Regulador fue aprobado en 1983, así el instrumento de regulación vigente corresponde a una de varias modificaciones realizadas a dicho plan regulador, por lo que PRC actual, corresponde a la modificación realizada en el año 2011 y en él, se establecen los límites urbanos de la ciudad de Curicó y las de las localidades de Cordillerilla, Los Niches y La Obra. Cabe señalar que actualmente la Municipalidad de Curicó se encuentra gestionando un proceso de licitación para elaborar un nuevo Plan Regulador Comunal, ya que el que se encuentra vigente presenta una serie de falencias que son necesarias de subsanar, considerando el continuo proceso de crecimiento urbano experimentado por la comuna y las problemáticas que de esto han derivado.

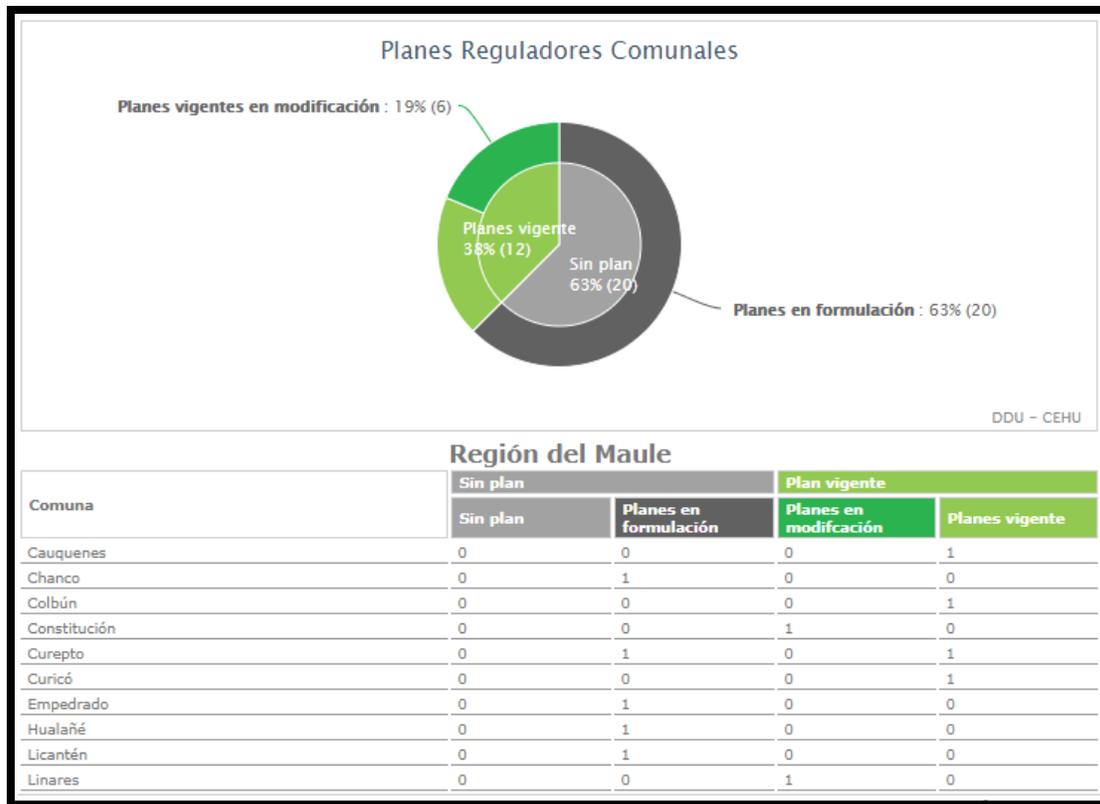


Ilustración 13: Estatus Plan Regulador Comuna de Curicó

Fuente: <http://observatorios.minvu.cl/esplanurba/main.php?module=stat&page=pri&rid=7>

Para efectos del ordenamiento territorial, el Plan Regulador Comunal distingue dos tipos de áreas: área urbana y área rural. El área urbana, es el espacio en el cual este instrumento tiene efectivamente injerencia, y este a su vez se divide en tres macrozonas, las que se detallan a continuación.

Zonas Urbanas Consolidadas (ZU): corresponde a las zonas urbanas que se encuentran total o parcialmente ocupadas por el crecimiento físico del centro urbano, y, por lo tanto, presentan un paisaje urbano característico.

Área	Usos permitidos	Superficie predial mínima	Sistema de Agrupamiento
ZCC Zona Centro Cívico	Residencial: Vivienda y Hospedaje.	800 m ²	Aislada
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	600 m ²	Continuo
ZU-1 Zona Urbana Central 1	Residencial: Vivienda y Hospedaje.	600 m ²	Aislada
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	400 m ²	Continuo
	Actividades productivas inofensivas: Talleres y bodegas industriales.	300 m ²	
ZU-2 Zona Urbana Pericentral 2	Residencial: Vivienda y Hospedaje.	400 m ²	Aislado, pareado y continuo
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	400 m ²	
	Actividades productivas: Talleres, y bodegas industriales.	200 m ²	
	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.	1500 m ²	Aislado
ZU-3 Zona urbana mixta 3	Residencial: Vivienda y Hospedaje	300 m ²	Aislado, pareado y continua
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	600 m ²	
	Actividades productivas: Talleres y Bodegas Industriales.	400 m ²	
	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.	1000 m ²	Aislado
ZU-4 Zona urbana mixta 4	Residencial: Vivienda y Hospedaje.	300 m ²	Aislado, pareado, continuo
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	600 m ²	
	Actividades productivas: Taller y Bodegas Industriales.	300	
	Transporte, sanitaria, energética.	1000 m ²	Aislado
ZU-5 Zona urbana mixta 5	Residencial: Vivienda y Hospedaje	300 m ²	Aislado, pareado y continuo
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	500 m ²	
	Actividades productivas: Taller y bodegas industriales.	200 m ²	Aislado
	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.	1000 m ²	
ZU-6 Zona	Residencial: Vivienda y Hospedaje.	200 m ²	Aislado, pareado,

Área	Usos permitidos	Superficie predial mínima	Sistema de Agrupamiento
Residencial 6	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	160 m ²	continuo
	Actividades productivas: Taller y almacenamiento.	200 m ²	Aislado
	Infraestructura: Transporte, Sanitaria, Energética.	1000 m ²	
ZU-7 Zona Residencial 7	Residencial: Vivienda y Hospedaje	250 m ²	Aislado, pareado y continuo
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Social, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios.	300 m ²	
	Actividades productivas: Talleres y Bodegas Industriales.	300 m ²	Aislado
	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.	1500 m ²	
ZU-8 Zona Residencial 8	Residencial: Vivienda	1000 m ²	Aislado
	Equipamiento: Científico, Comercio, Deporte, Culto y Cultura, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	2500 m ²	
	Actividades productivas: Talleres y bodegas industriales		
ZU-9 Zona Residencial 9	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.	1500 m ²	Aislado
	Residencial: Vivienda y Hospedaje.	2000 m ²	
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	2500 m ²	
	Actividades productivas: Talleres y bodegas industriales		
ZU-10 Zona Residencial 10	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.	1500 m ²	Aislado
	Residencial: Vivienda	200 m ²	
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	2500 m ²	
	Actividades productivas: Talleres y Bodegas Industrial.		
ZU-11 Zona Residencial 11	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.	1000 m ²	Aislado
	Residencial: Vivienda y Hospedaje.	2500 m ²	
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.		
	Actividades productivas: Talleres y Bodegas Industriales.		
ZI Zona Industrial	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.	2500 m ²	Aislado
	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios, Social.	1000 m ²	
	Actividades productivas: Todas sin excepción		

Ilustración 14: Zona Urbanas consolidadas Comuna de Curicó

Fuente: Ordenanza Plan Regulador Curicó

Zonas de Extensión Urbana (ZE): Zonas urbanas planificadas externas a las áreas consolidadas, que presentan aptitudes para recibir el crecimiento urbano en extensión y se emplazan dentro del límite urbano.

Área	Usos permitidos	Superficie predial mínima	Sistema de Agrupamiento
ZE-1 Zona Especial 1: Equipamiento recreacional y turístico	Equipamiento: Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Esparcimiento.	2500 m ²	Aislado
	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.		
ZE-2 Zona Especial 2: Equipamiento Comercial	Equipamiento: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Educación, Esparcimiento, Salud, Servicios, Social.	1000 m ²	Aislado
ZE-3 Zona Especial 3 Infraestructura y Equipamiento Exclusivo	Equipamiento: Salud	1000 m ²	Aislado
	Infraestructura: Transporte, sanitaria, energética.		
ZE-4 Zona Especial 4: Equipamiento Deportivo	Equipamiento: Deporte	2500 m ²	Aislado
ZE-5 Zona Especial 5: Infraestructura Estación de FFCC	Equipamiento: Comercio, Culto y Cultura, Esparcimiento.	2500 m ²	Aislado
	Infraestructura: Transporte		

2.5 Historia de Curicó

2.5.1 Fundación y datos históricos de la Ciudad de Curicó

Entre una y otra ciudad, debía haber cierta distancia que no las aislara demasiado, en el caso del Maule, las tres ciudades fundadas por Manso de Velasco poseen esta simetría: Curicó está a unos 120.7 km. de Talca y está a unos 144.8 km. de Cauquenes, y todas a cierta distancia equidistante de los centros más importantes: Santiago y Concepción. Además, se consideraba el uso del damero romano, imaginado por el arquitecto Vitruvio, quien concibió la ciudad cuadriculada como suprema organización civil y nacional, la que corresponde a una lógica que se emparenta con la legislación, estética y la política.

La fundación de Curicó se remonta al siglo XVIII, en el triángulo constituido de manera natural por la cordillera de los Andes y los ríos Teno y Lontué que se unen en Tutuquén Bajo, al oriente de un territorio conocido como la isla de Curicó. En 1735 en el actual sector de Convento Viejo, se encontraba el convento de los Recoletos franciscanos, quienes se emplazaron en esta zona un año antes, conformando así el centro de una pequeña población conocida como población de Lorenzo Labra o San José de Buena Vista.



Ilustración 15: Vista aérea ciudad de Curicó

Fuente: <https://codexverde.cl/>

2.5.2 Crecimiento cronológico de la Ciudad de Curicó

El crecimiento de la ciudad de Curicó fue gradual y expansivo en el tiempo, en este caso se divide en 6 etapas de crecimiento, siendo la primera su fundación en 1743, los 5 restantes expansiones están divididas hasta la más reciente en 1995, las cuales serán detalladas a continuación con sus respectivas imágenes.

2.5.2.1 Fundacional (Antes de 1849).

- Superficie: 80 Ha.
- Expansión habitacional hacia la periferia.
- Establecimiento de las primeras áreas industriales.
- Crecimientos y loteos CORVI
- Creación del Cementerio Municipal en 1837.

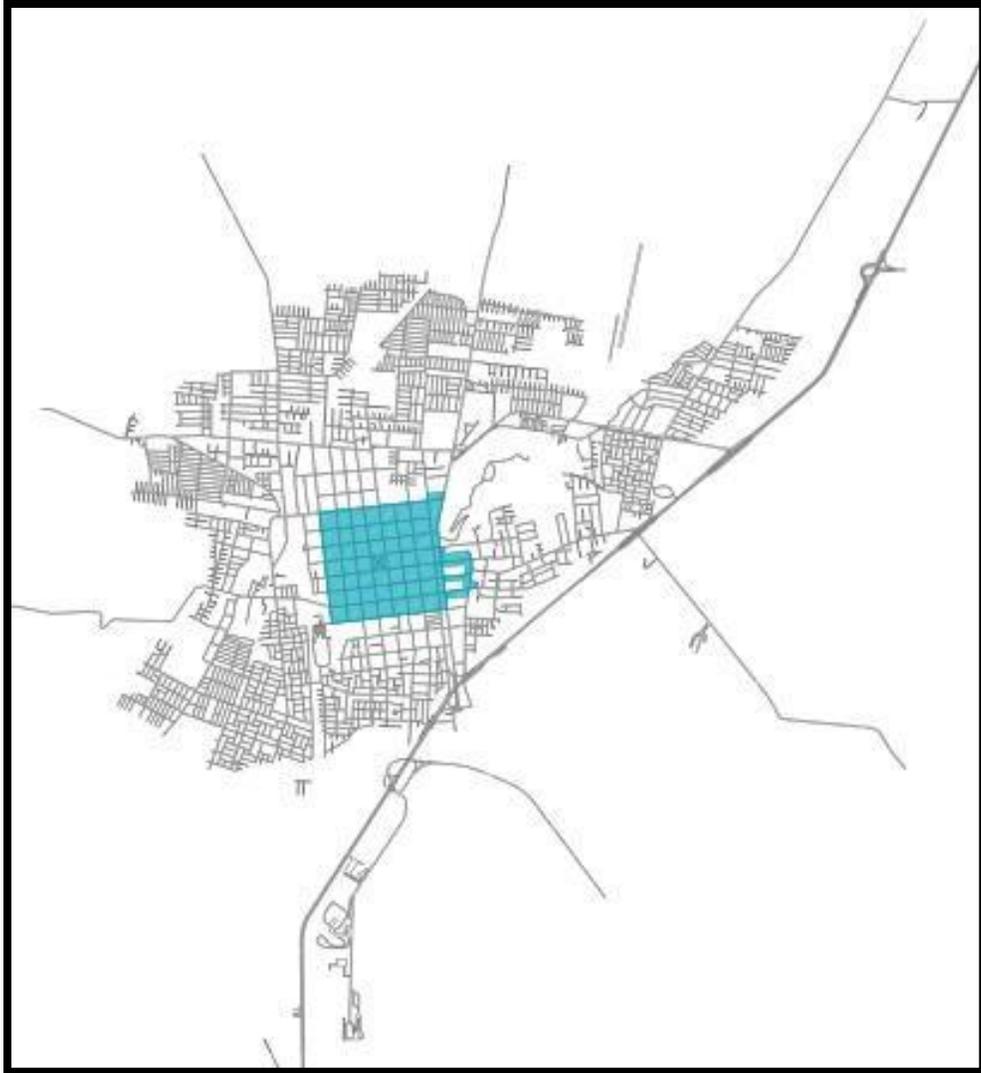


Ilustración 16: Crecimiento fundacional de la Ciudad de Curicó

Fuente: Taller de proyectos 5 Regeneración Urbana, Escuela de Arquitectura Universidad de Talca

2.5.2.2 Primer crecimiento (1850-1899).

- Población: 3.964 hab.
- Superficie: 100 Há.
- Densidad bruta: 39,6 hab./ Há.
- Primer crecimiento del nodo central.
- Conformación de áreas de equipamiento urbano y vías de acceso a la ciudad.

- Se incorpora el cerro Carlos Condell a la propiedad municipal.
- En 1868 el ferrocarril llegó a Curicó, produciendo un auge de la industria hotelera y formación de empresas de transporte.
- En 1875 se dictó un decreto que declaró públicos a algunos terrenos para prolongarse hacia el norte, oriente, poniente y sur.

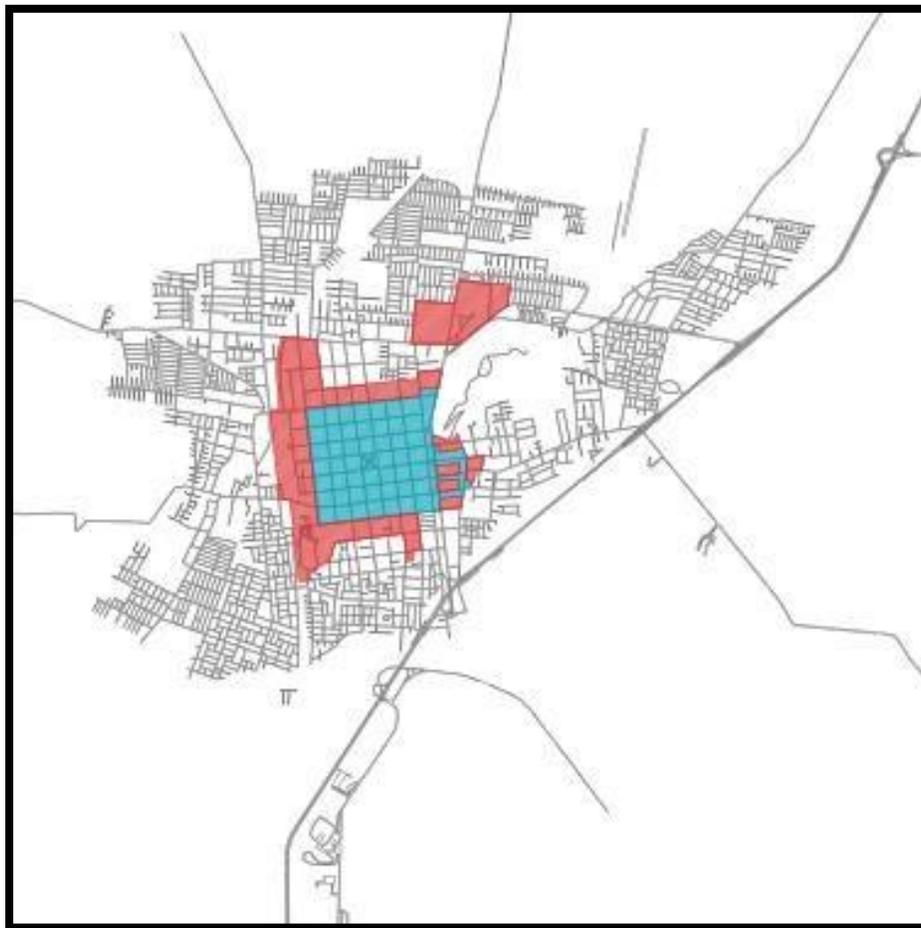


Ilustración 17: Primer crecimiento de la Ciudad de Curicó

Fuente: Taller de proyectos 5 Regeneración Urbana, Escuela de Arquitectura Universidad de Talca.

2.5.2.3 Segundo crecimiento (1900-1949).

- Población: 17.573 hab.
- Superficie: 256 Há.
- Densidad bruta: 68,4 hab./ Há.

- Crecimiento en extensión.
- Mejora al casco histórico y construcción de nuevas obras de interconexión provincial.
- Construcción de obras como el Liceo de Niñas, Escuela Normal, Parque Manso de Velasco, servicio de alcantarillados de la ciudad y se ordena cerrar algunas acequias.
- Ejes de crecimiento en torno a la vialidad principal que atraviesa la ciudad.
- En 1948 se establece una conexión con Santiago por una carretera.

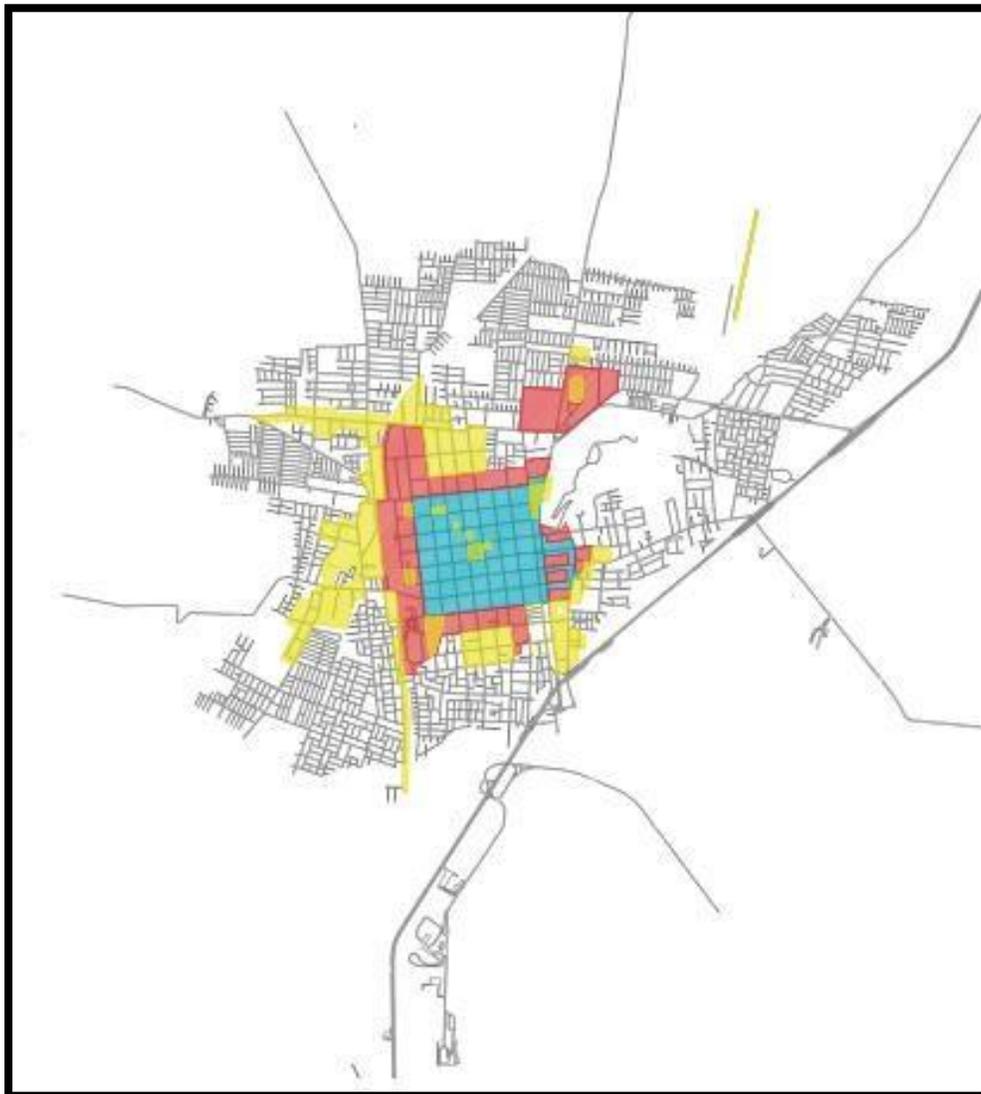


Ilustración 18: Segundo crecimiento de la Ciudad de Curicó

Fuente: Taller de proyectos 5. Regeneración Urbana. Escuela de Arquitectura Universidad de Talca.

2.5.2.4 Tercer crecimiento (1950-1959).

- Población: 26.769 hab.
- Superficie: 333 Há.
- Densidad bruta: 80,7 hab./ Há.
- Etapa de relleno de los lotes disponibles en la zona consolidada y aplicación del DFL2.
- Bajo crecimiento en extensión y aumento de la densidad poblacional.
- Construcción por organismos estatales de las poblaciones Mataquito y Curicó.

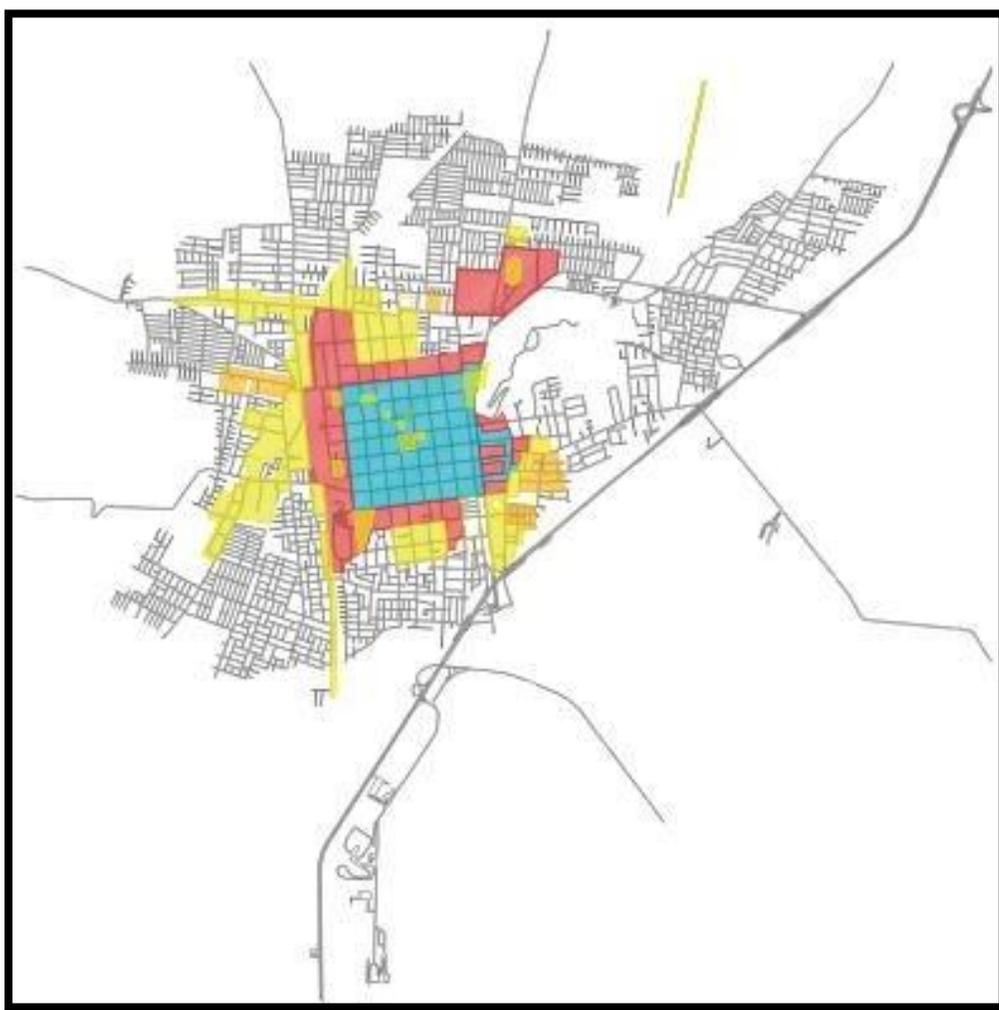


Ilustración 19: Tercer crecimiento de la Ciudad de Curicó

Fuente: Fuente: Taller de proyectos 5. Regeneración Urbana. Escuela de Arquitectura Universidad de Talca.

2.5.2.5 Cuarto crecimiento (1960-1969).

- Población: 47.385 hab.
- Superficie: 637 Há.
- Densidad bruta: 74,4 hab./ Há.
- Expansión habitacional hacia la periferia y establecimiento de las primeras áreas industriales.
- Ocupación del suelo en los paños resultantes de los primeros crecimientos y loteos CORVI.
- Densidad de habitantes por vivienda: 5,10 hab./viv.
- Construcción de poblaciones en torno al eje que representa la Avenida España hasta la ruta Panamericana.

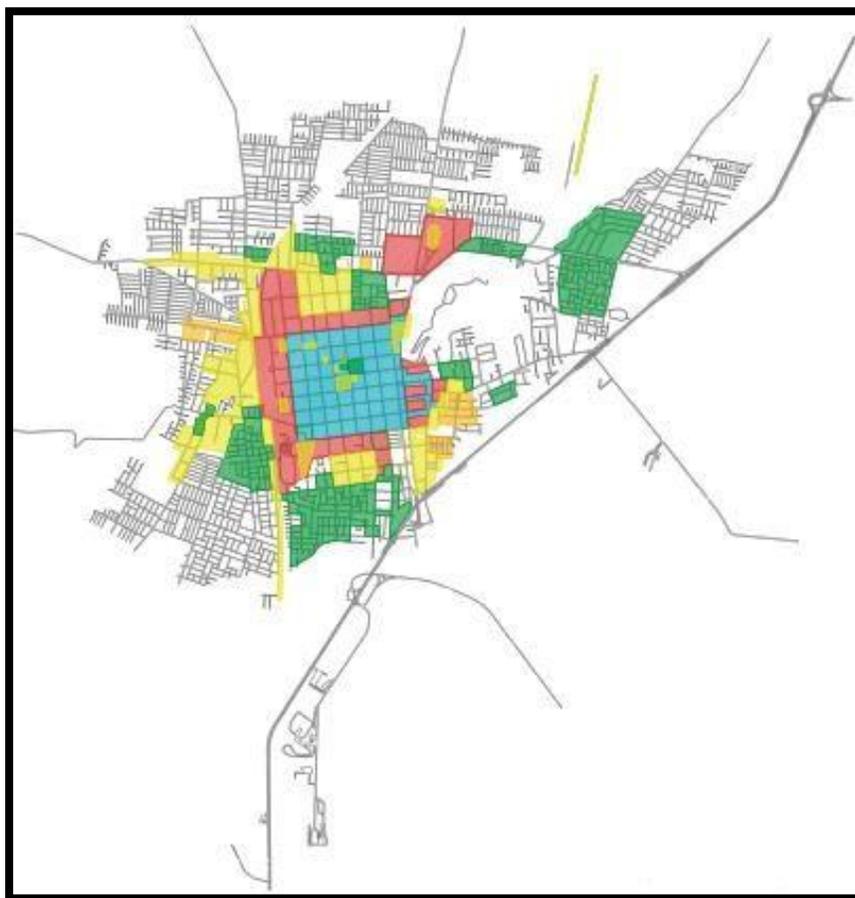


Ilustración 20: Cuarto crecimiento de la ciudad de Curicó

Fuente: Taller de proyectos 5. Regeneración Urbana. Escuela de Arquitectura Universidad de Talca.

2.5.2.6 Quinto crecimiento (1970-1995).

- Población: 68.000 hab.
- Superficie: 940 Há.
- Densidad bruta: 72,5 hab/ Há.
- Explosión demográfica: Etapa de mayor crecimiento habitacional masivo en la periferia.
- Implementación del PRC vigente admitiendo zonas industriales.
- Disminución de la densidad debida al cambio de uso de suelo en al área central de vivienda a equipamiento.
- Incremento en el estándar de equipamiento urbano.

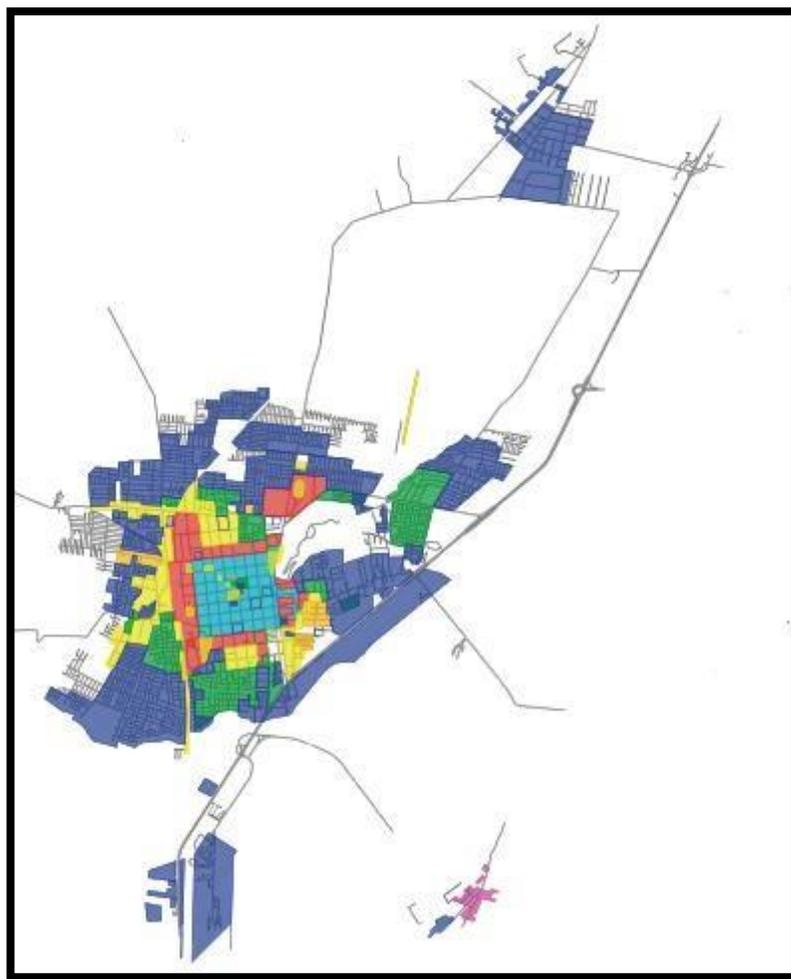


Ilustración 21: Quinto crecimiento de la Ciudad de Curicó

Fuente: Fuente: Taller de proyectos 5. Regeneración Urbana. Escuela de Arquitectura Universidad de Talca.

2.5.3 Distribución Urbana

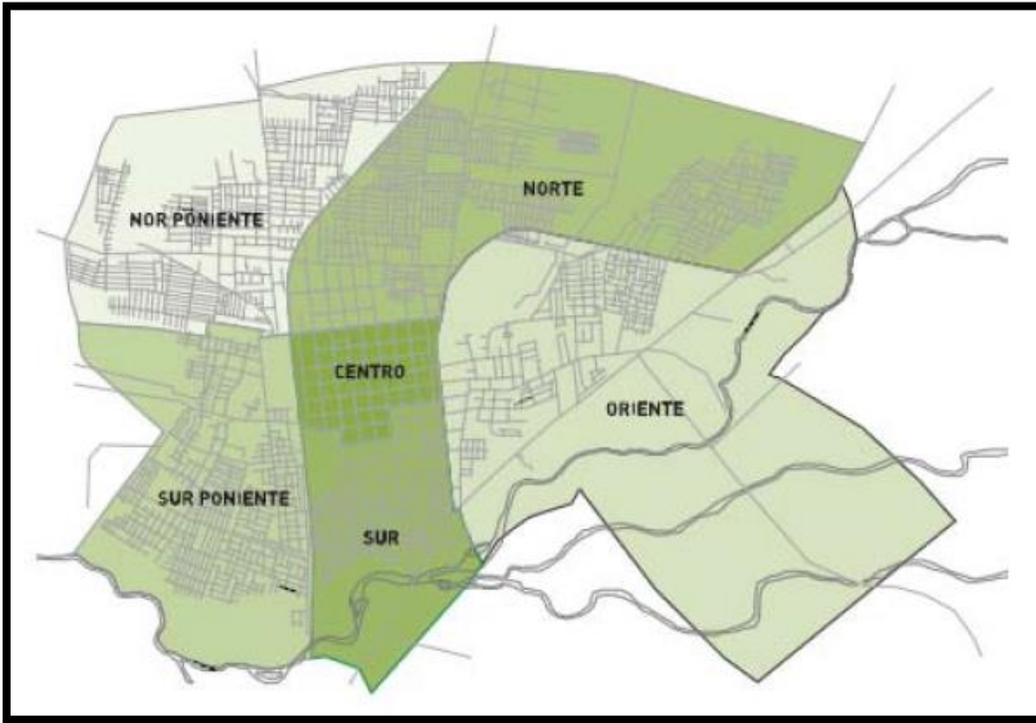


Ilustración 22: Zonificación EOD de Curicó

Fuente: Encuesta Origen-Destino 2003

Las zonas antes observadas, se definen de la siguiente forma:

Sector Nor-Poniente: Zona habitacional con algunos sectores comerciales, y en menor medida industriales y talleres.

Sector Norte: Zona que se caracteriza por un marcado desarrollo habitacional y en menor medida comercial. Se encuentra aquí el Estadio Municipal La Granja, el Cementerio Municipal, el Cementerio Parque, la Empresa de Servicios Sanitarios del Maule (ESSAM) y el Mall Puerta Norte.

Sector Sur – Poniente: Zona esencialmente habitacional. Respecto a la actividad industrial, se encuentran aquí las instalaciones de la empresa “Vinos Los Robles”.

Sector Centro: Es el sector más antiguo de la ciudad y tiene un fuerte carácter comercial y de servicios. Aquí se encuentra el aparato político-administrativo provincial y comunal, la Gobernación y la Municipalidad, también las principales entidades financieras, liceos, la plaza de armas y la Iglesia Catedral y lugares recreacionales como el cine y el Teatro Municipal y las principales tiendas comerciales.

Sector Oriente: Zona mixta, esencialmente habitacional, pero cuenta con algunos servicios e industrias. Aquí se encuentra el Molino España, el cerro Condell, el parque Balmaceda, el Estadio Español y el Estadio Marista, así como la Asociación Chilena de seguridad y el Colegio Alianza Francesa.

Sector Sur: Zona mixta, de carácter habitacional, pero cuenta con servicios de salud y educación. Se encuentran aquí el Hospital de Curicó, centros médicos y laboratorios afines, así como algunos colegios y liceos.

2.5.3 División por sectores dentro de la Ciudad de Curicó

Curicó posee características típicas y únicas dentro de sus límites urbanos, ya que se ve bastante marcada la sectorización socioeconómica de la población, siendo los de más alto nivel los que tienen un mejor acceso a distintos servicios y al sector comercial, mientras que los estratos más bajos se encuentran en la periferia de la ciudad, el caso atípico que podemos encontrar es el sector de Zapallar que se encuentra en las afueras de la ciudad.

En la siguiente ilustración se muestra la sectorización por colores de los distintos barrios de la ciudad de Curicó.

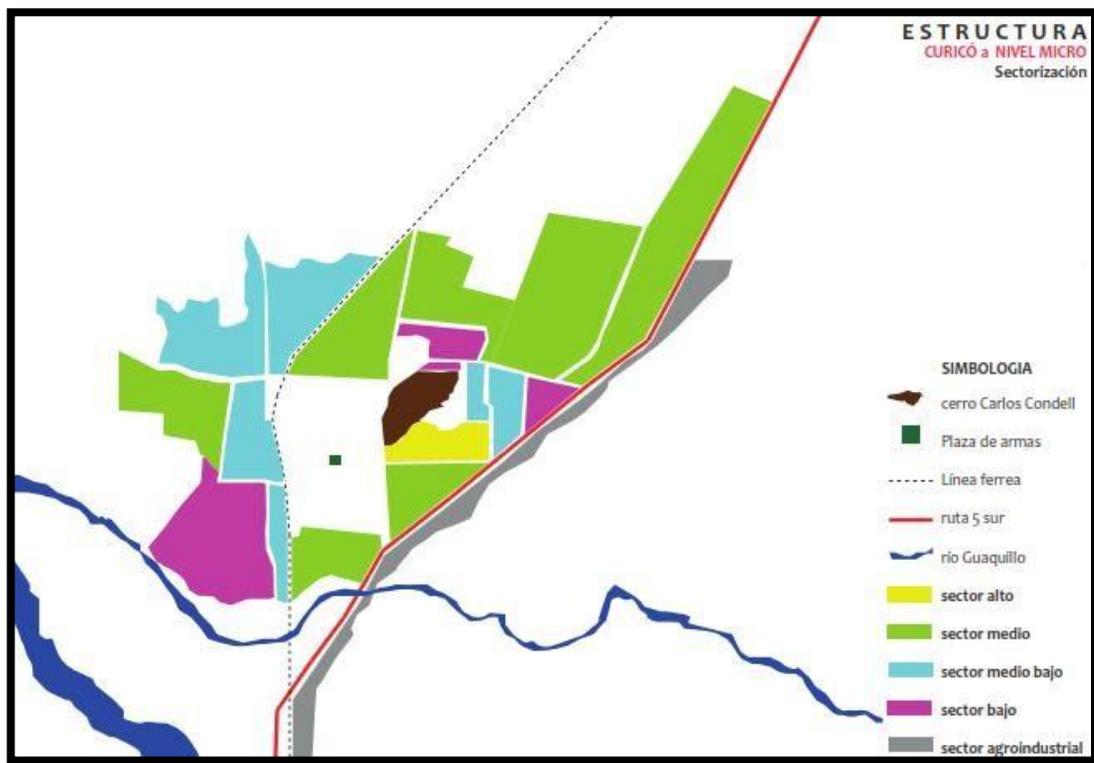


Ilustración 23: Sectorización de la ciudad de Curicó
Fuente: Diagnostico Urbano Ciudad de Curicó URBANA E&D

CAPÍTULO III: DESARROLLO

3.1 Metodología

En esta memoria se realizará un estudio, análisis y propuesta métrica para medir la constructibilidad en proyectos de densificación en la ciudad de Curicó en comparación al modelo implementado por el país de Singapur, donde se compararán distintos tipos de métricas cualitativas recolectando datos de una investigación documental donde se espera en un futuro puedan ser implementadas por las constructoras propuestas y que consiste en la comparación de distintas fuentes de información que buscará cumplir con los objetivos propuestos en esta memoria.

- Definición de Datos clave para la investigación KPI indicadores clave de rendimiento.
- El estudio e investigación documental comenzará desde un nivel macro (Nacional) a un nivel micro y puntual como lo es en la ciudad de Curicó.
- Se definirán las métricas a comparar.
- Se describirán tipos de materiales prefabricados utilizados y construcción por bloque.
- Se propondrá la población y muestra de datos que será definida por datos homogéneos y diferentes entre sí, este informe entregará una propuesta de métrica, no entregará datos.
- Se realizará una propuesta de métrica para medir el nivel de eficiencia en la constructibilidad en los distintos proyectos escogidos dentro de la ciudad de Curicó.
- Se realizarán cuadros comparativos entre los proyectos de la ciudad de Curicó.

3.2 Proyectos de densificación a nivel país utilizando materiales prefabricados total o parcialmente.

3.2.1 Materiales Prefabricados más utilizados en Chile

Entre los materiales más utilizados en la construcción se encuentran la madera, el acero y el hormigón, siendo este último el principal actor de estos últimos años, sin embargo, con el transcurso de los años, los cambios económicos, las políticas de sustentabilidad, los altos precios de la energía y el mercado mundial han sufrido importantes cambios en sus roles.

En Chile el principal proveedor de Acero es China con más del 50% del total CIF de las importaciones, el acelerado aumento de la oferta mundial ha llevado a la industria siderúrgica a una reestructuración que potencia la comercialización de sus productos en forma de barra, en comparación de los planos (laminas, planchas).

Por otro lado, el cemento ha sabido ser protagonista en la construcción estas últimas décadas, presentando un aumento de la producción local, entre enero y marzo del 2015 el consumo aparente se expandió un 12,6% con respecto del periodo del año anterior, Aun así, las importaciones aumentaron en comparación a los despachos nacionales.

TABLA 1
CONSUMO DE CEMENTO Y BARRAS DE ACERO E ÍNDICES GENERALES DE INSUMOS, DE ENERO A SEPTIEMBRE

	2014	2015	Variación anual	
	Toneladas		Serie original	Tendencia*
Cemento				
Despacho	73.557	76.630	4,2%	1,7%
Importaciones	375.680	471.007	25,4%	31,6%
Consumo aparente	84.758	95.421	12,6%	3%
Barras de acero para hormigón				
Despacho	455.110	373.078	-18,0%	6,9%
Importaciones	131.613	125.905	-4,3%	5,4%
Consumo aparente	586.723	498.983	-15%	8%
Indicadores generales (índices)				
	Promedio de variación anual			
	2014	2015	Tendencia	
Despachos físicos	-19,6%	-1%	2,5%	
Ventas de proveedores	2,6%	10,7%	3,9%	

(*) En base a serie acumulada entre 1990-2014, filtrada según criterio Hodrick-Prescott.
Fuente: CCHC.

Ilustración 24: Cuadro con tendencias de importación y despachos en cemento y acero.
Fuente: MACH43 (CCHC, 2015)

En cuanto a la madera al ser un material renovable y un recurso natural en nuestro país, podemos destacar su alto potencial de desarrollo tanto a nivel nacional como en el mercado internacional, se estima que en Chile se construyen en Chile alrededor de 100 mil viviendas en las cuales alrededor de un 15% posee madera como material dominante.

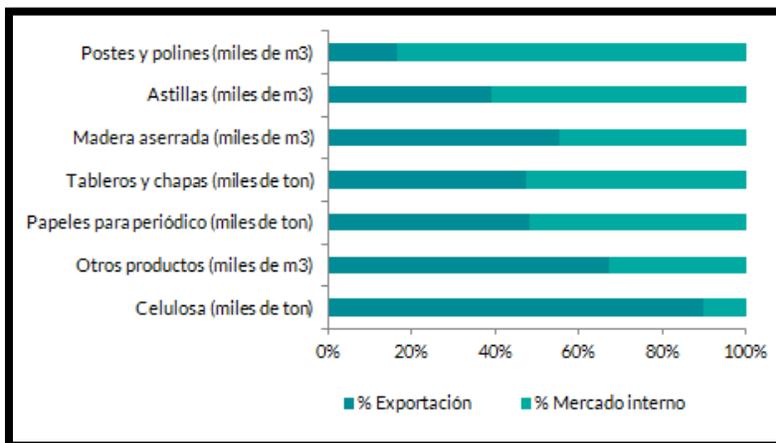


Ilustración 25: Porcentaje exportado de la producción de cada tipo de producto, 2014.

Fuente: INFOR “Anuario forestal 2015” www.corma.cl

Los altos costos energéticos contribuyen de gran forma a que los incentivos de producción hayan decaído en el ámbito local y el bajo índice de “investigación y desarrollo” en materiales y soluciones constructivas en conjunto a la competitividad de otros países y sus materiales como el acero y el cemento, demuestran una desventaja en desarrollo e innovación.

3.2.2 Materiales y sustentabilidad

Cada material elaborado en nuestro país emite una huella de CO₂, emisiones que afectan a nuestro ambiente y son contaminantes, en el siguiente cuadro se muestran las distintas emisiones que producen los materiales de construcción.

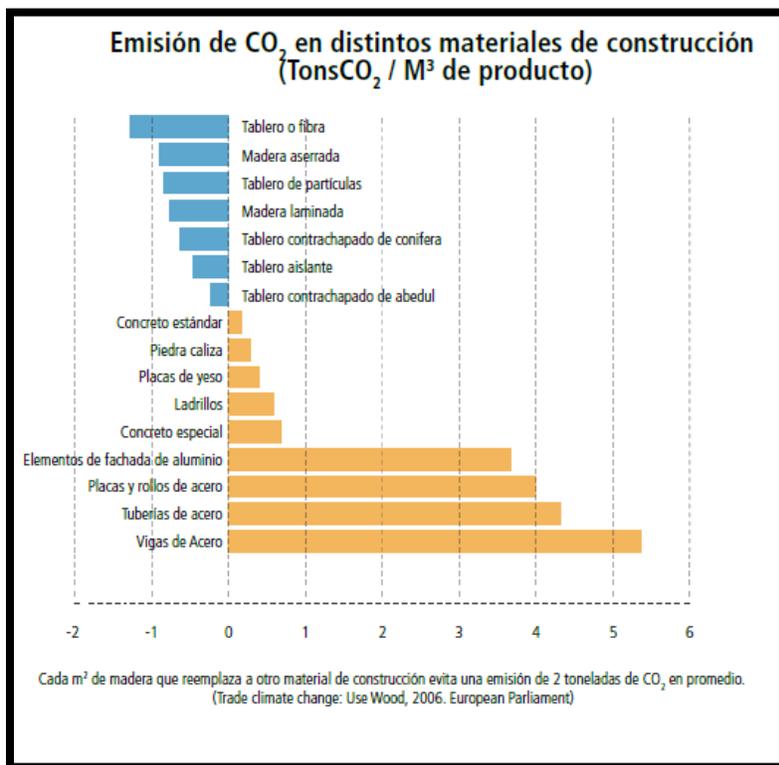


Ilustración 26: Cuadro de emisiones de CO₂ en distintos materiales
Fuente: Hoja de ruta PEM madera (CDT 2015)

3.2.3 Participación de los materiales en viviendas

En el año 2015 las construcciones de departamentos como preferencia fueron en aumento llegando 57% de la superficie autorizada para construcciones, duplicando su importancia en comparación a las viviendas 5 años antes, todo esto en el marco del concepto de densificación demográfica dentro de las ciudades.

Al hablar de materiales utilizados hay un estudio realizado por la CITEC de la Universidad del Bio, que tiene relación con la hermeticidad del aire en las edificaciones y de ese estudio podemos rescatar la participación de los materiales dominantes en los muros de las edificaciones que nos acercan un poco más a la realidad, donde un 37% corresponde a hormigón, 33% ladrillo y 17% madera.

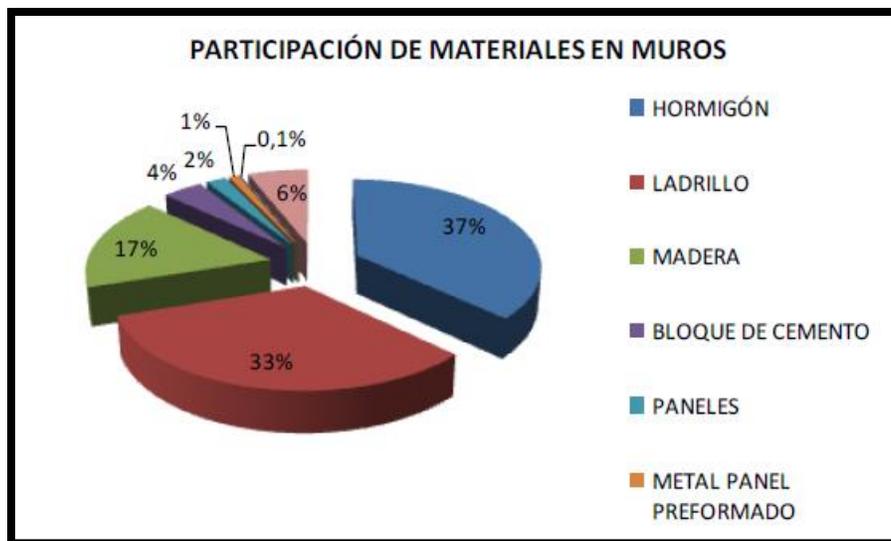


Ilustración 27: Distribución porcentual de los sistemas constructivos participantes del parque de edificación nacional al año 2011.

Fuente: Manual de hermeticidad del aire en edificaciones, según datos de INE, 2011.

3.2.4 Las viviendas sociales y el rol de la prefabricación

Históricamente en nuestro país han existido diversos desastres naturales, lo que ha llevado a nuestras autoridades a tener una respuesta rápida frente a estas situaciones, es por esto por lo que la prefabricación de viviendas a tenido un rol importante en nuestro país, según datos de la ONEMI en los últimos años han ocurrido 25 terremotos (70 años), 8 tsunamis (90 años), 28 erupciones volcánicas (100 años) y 13 sequías (50 años), además de múltiples incendios forestales.

Año a año y suceso tras suceso han llevado a la necesidad de crear nuevas soluciones constructivas para viviendas y edificaciones frente a desastres naturales, en el contexto histórico de las viviendas sociales uno de los casos más emblemáticos, fue la prefabricación de viviendas con paneles KPD ("Edificación con Grandes Paneles" del acrónimo ruso "КПД") fue una empresa chileno-soviética que en 1972 vio la luz con una donación de maquinarias y asesoría técnica del estado de Chile por parte de la URSS al gobierno de Salvador Allende después del terremoto de 1971 que afectó a la V región y parte de la región metropolitana, esta planta de paneles fue ubicada en el sector del Belloto en Quilpué, después del golpe de estado su nombre fue cambiado por VEP (Viviendas Económicas Prefabricadas), donde estaba a cargo de personal militar, esta planta llegó a producir edificios de 4 pisos, con 24 departamentos de 2 y 3 habitaciones en 16 días, llegando a construir un total de 153 bloques de departamentos de entre 64 y 72 m², lo que aun para hoy en día representa un gran hito en nuestro país, donde hasta la fecha ningún otro sistema constructivo lo pudo igualar o reemplazar.



Ilustración 28: Transporte de paneles KPD

Fuente: www.plataformaarquitectura.cl

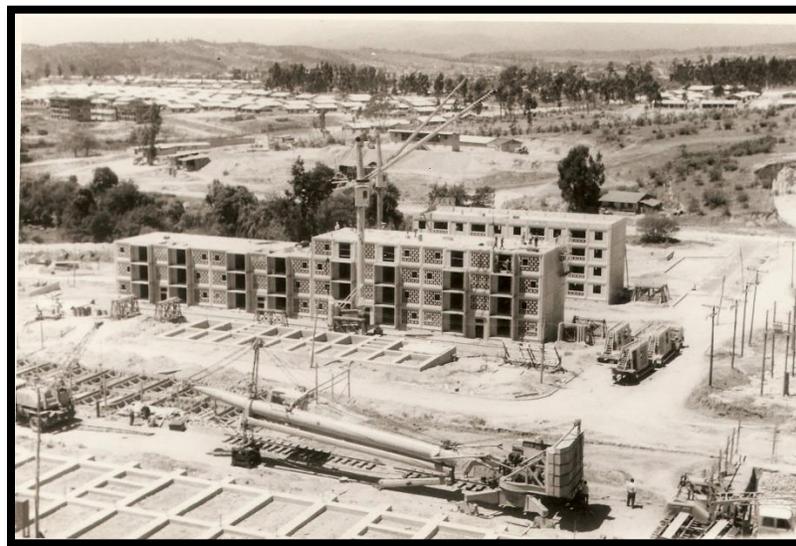


Ilustración 29: Sistema de panel prefabricado KPD

Fuente: www.plataformaarquitectura.cl

Hoy en día en nuestro país la competitividad en el mercado de la construcción y la constante búsqueda de metodologías que sean eficientes han hecho reaparecer las estructuras prefabricadas en Chile donde hasta ahora son varios los proyectos en diversos sectores que han implementado este sistema donde predomina la facilidad de montaje y que se adecua a las necesidades de cada proyecto, no obstante aun nos falta camino por recorrer y materializar las distintas brechas entre la investigación y ejecución de los proyectos de construcción.

3.3 Obras Prefabricadas realizadas a lo largo de Chile

Entre las obras más destacadas en nuestro país, hay variadas de infraestructura pública, vialidad, desarrollo portuario, minería y Edificación, de las cuales detallaremos a continuación:

3.3.1 Obras Viales

Una de las obras destacadas en vialidad con la metodología de materiales prefabricados, fue el complejo fronterizo Los Libertadores que es la principal ruta de conexión internacional terrestre entre las ciudades de los Andes región de Valparaíso y la provincia de Mendoza en Argentina, este contemplaba la construcción de 3 edificios, un edificio de control, un edificio de alojamiento del personal y el de control de carabineros. Desde el inicio se proyectó que sería a base prefabricados ya que las condiciones climáticas del lugar dificultaban las obras in situ como lo es el fraguado del hormigón, durante el invierno las temperaturas en este lugar llegaban alrededor de los -20°C y la reacción química del fraguado del hormigón comienza a los 0°C , donde posiblemente hubiese afectado la ruta crítica de este proyecto, las fundaciones fue lo único que se hizo in situ y con grandes complejidades para la unión con los pilares, en estos 3 edificios la estructura soportante se solucionó con elementos prefabricados cumpliendo los distintos conceptos estructurales que puedan tener edificios de este envergadura. El desarrollo de este proyecto de ingeniería estuvo a cargo de las empresas Preansa y SIRVE.



Ilustración 30: Complejo fronterizo Los Libertadores

Fuente: Revista Hormigón al día, edición n°70

3.3.2 Desarrollo Portuario

En esta área se puede destacar la construcción del astillero de Asmar el año 2015 en el puerto de Talcahuano en la región del Bio Bio, esta construcción fue modelada completamente con diseños de hormigón prefabricado con vigas armadas, vigas pretensadas y columnas. Es el principal astillero de Asmar a nivel país y que contribuye con el desarrollo portuario donde se dedican a la reparación y construcción de buques para la Armada de Chile y armadores nacionales y extranjeros.

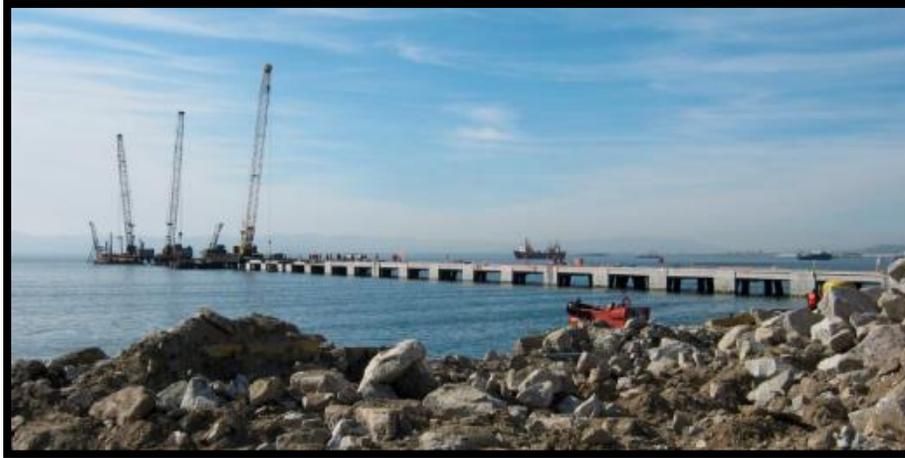


Ilustración 31: Astillero ASMAR, Talcahuano.

Fuente: Revista Hormigón al día, edición n°70

Un proyecto que se encuentra en etapas de investigación es el rompeolas del futuro puerto exterior de San Antonio, Los estudios de diseño del rompeolas se encuentra en su etapa final en el laboratorio Ingles de Wallingford especializados en modelación física de puertos, donde se han efectuado pruebas para analizar y medir la resistencia de los materiales frente a distintas adversidades climatológicas que se pudieran producir, son elementos de hormigón en forma de cubos que varían entre los 20 y 70 toneladas de peso, se estima que en total se producirán más de 40 mil cubos de distintos pesos que serán ubicados de forma que alcancen la mayor densidad posible.



Ilustración 32: Pruebas de laboratorio para rompeolas del puerto exterior de San Antonio

Fuente: www.portalportuario.cl

3.3.3 Naves Industriales

Las naves industriales sin duda son proyectos en su mayoría de gran envergadura y que cubren grandes luces, la minería y logística se han sumado a la utilización de prefabricados en sus construcciones como en el centro de distribución y bodega de inflamables EIT, este proyecto está hecho en un 100% de elementos prefabricados y con elementos de seguridad con alta resistencia al fuego F-180, a nivel de elementos estructurales de techo, uniones entre columnas (P) con vigas pretensadas puntuales y vigas pretensadas de techo, todos estos elementos adaptados para la exigencia de este proyecto.

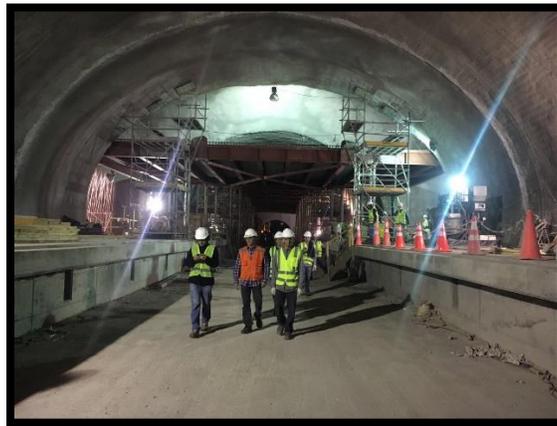


Ilustración 33: Naves Industriales, bodegas EIT

Fuente: www.plataformaarquitectura.cl

3.3.4 Infraestructura Pública

En cuanto a infraestructura pública hoy en día en nuestro país una de las obras de gran innovación es la construcción de la nueva línea 3 y 6 del metro, que aún se encuentra en ejecución, las cubiertas de las estaciones estaban proyectadas con hormigón in situ, pero las constructoras al darse cuenta que utilizar cubiertas prefabricadas ahorraban tiempo en los plazos de ejecución, dinero y recursos humanos decidieron cambiar la propuesta por elementos de hormigón prefabricado, donde también niveles superiores de las estaciones se vieron modificadas por este tipo de material.



*Ilustración 34: Visita a Obra línea 3
Fuente: ing.uc.cl*

Otra de las construcciones a nivel país en cuanto a infraestructura pública, es la construcción del nuevo hospital biprovincial de Quillota/Petorca, que desde su inicio se planteó el uso de materiales/estructuras prefabricadas tales como Alveolosa o Prelosa, donde se logró dar soluciones innovadoras para las problemáticas de la obra. Este hospital proyecta una superficie de 73.204 metros cuadrados.



*Ilustración 35: Construcción Hospital biprovincial Quillota/Petorca
Fuente: ssvq.cl – Servicio de salud Viña del Mar Quillota*

3.3.5 Edificación

Los proyectos de edificación han sido parte importante en la implementación de prefabricados en los últimos años, ya que han ido en aumento y los elementos de este tipo han demostrado tener un gran rendimiento en obra, adaptándose a los proyectos, un ejemplo de este es el Edificio Chacay de oficinas prefabricado y aislado sísmicamente, ubicado en pleno centro de Temuco, el edificio considera 6 plantas, además de un subterráneo, gran parte de la estructura es prefabricada, y fue montado en solo 11 días el año 2012, el edificio está estructurado en base a columnas, vigas y losas prefabricadas de hormigón armado.



Ilustración 36: Montaje edificio Chacay

Fuente: www.momenta.cl

El condominio Lomas de Javiera en Temuco, son edificios de media altura para viviendas sociales que en 2015 “fue en base a prefabricados de hormigón, compuesto por muros de hormigón armado, y pisos (o losas) formadas por vigas perimetrales prefabricadas de antepecho, que además sirvieron de apoyo para losetas prefabricadas de piso. Finalmente, una sobre losa hormigonada in situ, cumplió la función de diafragma.”²⁰

²⁰ Extracto de la revista Hormigón al día, edición nº 70



Ilustración 37: Construcción condominio Lomas de Javiera

Fuente: www.momenta.cl

En la ciudad de Talca se encuentra en construcción el nuevo edificio de la Universidad Autónoma de Chile, para la carrera de Ingeniería en Construcción de esta misma institución, este proyecto es innovador al tratarse de sistemas de prefabricados de hormigón armado y con un sistema de aislador antisísmico, es un edificio de 5000 m² y cuya obra gruesa es 100% prefabricada, esta estructura es en base a marcos rígidos, 6 aisladores de goma, 5 aisladores con núcleo de plomo y 13 deslizadores, losetas prefabricadas nervadas tipo TT de alta rigidez, y con una sobre losa que funciona como diafragma sísmico estructural y para conexión de vigas (armadura superior) con columnas y losetas prefabricadas.



Ilustración 38: Edificio Universidad Autónoma, Talca

Fuente: www.emb.cl

Son diversas las áreas de la Construcción donde los elementos prefabricados pueden ser implementados y sabemos que tienen grandes ventajas de instalación y versatilidad, los sistemas constructivos que han implementado este tipo de materiales han demostrado su excelente funcionamiento y resistencia a los sismos, que es de suma importancia en nuestro país.

A esto sumado que la cantidad de desperdicios se ve reducida en obra, y asociado a un menor costo en terminaciones lo hacen una fórmula única de garantía para las empresas, desde el diseño se puede predefinir el comportamiento óptimo de la estructura y de materiales durables, todo esto contribuyendo de una forma amigable al medio ambiente e implementación de políticas de sustentabilidad, que en estos últimos años han sido un factor importante al momento de construir, las obras mencionadas anteriormente son solo algunas de las que se encuentran a nivel país, y como se puede ver son diversas las áreas de aplicación donde podemos encontrar elementos prefabricados de hormigón, demostrando una vez más su versatilidad.

3.4 Principales Empresas desarrolladoras de prefabricados en Chile

Tecnocret: Modelación y desarrollo de elementos prefabricados de hormigón armado.

Tensocret: Fabricación, transporte y montaje de la estructura y elementos prefabricados del proyecto.

Momenta: Cálculo estructural y sistemas de conexiones

Estas 3 empresas suelen trabajar en conjunto en diferentes proyectos, ya que se complementan en sus servicios ofrecidos a los clientes.

Hormisur, Hormipret, Timbercret, Grau S.A., Hormibal, Hormitek son las empresas a nivel país de mayor producción en elementos prefabricados y cada una tiene diferentes formas de trabajar, donde tienen stock de productos estandarizados y la modalidad por encargo donde evalúan la posibilidad de producir los elementos requeridos para proyectos especiales, cada una de estas empresas ha participado en diversos proyectos ya realizados en nuestro país, cuentan con una gran trayectoria y el respaldo del ICH Instituto del Cemento y del Hormigón Chile.

Algunos de los elementos prefabricados que se pueden encontrar en estas empresas son los siguientes:

Nº	Materiales Prefabricados
1	Losas Alveolares Prefabricadas
2	Losas pretensadas
3	Placas Alveolares Prefabricadas
4	Viguetas Pretensadas
5	Vigas Pretensadas
6	Prelosas Pretensadas
7	Postes Pretensados
8	Muros Prefabricados
9	Escaleras Prefabricadas
10	Puentes prefabricados
11	Pilares Prefabricados
12	Losas Nervadas
13	Paneles Nervados
14	Paneles arquitectónicos
15	Celosías

Ilustración 39: Tabla de materiales prefabricados

Fuente: Elaboración propia

3.5 Iniciativas públicas que potencian el desarrollo de la industria de la prefabricación en Chile

Si bien en Chile los últimos años no se ha fomentado mucho la investigación en la construcción o el buen construir, existen algunas políticas e iniciativas que potencian el desarrollo de la industria y la prefabricación de distintos materiales, son iniciativas gubernamentales relativamente nuevas y que están entrando en vigor.

	<p>3.5.1 Estrategia Nacional de Construcción sustentable</p> <p>Es un instrumento que tiene como propósito ser una herramienta orientadora que establezca los principales lineamientos para impulsar la integración de criterios de sustentabilidad en el área de la construcción en Chile, impulsado por MINVU. Algunos de sus objetivos reducir en un 20% la emisión de gases de efecto invernadero, que un 10% de la energía generada sea por fuentes renovables.</p> <p>Bajo el lineamiento de Construcción sustentable existen varios proyectos destacables tales como:</p>
---	---

	<p>3.5.2 Estándares de Construcción sustentable para viviendas de Chile: Es una guía de buenas prácticas para mejorar el desempeño ambiental de las viviendas, utilizando criterios objetivos y verificables.</p>
	<p>3.5.3 Manual de elementos urbanos sustentables: El Manual de Elementos Urbanos Sustentables (MEUS) es un documento que busca aportar en la transición de las ciudades chilenas hacia ciudades sustentables, mejorando la calidad de vida de sus habitantes, por medio de la incorporación de elementos urbanos sustentables en el espacio público. Es un documento de referencia y consulta para la adopción de requerimientos sustentables en espacios públicos en Chile, por medio de elementos urbanos.</p>
	<p>3.5.4 Manual de Procedimientos para la Calificación Energética de Viviendas en Chile: La calificación energética de viviendas en Chile (CEV) es un instrumento diseñado por el ministerio de Vivienda y Urbanismo, en conjunto con el ministerio de energía, se aplica voluntariamente para calificar y evaluar objetiva y estandarizadamente proyectos de vivienda, respecto de sus requerimientos energéticos.</p>
	<p>3.5.5 Construye 2025: Es un programa impulsado por Corfo que busca transformar al sector construcción desde la productividad y la sustentabilidad, para lograr un desarrollo nacional impactando en forma positiva en los ámbitos social, económico y medioambiental.</p>
	<p>3.5.6 CCI Consejo Construcción Industrializada: Cuya misión es promover el desarrollo de soluciones industrializadas, prefabricadas y modulares que mejoren la calidad, productividad y sustentabilidad en la edificación</p>
	<p>3.5.7 Estrategia Sustentable RCD: RCD es una iniciativa multisectorial que busca fomentar y promover la gestión sustentable de residuos, bajo el foco de economía circular.</p>

	<p>3.5.8 Código de Construcción Sustentable para Viviendas (MINVU):</p> <p>Este código consiste en una manual de buenas prácticas que espera mejorar el desempeño energético de las viviendas, este código cubre siete categorías de relevancia en relación con la sustentabilidad en viviendas, estas son: Salud y bienestar, energía, agua, entorno inmediato, impacto ambiental, residuos y materiales.</p>
	<p>3.5.9 Agenda de Energía 2014: Esta agenda energía propone entre sus metas fomentar el uso eficiente de la energía como recurso energético, dentro de sus objetivos esta la reducción en un 20% del consumo proyectado al 2025, transformar a ENAP en un actor con protagonismo en los desafíos energéticos del país, a través de la generación de un gobierno corporativo.</p>
	<p>3.5.10 Política Energética: La Política Energética propone una visión del sector energético al 2050, su objetivo principal es lograr y mantener la confiabilidad de todo el sistema energético, con el cumplimiento de criterios de sostenibilidad e inclusión, contribuyendo a la competitividad de la economía del país.</p> <p>Esta política tiene 4 pilares: Seguridad y Calidad de Suministro, Energía como Motor de Desarrollo, Compatibilidad con el Medio Ambiente, y Eficiencia y Educación Energética.</p> <p>Destacan las siguientes metas al 2050:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El 100% de las edificaciones nuevas cuentan con estándares OCDE de construcción eficiente, y cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía. - Al menos el 70% de la generación eléctrica proviene de energías renovables.

 <p>HOJA DE RUTA 2050 HACIA UNA ENERGÍA SOSTENTABLE E INCLUIDA PARA CHILE Comité Consultivo de Energía 2050</p>	<p>3.5.11 Hoja de Ruta 2050: establece metas en relación con comunidades y pobreza energética, su visión se centra en el acceso universal y equitativo a servicios energéticos para satisfacer las necesidades de la población. Entre sus metas destaca alcanzar estándares de confort térmico y lumínico en las viviendas de familias vulnerables de Chile. Así como a nivel comercial, público y residencial (CPR), edificar de manera sustentable, por medio de la incorporación de estándares de sustentabilidad en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, a fin de minimizar los requerimientos energéticos y las externalidades ambientales a lo largo de su ciclo de vida, alcanzando niveles adecuados de confort.</p>
 <p>Agenda de PRODUCTIVIDAD INNOVACIÓN y CRECIMIENTO</p>	<p>3.5.12 Agenda Productividad: La Agenda de Productividad, Innovación y crecimiento, plantea la necesidad de acelerar el paso desde una economía basada en los recursos naturales a una basada en el conocimiento, innovación y talento.</p>

3.6 Estudio y análisis del plan regulador en la ciudad de Curicó para proyectos de densificación.

3.6.1 Descripción plan regulador de Curicó

El Plan Regulador de la Comuna de Curicó, es un instrumento de planificación territorial que orienta, el proceso de desarrollo físico y funcional de las áreas urbanas de la comuna de Curicó regula las áreas urbanas de la ciudad de Curicó - Sarmiento y las localidades de La Obra, Los Niches y Cordillerilla, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y sus modificaciones.

El Plan, tiene jurisdicción sobre el territorio incluido al interior de los límites urbanos definidos en el Plan conformando el Sistema de Áreas Urbanas de la Comuna de Curicó. En concordancia con lo dispuesto en la LGUC y la OGUC, el Plan se compone de los siguientes documentos: Memoria Explicativa, Estudio de Factibilidad, Ordenanza Local (OL) y los Planos.

PRC- CURICÓ- ZUS-01 Zonificación Uso de Suelo – Ciudad de Curicó-Sarmiento

PRC- CURICÓ- ZUS-02 Zonificación de Uso de Suelo – Localidad de Cordillerilla

PRC- CURICÓ- ZUS-03 Zonificación de Uso de Suelo – Localidad de Los Niches

PRC- CURICÓ- ZUS-04 Zonificación de Uso de Suelo – Localidad de La Obra

Este documento fue publicado en el diario oficial el 02/08/2011 por resolución N°93 16/03/2011 del Gobierno Regional.

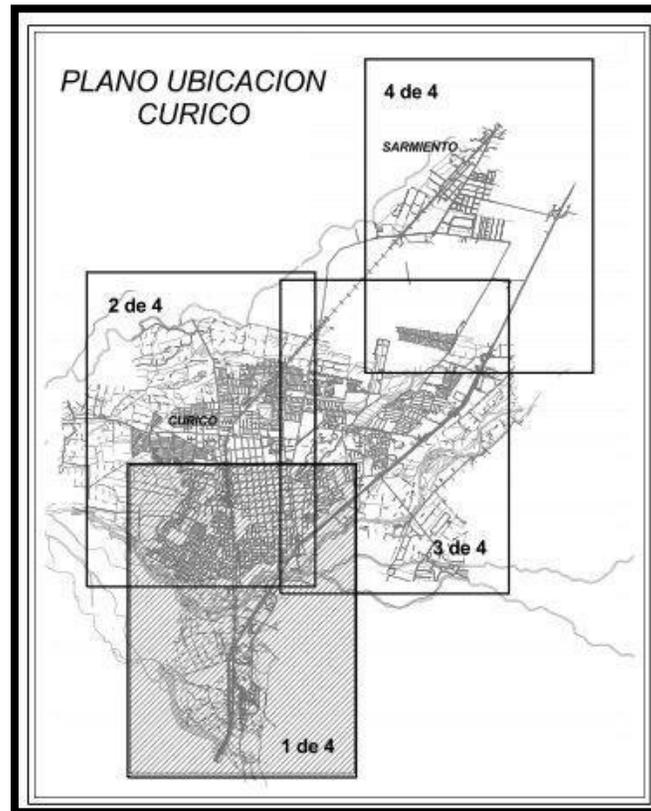


Ilustración 40: Plano de la Zonificación de Curicó

Fuente: Ordenanza local, Plan regulador de la Comuna de Curicó 2011

En esta memoria solo utilizaré las láminas (1 de 4), (2 de 4) y (3 de 4) ya que todas las construcciones de densificación se encuentran dentro del área urbana y demarcadas por estos límites.

3.6.2 Edificios y Condominios construidos en la ciudad de Curicó.

- 1 condominio Jardines del Sur
- 2 condominio Futuro I, II y III
- 3 condominio Cumbres de Curicó

- 4 condominio Altos del Boldo
- 5 condominio Claros de Rauquén
- 6 edificio Los Laureles
- 7 edificio Da Vinci
- 8 edificio Plaza Real
- 9 edificio Alto las Heras
- 10 edificio Vista Madrid
- 11 edificio Pórtico Los Pirineos
- 12 condominio Doña Elisa

3.6.3 Georreferenciación

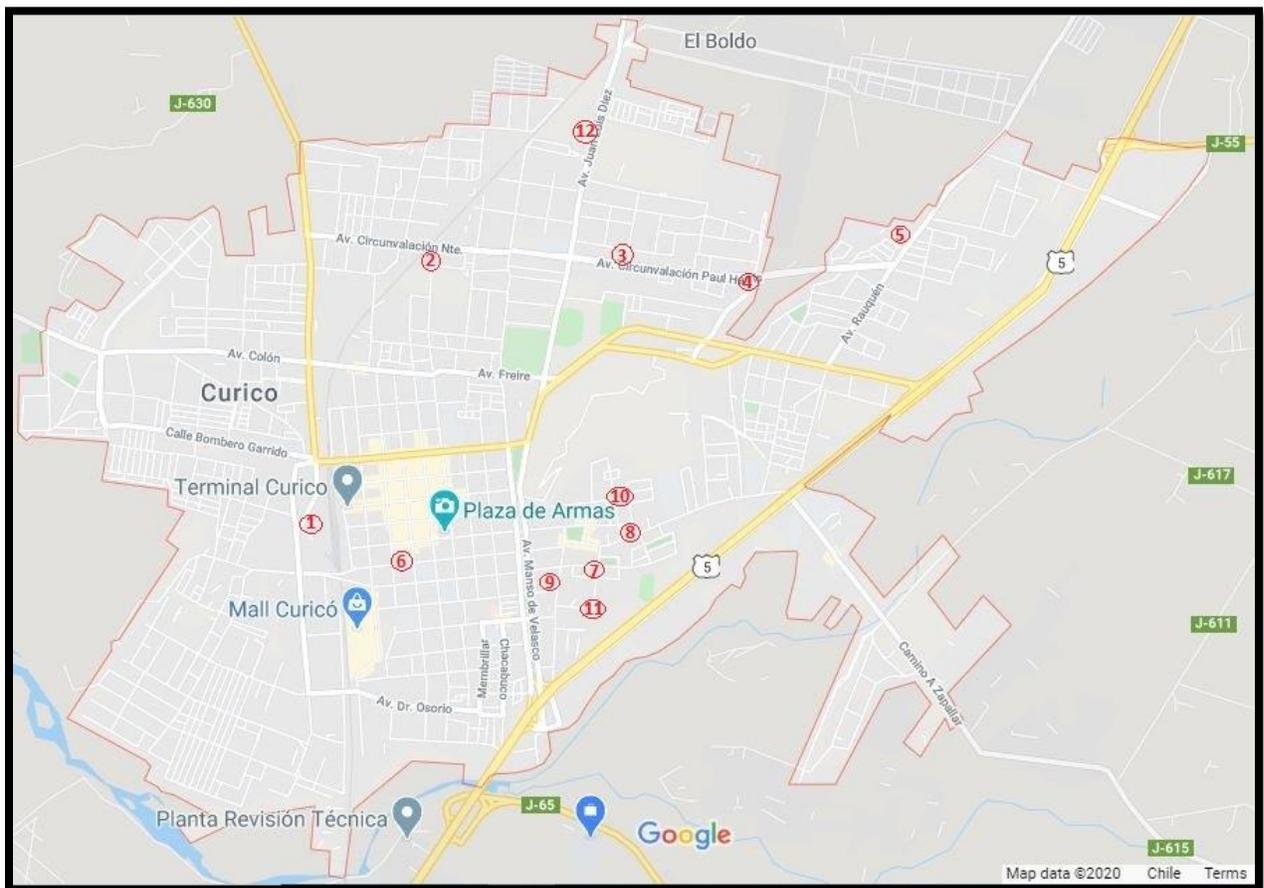


Ilustración 41: Georreferenciación de Edificios y Condominios en la Ciudad de Curicó

Fuente: Google Maps modificado

3.6.4 Zonificación aplicada por Plan Regulador

En el siguiente cuadro se enumeran los edificios y condominios que se encuentran dentro del radio urbano de la ciudad de Curicó, cabe destacar que hasta el momento de la investigación estos fueron los edificios más relevantes pertenecientes al grupo de densificación, es decir que son de exclusivo uso para ser habitables, la zonificación aplicada a cada uno corresponde al Plan Regulador vigente en la Comuna de Curicó, donde se cruzó información de la georreferenciación con los Planos descargables.

N.º	Edificio o Condominio	Zonificación Plan Regulador	Lamina
1	Condominio Jardines del Sur	ZU-3	(2 de 4)
2	Condominio Futuro I, II y III	ZU-3	(2 de 4)
3	Condominio Cumbres de Curicó	ZU-5	(3 de 4)
4	Condominio Altos del Boldo	ZU-6	(3 de 4)
5	Condominio Claros de Rauquén	ZU-4	(3 de 4)
6	Edificio Los Laureles	ZU-1	(2 de 4)
7	Edificio Da Vinci	ZU-6	(1 de 4)
8	Edificio Plaza Real	ZU-6	(1 de 4)
9	Edificio Alto las Heras	ZU-2	(1 de 4)
10	Edificio Vista Madrid	ZU-6	(3 de 4)
11	Edificio Pórtico Los Pirineos	ZU-6	(1 de 4)
12	Condominio Doña Elisa	ZU-4	(3 de 4)

Ilustración 42: Cuadro de Zonificación por Edificio

Fuente: Elaboración propia

3.7 Edificios escogidos para la propuesta de métrica

Para el estudio de esta memoria y la comparación que se realizara en los siguientes capítulos se han escogido 5 edificios y condominios dentro del radio urbano de la ciudad de Curicó, estos fueron seleccionados por los distintos sectores en los que se encuentran ubicados y el tipo de zonificación al cual pertenecen, otro factor influyente para la investigación es que cada uno de ellos fueron construidos por distintas constructoras lo que hace que esta muestra sea más homogénea al momento de la investigación y comparación.

N.º	Edificio o Condominio	Zonificación PR	Lamina	Inmobiliaria o Constructora
1	Condominio Jardines del Sur	ZU-3	(2 de 4)	Inmobiliaria Los Silos
3	Condominio Cumbres de Curicó	ZU-5	(3 de 4)	Grupo 3L – Ingevec
5	Condominio Claros de Rauquén	ZU-4	(3 de 4)	Malpo Cons. e inmobiliaria
10	Edificio Vista Madrid	ZU-6	(3 de 4)	Constructora Bustamante
12	Condominio Doña Elisa	ZU-4	(3 de 4)	Constructora Galilea

Ilustración 43: Cuadro de datos Zonificación edificios a Estudiar

Fuente: Elaboración propia

3.7.1 Georreferenciación

Como se mencionó anteriormente el grupo de 5 Edificios se encuentran distribuidos en distintos sectores de la ciudad de Curicó y como se puede observar en la imagen a continuación se han enumerado de una forma distinta la cual se detalla nuevamente.

- 1 condominio Jardines del Sur
- 2 condominio Doña Elisa
- 3 condominio Cumbres de Curicó
- 4 condominio Claros de Rauquén
- 5 edificio Vista Madrid



Ilustración 44: Georreferenciación de edificios a comparar

Fuente: Google Maps - Modificado

3.7.2 Descripción de los proyectos Inmobiliarios

A continuación, se detalla cada oferta inmobiliaria de los 5 edificios escogidos, con sus características y oferta de venta.

3.7.3.1 Condominio Jardines del Sur

Jardines del Sur es un condominio cerrado con acceso controlado, áreas de esparcimiento, quinchos y juegos infantiles, departamentos de 2 dormitorios y 1 baño, 2 dormitorios 2 baños, 3 dormitorios 1 baño, cuentan con quincho comunes y opción a estacionamiento, 60 m² a 65 m².

Desde 1118 UF



Ilustración 45: Edificio departamentos Jardines del Sur

Fuente: <https://www.zoominmobiliario.com/>

Plusvalía del sector

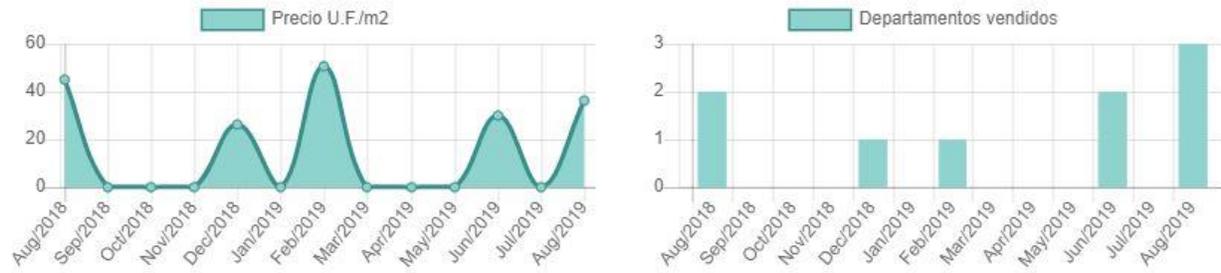


Ilustración 46: Plusvalía del sector
 Fuente: <https://www.zoominmobiliario.com/>

3.7.3.2 Condominio Doña Elisa

Doña Elisa es un condominio cerrado con portería y estacionamientos interiores, es un proyecto nuevo y tiene dos tipos de departamentos A 3 dormitorios, dos baños y con una superficie de 61 m2 aprox. y B 2 dormitorios, 1 baño y una superficie de 50 m2 aprox.

Desde 1160 UF y 1450 UF.



Ilustración 47: Edificio Doña Elisa
 Fuente: <http://www.galilea.cl/dona-elisa/>



Ilustración 48: Departamento tipo B

Fuente: <http://www.galilea.cl/dona-elisa/>



Ilustración 49: Departamento tipo A

Fuente: <http://www.galilea.cl/dona-elisa/>

3.7.3.3 Condominio Cumbres de Curicó

Cumbres de Curicó es un condominio cerrado en el barrio el boldo cuenta con departamentos de 2 dormitorios con 1 baño y 45.5 m2 modelo verde, 3 dormitorios con 2 baños y 54m2 modelo Aqua y 3 dormitorios con 1 baño y 52 m2 modelo terra, juegos infantiles, zonas deportivas y áreas verdes.

Desde 1225 UF



Ilustración 50: Condominio Cumbres de Curicó

Fuente: <http://www.ingevect.cl/>



Ilustración 51: Departamento tipo Aqua

Fuente: <http://3l.cl/inmobiliaria/cumbres-de-curico>



Ilustración 52: Departamento tipo Terra

Fuente: <http://3l.cl/inmobiliaria/cumbres-de-curico>

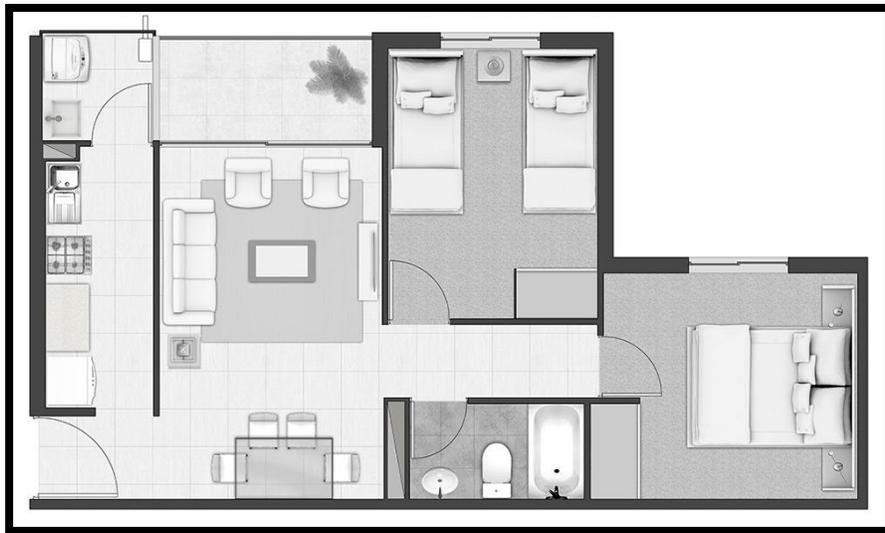


Ilustración 53: Departamento tipo Verde

Fuente: <http://3l.cl/inmobiliaria/cumbres-de-curico>

3.7.3.4 Condominio Claros de Rauquén

Claros de Rauquén es un condominio cerrado que cuenta con dos tipos de departamentos tipo a 64 con 3 dormitorios, 2 baños, cocina amoblada y equipada, dormitorio principal en suite, loggia, terraza y 64 m² y departamento tipo b55 que cuenta con 2 dormitorios, 1 baño, cocina amoblada y equipada, loggia, terraza y 55 m².

Desde 1510 UF y 1610 UF



Ilustración 54: Condominio Claros de Rauquén

Fuente: <http://www.malpo.cl/claros-de-rauquen/>



Ilustración 55: Departamento tipo A

Fuente: <http://www.malpo.cl/claros-de-rauquen/>

Ilustración 56: Departamento tipo

Fuente: <http://www.malpo.cl/claros-de-rauquen/>

3.7.3.5 Edificio Vista Madrid

El edificio Vista Madrid es un proyecto exclusivo que contempla 9 pisos de departamentos de 2 y 3 dormitorios + sala de estar, lounge conectado a jardín, piscina, quincho, gimnasio equipado, cámaras perimetrales, cada departamento tiene alarma, botón de pánico, acceso controlado las 24 horas, código de acceso.



Ilustración 57: Edificio Vista Madrid

Fuente: <http://new.constructoraosvaldobustamante.cl/>



Ilustración 58: Departamento tipo 01

Fuente: <http://new.constructoraosvaldobustamante.cl/>



Ilustración 59: Departamento tipo 02

Fuente: <http://new.constructoraosvaldobustamante.cl/>



Ilustración 60: Departamento tipo 03

Fuente: <http://new.constructoraosvaldobustamante.cl/>



Ilustración 61: Departamento tipo 04

Fuente: <http://new.constructoraosvaldobustamante.cl/>



Ilustración 62: Departamento tipo 05

Fuente: <http://new.constructoraosvaldobustamante.cl/>



Ilustración 63: Departamento tipo 06

Fuente: <http://new.constructoraosvaldobustamante.cl/>

3.8 Definición de indicadores y o datos clave para la investigación

Los datos deben representar indicadores útiles para caracterizar, predecir, evaluar y mejorar los resultados de la etapa del proyecto que queremos investigar y someter a evaluación con una métrica.

Una parte fundamental de la investigación es definir el sistema de control que se va a implementar para cada una de las etapas del proyecto, una medición es una acción u efecto de medir y o comparar una cantidad u cualidad de un indicador.

Para esto podemos asignar un valor numérico a la entidad estudiada con el fin de llevar estos datos a un valor real y cuantitativo sobre el cual podamos trabajar, para la medición del avance de proyecto se esperaría que los datos sean comparaciones con respecto a un valor programado, por lo tanto, pueden ser de tipo cualitativo que tenga un atributo, de esta forma trabajaremos con proporciones de cumplimiento.

La selección de indicadores no es un trabajo sencillo de realizar donde podemos asignar atributos tales como valor objetivo, forma de cálculo, frecuencia de la medición y propósito.

Al utilizar indicadores es importante recordar que no todos pueden ser utilizados en distintos proyectos y que cada proyecto posee cualidades únicas, no hay indicadores estándar que puedan utilizarse por igual para todos los proyectos y lo mismo va a depender del objetivo, producto o servicio para el cual es destinado, por lo cual se pueden seleccionar y adaptar los mismo a la medida de cada caso.



Idea

¿Qué quiero evaluar?



Consolidación

Tipo de Evaluación



Expansión

Formas de evaluar

3.8.1 KPI indicadores clave de rendimiento y desempeño

Para garantizar un buen control en las distintas fases de los proyectos es necesario utilizar distintos KPI (Indicadores clave de rendimiento) para medir resultados en todas las áreas, tareas y procesos de este. El control logístico en un proyecto implica que debemos establecer metas alcanzables ya sea a corto o largo plazo y darles un seguimiento para que la toma de decisiones sea oportuna y se garantice un proceso rentable que los optimice.

Midiendo resultados en todas la áreas y procesos de la construcción es la forma más efectiva de detectar las fortalezas de la organización que se pueden seguir utilizando y las debilidades que se tienen que reforzar o mejorar definitivamente.

3.8.1.1 Considerando Indicadores clave

La pregunta que debemos hacernos al momento de considerar un indicar para la evaluación de un proyecto es ¿Cómo este indicador afectará el comportamiento del proyecto?, por esto he enumerado una serie de indicadores clave para esta etapa

- Satisfacción al cliente o mandante
- Contribución a la sociedad y medio ambiente
- Sistema de toma de toma o captura de datos rápido, sencillo y confiable
- La transmisión de información de las partes debe efectuarse de manera eficiente, en tiempo real que permitan tomar decisiones d forma rápida y expedita.

3.8.1.2 Características de los indicadores

Los indicadores de desempeño o rendimiento que vamos a utilizar deben cumplir con ciertos requerimientos u características para aportar información de valor

- Deben ser congruentes con las metas estratégicas y competitividad establecida por la empresa.
- Deben centrarse en acciones que los empleados puedan replicar hacia un mejor desempeño de sus labores.

- Deben ser accesibles y fáciles de entender por cualquier persona que los quiera utilizar, un KPI complejo no necesariamente da buenos resultados.
- Mostrar información relevante para la toma de decisiones y planificación del proyecto.

3.8.1.3 Objetivos

Los KPI varían dependiendo de la etapa del proyecto que se quiere medir, pero sus objetivos son los mismos.

- Impulsar la calidad de este eliminando los errores.
- Reducir los costos y optimizar el uso de los recursos a fin de elevar la rentabilidad de la empresa.
- Mejorar la productividad de los empleados involucrados.
- Tener información en tiempo real de todo el proceso para predecir problemas a tiempo y tomar decisiones correctivas oportunas.
- Alcances y Limitaciones
- Indicadores de desempeño

3.8.2 Herramientas de medición de desempeño

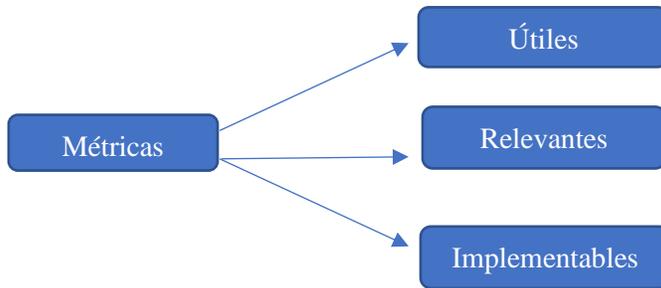
Las herramientas por utilizar para la medición de desempeño son diversas tales como:

- Controles de calidad a cada etapa del proyecto que sean periódicos y con alta frecuencia
- Retroalimentación de las distintas partes involucradas en el desarrollo del proyecto
- Utilización de Software colaborativo
- Reuniones periódicas del equipo de trabajo
- Encuestas de satisfacción al usuario final del producto

3.9 Métricas comparativas

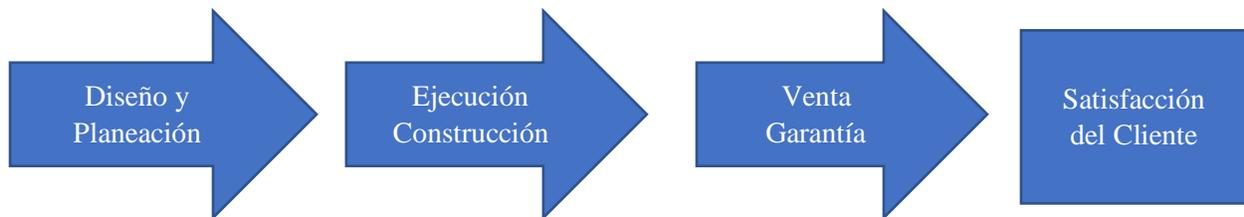
Las métricas son relevantes para la oficina de proyectos ya que tienen una gran importancia de las mediciones para apreciar los progresos y sentar las bases de futuras mejoras en la forma de gestionar, además de esto son grandes herramientas para toda la evaluación de este y determinar en los puntos donde se necesite una retroalimentación u modificación.

Las métricas por utilizar serán comparativas, ya que intentaremos establecer paralelismos entre diferentes proyectos de construcción de densificación previamente seleccionados de la ciudad de Curicó.



Etapas del modelo de control de Proyecto:

Estas métricas serán utilizadas en distintas etapas del proyecto como lo es el diseño/planeación, ejecución/construcción, venta/garantía y finalmente la satisfacción del cliente, donde en cada una de estas etapas tendrá un método distinto de comparación, para así respetar la homogeneidad de la muestra y los datos que finalmente queremos obtener.



Para esta investigación se proponen métricas genéricas que en lo posible podrán ser utilizadas en otros proyectos de construcción, de modo que para organización que desee utilizarla pueda modificarla a su favor y dependiendo de sus requerimientos.

3.9.1 Metodología a utilizar para la implementación de métricas

3.9.1.1 Definición de los objetivos ¿Qué queremos lograr?

Nuestro objetivo principal es la comparación de la constructividad de los distintos proyectos seleccionados y ver su alcance.

3.9.1.2 Definición de metas ¿Cuál es nuestra meta?

Definiremos como meta lograr generar una propuesta de métrica que se pueda utilizar para comparar los distintos proyectos.

3.9.1.3 Definición de métricas ¿Qué métricas utilizaremos?

En este paso como nuestras etapas del proyecto son distintas y cada una de ellas de cierta forma es independiente, la métrica también variará acomodándose al tipo de variable que utilizaremos.

3.9.1.4 Definición de los indicadores ¿Qué tipo de indicadores utilizaremos en la medición?

Aquí se debe definir a través de qué tipo de indicadores o valores, se va a calcular la incidencia del proyecto, frente a la métrica definida.

Objetivo	Meta	Indicador de Seguimiento
Proyecto se guie por constructividad	Lograr que las partidas del proyecto sean bien ejecutadas	Planillas de control de calidad
Proyecto Sustentable	Lograr que los materiales utilizados en la construcción sean sustentables y amigables ecológicamente	Control de compra de materiales
Proyecto sea eficientemente energético	Lograr que los materiales utilizados en la construcción sean sustentables y amigables ecológicamente	Control de compra y confección de materiales
Proyecto con costos optimizados	Lograr que los materiales, maquinarias, y recursos humanos tengan una buena relación precio/costo	Elaboración y control de presupuesto
Proyecto cumpla plazos	Lograr que los plazos establecidos desde el diseño y planeación se cumplan	Elaboración de carta Gantt
Proyecto tenga una alta capacidad de resolución de problemas al instante	Lograr que los distintos participantes del proyecto tengan una buena comunicación y traspaso de información	Utilización de software especializado

3.9.2 Métricas comparativas cualitativas

Para este tipo de métricas utilizaremos un sistema de medición en base a la satisfacción lograda por cada proyecto que será numerada de la siguiente forma:

Valor	Indicador	Descripción
1	Muy bueno	Cumple al 100% con las expectativas del proyecto
2	Bueno	Cumple, pero se podría mejorar
3	Regular	Alcanza las expectativas, pero de una forma deficiente
4	Malo	No cumple con las expectativas
5	Muy Malo	No cumple con nada de lo esperado

- Calidad del Proyecto

Nombre del proyecto	Métrica	¿Cumple con los estándares de calidad internos exigidos? (SI/NO)	¿Cumple con los estándares de calidad externos exigidos? (SI/NO)	Califique
Condominio Jardines del Sur	Cualitativa			
Condominio Cumbres de Curicó	Cualitativa			
Condominio Claros de Rauquén	Cualitativa			
Edificio Vista Madrid	Cualitativa			
Condominio Doña Elisa	Cualitativa			

- Funcionalidad

Nombre del proyecto	Métrica	¿Cumple con la función de habitabilidad para la que fue destinado el proyecto? (SI/NO)	¿Existe alguna variación para lo que fue destinado? (SI/NO)	Califique
Condominio Jardines del Sur	Cualitativa			
Condominio Cumbres de Curicó	Cualitativa			
Condominio Claros de Rauquén	Cualitativa			
Edificio Vista Madrid	Cualitativa			
Condominio Doña Elisa	Cualitativa			

- Cumplimientos con las expectativas de los usuarios

Nombre del proyecto	Métrica	¿El usuario está satisfecho con el resultado? (SI/NO)	¿Existe alguna queja y/o sugerencia? (SI/NO)	Califique
Condominio Jardines del Sur	Cualitativa			
Condominio Cumbres de Curicó	Cualitativa			
Condominio Claros de Rauquén	Cualitativa			
Edificio Vista Madrid	Cualitativa			
Condominio Doña Elisa	Cualitativa			

- Satisfacción de los participantes

Nombre del proyecto	Métrica	¿El equipo de trabajo se encuentra satisfecho con lo realizado? (SI/NO)	¿El equipo de trabajo tiene algún tipo de retroalimentación? (SI/NO)	Califique
Condominio Jardines del Sur	Cualitativa			
Condominio Cumbres de Curicó	Cualitativa			
Condominio Claros de Rauquén	Cualitativa			
Edificio Vista Madrid	Cualitativa			
Condominio Doña Elisa	Cualitativa			

* Estas métricas al ser cualitativas solo se pueden aplicar sobre el producto final del proyecto.

3.9.3 Encuesta para realizar a las constructoras y saber el estado de sus proyectos y como fueron realizados

A	¿De los siguientes Software que se utilizan en Obras, ha usado alguno? (SI / NO)	Respuesta
1	Primavera	
2	Presto	
3	Project	
4	notrasnoches	
5	BIM 360	
6	Revit	
7	Sketchup	
8	Ninguno de los anteriores	

B	De las siguientes Iniciativas para la construcción sustentable, preparadas por el gobierno ¿A escuchado de alguna de ellas? (SI/NO)	Respuesta
1	Estrategia de construcción sustentable para la edificación e infraestructura	
2	Código de construcción sustentable para viviendas (CCSV)	
3	Construye Solar, vivienda económica	
4	Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile (ECSV)	

5	Diseño y certificación de vivienda sustentable	
C	De la siguiente lista de materiales prefabricados, ¿Ha utilizado alguno? (SI/NO)	Respuesta
	Materiales prefabricados Obra Gruesa	
1	Losas Alveolares Prefabricadas	
2	Placas Alveolares Prefabricadas	
3	Viguetas Pretensadas	
4	Prelosa Pretensadas	
5	Postes Pretensados	
6	Muros Prefabricados	
7	Escaleras Prefabricadas	
8	Puentes prefabricados	
9	Pilares Prefabricados	
10	Losas Nervadas	
11	Paneles Nervados	
12	Paneles arquitectónicos	
13	Celosías	
	Materiales prefabricados Terminaciones	
1	Muebles	
2	Fontanería	
3	Revestimiento	
4	Aislación	
5	Calefacción	

D	¿Cantidad de personal que trabaja por etapas? (Aprox)	Respuesta
1	Diseño y Planeación:	
2	Ejecución y Construcción	
3	Albañilería:	
4	Gasfitería:	
5	Agua Potable y Alcantarillado:	
6	Carpintería:	
7	Hormigonado:	
8	Enfierradura:	
9	Áreas verdes:	
10	Terminaciones:	
11	Control de Calidad y posventa:	

E	¿Se realizaron obras in-situ? Si su respuesta es Si marque las señaladas a continuación	Respuesta
	Si / No	
1	Fundaciones	
2	Cimientos	
3	Sobrecimiento	
4	Radier	
5	Losa	
6	Sobre losa	
7	Vigas	
8	Viguetas	
9	Rampas	
10	Escaleras	
11	Muros	
12	Cubierta	

F	¿Utilizan algún tipo de automatización o domótica en la construcción? SI/NO	Respuesta
	Si / No	
	Si su respuesta fue Si, ¿Cuál utilizo?	
G	¿El proyecto fue realizado en los plazos propuesto en el diseño? (SI/NO)	Respuesta
	Si / No	
	Si no es así ¿Cuánto fue el tiempo de retraso del proyecto? (En días)	
	Si no es así ¿Cuánto fue el tiempo de adelanto del proyecto? (En días)	
H	¿Se respetó el presupuesto inicial para el proyecto? (SI/NO)	Respuesta
	Si / No	
	Si no es así ¿En qué porcentaje se excedió o se Ahorró? para sobrepasar colocar en (-)	

I	¿Se realizaron controles de calidad para las siguientes partidas?	Respuesta
1	Pruebas eléctricas:	
2	Pruebas de agua Potable y Alcantarillado:	
3	Pruebas de gasfitería:	
4	Conexiones	
	(1) Internet:	
	(2) TV por cable:	

	Preguntas:	Respuesta
J	¿Cuáles fueron los tiempos estimados de construcción por planta solo obra gruesa? (en días)	
K	¿Utilizaron equipos de Construcción energéticamente eficientes? (SI/NO)	
L	¿Existe algún tipo de control o monitoreo del gasto energético en obra? (SI/NO)	
M	¿Tiene algún sistema de minimización del consumo del agua, para evitar pérdidas? (SI/NO)	
N	¿Tiene algún tipo de estrategia de reutilización del agua? (SI/NO)	
O	¿Existe algún tipo de control o supervisión en el uso indiscriminado del agua? (SI/NO)	
P	¿Tiene algún protocolo para la gestión de residuos en la construcción? (SI/NO)	
Q	¿Utilizo algún sistema de minimización de residuos desde el diseño? (SI/NO)	
R	En el diseño de la infraestructura, ¿crearon un sistema especial para la gestión de residuos? (SI/NO)	
S	¿Utilizaron en la construcción del edificio materiales con atributos sustentables? (SI/NO)	
T	¿Tiene algún sistema de control de emisión de CO2 a la atmosfera? (SI/NO)	
U	¿Tiene algún plan de gestión de impacto ambientales en la etapa de construcción? (SI/NO)	
V	¿Tiene algún control y monitoreo de impactos ambientales en la etapa de construcción? (SI/NO)	
X	¿Tiene algún plan de movilidad sustentable para el traslado de materiales? (SI/NO)	
Y	¿Utilizo algún sistema de ahorro energético durante la Construcción? (SI/NO)	

Z	¿En los artefactos instalados en los departamentos, existe alguno que utilice disminuya el requerimiento energético? (SI/NO)	Respuesta
	SI / NO	
1	Termos Solares	
2	Cálifont	
3	Duchas con reducción de caudal	
4	Llaves con filtro ahorradores de agua	
5	Regulador de potencia de luz	
6	Sensores de presencia	

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como parte de los resultados de este trabajo, se diseñó y creó una tabla de Excel con una propuesta de distintas métricas de comparación, para realizar el equivalente entre distintos proyectos de densificación de la ciudad de Curicó, esto para tener una idea de los avances constructivos en cuanto a materiales prefabricados se refiere, además tomando en cuenta las distintas políticas de sustentabilidad que se están implementando hace un par de años en nuestro país.

La tabla de Excel entrega una respuesta en base a los datos ingresados por el usuario en forma de graficas comparativas, además se puede realizar una comparación entre los proyectos propuestos de la ciudad de Curicó, en paralelo a lo planteado en el título de esta memoria, el modelo Singapur.

Como es una propuesta de métrica queda abierta a modificaciones futuras, donde el usuario que quiera utilizarla puede realizar modificaciones a como estime su conveniencia y adaptarla a las condiciones requeridas por cada proyecto.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Día a día vemos avanzar con pasos agigantados las nuevas tecnologías y avances que trae consigo el desarrollo de nuevas propuestas para el sector de la construcción, nuevos procesos constructivos, materiales y maquinarias. Pero junto a esto la responsabilidad que lleva consigo la construcción con respecto al medio ambiente ha ido en aumento, y nuestros gobiernos están implementando nuevas políticas de sustentabilidad y desarrollo en las cuales debemos poner especial atención al momento de iniciar/planear un nuevo proyecto, junto a esto siempre buscamos maximizar nuestros recursos y minimizar nuestros tiempos de construcción, nuestra llamada ruta crítica del proyecto que la hace intocable, ya que con un solo cambio que la desfavorezca puede influir de forma negativa en los plazos de entrega del proyecto y al final del día termina siendo un dolor de cabeza para los desarrolladores y directores de obra.

Esta propuesta de métricas de comparación para proyectos de densificación es una forma de evaluar el estado actual de los proyectos ya construidos, de forma que sepamos como debemos proceder, o como podemos mejorar en ciertos aspectos de la construcción como lo son los materiales prefabricados y las nuevas políticas de sustentabilidad que se están implementando actualmente en nuestro país, ya que si bien están en su etapa inicial y no son obligatorias aun, es bueno comenzar a utilizarlas ya que se espera que en un futuro sean implementadas obligatoriamente, de esta forma podemos evitar un cambio drástico e invasivo en nuestros sistemas de construcción, que por tantos años no han sufrido muchas variaciones o modificaciones.

Para las empresas siempre es bueno estar a la vanguardia cuando de nuevas tecnologías e innovación hablamos, el área de la ingeniería es eso, ingenio de como podemos proceder ante distintas adversidades y problemáticas que obra tras obra se nos presenta, es por esto que el saber el estado actual de nuestras construcciones frente a nuestros pares es de suma importancia para saber donde estamos parados, cuales son nuestros defectos y fortalezas para poder evaluar los cambios a proceder y que reformas se podrían implementar.

Si bien este sistema de métricas contempla atributos cualitativos de las obras, se espera poder realizar una extensión con atributos cuantitativos que puedan complementar la información que servirá de apoyo a las posibles nuevas reformas en cuanto a materiales prefabricados y políticas de sustentabilidad se trate en obra, de esta mismas forma una buena recomendación para una futura modificación, seria utilizar las métricas de una forma predictiva, antes de empezar el proyecto y no como un sistema de comparación frente a otros países u obras de nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- Campero M., Alarcón Luis. F., *Administración de Proyectos Civiles* (2da Edición). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Serpell B. Alfredo. *Administración de Operaciones de Construcción* (2da Edición) Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Serpell B. Alfredo y Alarcón Luis F. *Planificación y Control de Proyectos* (2001). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Tamayo, M. & Tamayo. *El Proceso de la Investigación Científica* (4ta. Edición). México: Editorial Limusa, S.A.
- República de Chile, Decreto con fuerza de Ley N°345 (1931)
- República de Chile, Ley General de Urbanismo y Construcciones, Art. 70 (1975)
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU, Política Nacional de Desarrollo Urbano (2014). Vol. 4
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU, Decreto con fuerza de Ley 458 (1975)

Revistas y Documentos:

- Innocenti D., Mora P. y Fulgueiras M., Equipo ProUrbana del Centro de Políticas Públicas UC, (2014) Documento para Lincoln Institute of Land Policy, ¿Densificación como vía para conciliar negocio inmobiliario e integración social? El caso de la comuna de Santiago de Chile.
- Ilustre Municipalidad de Curicó, 2017, Actualización Plan de Desarrollo Comunal Curicó (PLADECO) 2017-2024.
- Ilustre Municipalidad de Curicó, Ordenanza Local – Plan Regulador Comunal de Curicó
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Secretaria Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, Región del Maule, Memoria Explicativa – Plan Regulador Comunal de Curicó.

- Comisión de Vivienda, fundación Jaime Guzmán FJG, Boletín N.º 8493-14, Proyecto de Ley que modifica la Ley General de Urbanismo y Construcciones y Leyes complementarias, para establecer un sistema- de aportes al espacio público aplicable a los proyectos de construcción.
- International Enterprises Singapur, 2019, Soluciones Urbanas.
- Programa estratégico Nacional Productividad y Construcción sustentable Construye 2025, agosto 2016, Informe final Profundización de iniciativas de la hoja de ruta para su implementación, Iniciativa Industrialización y Prefabricación.
- Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, octubre 2018, Prefabricación en Chile N.º 70
- Construye Sustentable Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Resumen ejecutivo Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile.

Páginas WEB:

- Construction Industry Institute CII
URL: <https://www.construction-institute.org/>
- Garriga A. Métricas en la gestión de proyectos is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License
URL: <https://www.rekursosenprojectmanagement.com/metricas-en-la-gestion-proyectos/>
- Pérez A. 7 Métricas que todo Project Manager debería medir, Negotiation y Conflicts, PMP/CAPM, Project Management Institute (PMI).
URL: <http://www.ceolevel.com/7-metricas-que-todo-project-manager-deberia-medir>
- Siemens S.A. Planificación Urbana Sostenible: el caso de Singapur 2012
URL: <https://ciudadesdelfuturo.es/planificacion-urbana-sostenible-el-caso-de-singapur.php>
- Davison G y Wei Ping A. Singapur, Un enfoque pragmático para el medio ambiente y la calidad de vida.
URL: <https://ciudadesostenibles.es/panoramica/singapur>

ANEXOS

- Documento Excel:
 1. Propuesta de Métrica
 2. Entrevista Individual