



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA DE POSTGRADO
PROGRAMA DE MAGISTER EN URBANISMO

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN URBANISMO

**Incidencia del Plan Regulador Comunal en la
formación de Zonas Climáticas Locales. Caso de
Ciudad de Melipilla**

AUTOR

LORENA PAZ MONDACA GUAJARDO

PROFESOR GUÍA

LUZ ALICIA CÁRDENAS JIRÓN

Santiago, enero de 2019

A mi abuelo Pilo

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Chile, especialmente a la profesora Luz Cárdenas, quien orientó con gran dedicación el presente estudio, ayudándome desde el principio a encausar las ideas y motivaciones. Agradezco inmensamente su labor de consejera y guía teórica, como así también el hecho de regalarme un eje por el cual transitar hacia estudios futuros.

A todos mis amigos y familia que me acompañaron y esperaron durante toda esta travesía.

Finalmente, a Sebastián, mi compañero y apoyo indiscutible. Gracias por estar en todas las circunstancias, por levantarme en los momentos difíciles y celebrar los momentos gratificantes. Por ser parte de todo, dándome cariño, soporte y mucho amor.

Esta tesis fue realizada con financiamiento otorgado por:

Proyecto FONDECYT N°1161809, proyecto en el cual la tesis se enmarca temática y metodológicamente, y donde la Profesora Guía, Luz Alicia Cárdenas, es Co Investigadora. Se agradece a FONDECYT el financiamiento otorgado para su realización.

Beca Conicyt Magister Nacional (CONICYTPFCHA/MagísterNacional/2017 – 22170563), el cual permitió la realización del presente programa de estudios.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN	8
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Generalidades.....	10
1.2. Problema de investigación.....	11
1.3. Preguntas e hipótesis de investigación.....	17
1.3.1. Preguntas de investigación.....	17
1.3.2. Hipótesis.....	17
1.4. Objetivos de la investigación.....	17
1.4.1. General.....	17
1.4.2. Específicos.....	18
2 MARCO TEÓRICO	19
2.1. El ecosistema urbano.....	19
2.2. Climatología Urbana.....	21
2.3. Zonas Climáticas Locales.....	24
2.3.1. Estructura urbana.....	37
2.3.2. Superficie construida (Building plan fraction).....	37
2.3.3. Superficie impermeable (Impervious plan fraction).....	37
2.3.4. Relación de aspecto (Canyon aspect ratio):.....	38
2.3.5. Factor de cielo visible (Sky view factor).....	39
2.3.6. Rugosidad del terreno.....	40
2.3.7. Admitancia térmica del sistema (Thermal admittance of system).....	41
2.3.8. Albedo.....	41
2.3.9. Densidad de flujo de calor antropogénico (Anthropogenic heat flux density).....	42
2.4. El clima y la planificación urbana.....	43
3 METODOLOGÍA	48
3.1. Tipo de estudio.....	48
3.2. Variables y definiciones normativas.....	48
3.3. Descripción de metodología por objetivos.....	50
3.3.1. Descripción del medio físico (mesoescala).....	50
3.3.2. Determinación del escenario de edificación máxima.....	55
3.3.3. Clasificación y análisis de las Zonas Climáticas Locales.....	61
4 RESULTADOS	64
4.1. Antecedentes generales del área de estudio.....	64
4.2. Descripción del medio físico (mesoescala).....	70
4.2.1. Temperatura.....	73
4.2.2. Temperatura superficial del suelo (°C).....	74
4.2.3. Precipitaciones.....	77
4.2.4. Vientos.....	78

4.2.5.	Vegetación	80
4.2.6.	Geomorfología	82
4.3.	Determinación del escenario de edificación máxima	83
4.3.1.	Revisión documental del PRC.....	83
4.3.2.	Definición de unidades básicas de análisis e intersecciones viales de referencia	86
4.3.3.	Determinación del escenario normativo maximizado	89
4.3.4.	Cálculo de Sky View Factor	91
4.4.	Clasificación de Zonas Climáticas Locales según Zonificaciones maximizadas	94
5	CONCLUSIONES	104
6	BIBLIOGRAFÍA	111
	Fuentes citadas.....	111
	Bases de datos	114
7	ANEXOS	115
7.1.	Descripción del medio físico.....	115
7.1.1.	Imágenes falso color Landsat 8	115
7.1.2.	Temperaturas promedio anuales (2017).....	116
7.1.3.	Temperatura media mensual	116
7.1.4.	Transectos de temperaturas superficiales	117
7.1.5.	Precipitación acumulada mensual en mm por estación meteorológica.....	118
7.1.6.	Climograma promedio de área de estudio	119
7.1.7.	Velocidad y dirección del viento.....	119
7.1.8.	Vegetación	120
7.1.9.	Geomorfología	122
7.1.10.	Humedad relativa.....	124
7.2.	Zonificación y Normas Urbanísticas según Uso de suelo del PRC de Melipilla	125
7.2.1.	Zonificación del PRC.....	125
7.2.2.	Normativa que rige el Uso de Suelo Vivienda.....	126
7.2.3.	Normativa que rige el Uso de Suelo Equipamiento.....	127
7.3.	Ficha resumen por Unidad de Análisis.....	129
7.4.	Cartografías complementarias de las Zonas Climáticas Locales	148
7.4.1.	Admitancia térmica del sistema (Jm-2s-1/2K-1).....	148
7.4.2.	Densidad de flujo de calor antropogénico (Wm-2).....	149
7.4.3.	Albedo superficial (porcentaje de radiación reflejada).....	150
7.5.	Formulario de Entrega de Tesis /AFE (Anexo 1).....	151
7.6.	Pauta de Evaluación Informe Tesis.....	153
7.6.1.	Profesor Informante N°1	153
7.6.2.	Profesor Informante N°2	155

CUADRO DE FIGURAS

Figura N° 1. Áreas rurales de la comuna de Melipilla según el Plan Regulador Metropolitano de Santiago.	13
Figura N° 2. Plataforma logística ferropuertaria Región Metropolitana – Región de Valparaíso.	15
Figura N° 3. Subsistemas que componen al Ecosistema urbano.	19
Figura N° 4. Escalas de la climatología urbana.	23
Figura N° 5. Representación esquemática de un domo de polvo sobre una gran ciudad durante una atmósfera en calma.	26
Figura N° 6. Niveles de influencia urbana en la capa de la atmósfera.	26
Figura N° 7. Clasificación de las Local Climate Zones (ZCL).	34
Figura N° 8. Matriz de elementos urbanos utilizada para representar la distribución de edificaciones en áreas urbanas.	37
Figura N° 9. Parámetros usados para describir cobertura urbana y relación de aspecto.	38
Figura N° 10. Patrones de flujo comunes en cañones urbanos.	39
Figura N° 11. Conceptualización de la variable Sky View Factor.	39
Figura N° 12. Relación entre las actividades de la planificación ambiental moderna.	46
Figura N° 13. Ejemplo de cálculo de pendiente de acuerdo con valores de la celda de la imagen raster.	51
Figura N° 14. Diagrama de flujo Método para calcular Temperatura superficial del suelo.	53
Figura N° 15. Proceso de Recorte en Arcgis (a) esquema teórico y (b) esquema basado en insumos específicos.	56
Figura N° 16. Ejemplo de clasificación de la Zona Z4 (A) Uso Equipamiento a ZCL3.	62
Figura N° 17. Área de estudio, ciudad de Melipilla y su hinterland rural.	64
Figura N° 18. Áreas de riesgo según el PRMS.	69
Figura N° 19. Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.	71
Figura N° 20. Manzanas urbanas e hidrografía de Melipilla sobre DEM.	72
Figura N° 21. Temperatura Superficial del Suelo de Melipilla.	75
Figura N° 22. Índice de Vegetación normalizado.	81
Figura N° 23. Extracción de material de cantera en Cerro Sombrero.	82
Figura N° 24. Zonificaciones del Plan Regulador Comunal de Melipilla.	85
Figura N° 25. Unidades básicas de análisis e intersecciones viales de referencia.	88
Figura N° 26. Superficie de las estructuras urbanas respecto al territorio normado.	89
Figura N° 27. Izq: Zona ZCM-1, actualmente Municipalidad. Der: Zona ZCM-1, actualmente Mall Vivo Melipilla.	93
Figura N° 28. Comparación de valores de Sky View Factor para cada unidad de análisis y Uso de suelo.	94
Figura N° 29. Frecuencia de las Unidades de análisis de acuerdo con la Zona Climática Local.	96
Figura N° 30. Superficie (ha por cada Uso de Suelo y Zona Climática Local (LCZ).	96
Figura N° 31. Zonas Climáticas Locales para uso de suelo Vivienda y Equipamiento.	98

CUADRO DE TABLAS

Tabla N° 1. Población, superficie y densidad poblacional por Provincia de la Región Metropolitana de Santiago.....	12
Tabla N° 2. Superficie normada por el PRMS en lo rural.....	12
Tabla N° 3. Escalas de trabajo de la climatología urbana.....	24
Tabla N° 4. Relación entre isla de calor y urbanización.....	30
Tabla N° 5. Clasificación de la rugosidad de Davenport revisada por Wieringa et al (2001).....	32
Tabla N° 6. Propiedades típicas encontradas en las Zonas Climáticas Locales (parte A).....	35
Tabla N° 7. Propiedades típicas encontradas en las Zonas Climáticas Locales (parte B).....	36
Tabla N° 8. Clasificación de Davenport y su correspondencia con Zonas Climáticas Locales.....	41
Tabla N° 9. Valores de reflectividad de varios tipos de superficies.....	42
Tabla N° 10. Angulo máximo de las rasantes.....	49
Tabla N° 11. Rango de días para la selección de imagen satelital (mes intermedio) y fecha de la imagen encontrada.....	53
Tabla N° 12. Clasificación de los valores de NDVI.....	54
Tabla N° 13. Ejemplo de matriz de identificación de unidades básicas de análisis.....	57
Tabla N° 14. Ejemplo de matriz de intersecciones de referencia.....	58
Tabla N° 15. Ejemplo de matriz de ancho de vías según unidades de análisis.....	58
Tabla N° 16. Ejemplo de Matriz de síntesis de normativa por zonificación y usos de suelo del PRC.....	59
Tabla N° 17. Ejemplo de Matriz de valores normativos máximos por cada zona y uso.....	60
Tabla N° 18. Ejemplo de resultados de Sky View Factor según Zona y uso de suelo.....	61
Tabla N° 19. Variables del PRC con su correspondiente análogo de las Zonas Climáticas Locales.....	61
Tabla N° 20. Zonas Climáticas Locales según Uso de suelo.....	63
Tabla N° 21. Estaciones meteorológicas dentro del área de estudio y disponibilidad de variables para el año 2017.....	71
Tabla N° 22. Condición sinóptica de las imágenes satelitales seleccionados.....	72
Tabla N° 23. Promedio de las temperaturas mensuales de las estaciones revisadas.....	73
Tabla N° 24. Temperaturas superficiales de acuerdo con transectos.....	76
Tabla N° 25. Plan regulador comunal de Melipilla y sus modificaciones.....	83
Tabla N° 26. Datos de las intersecciones de referencia y Unidades de Análisis.....	87
Tabla N° 27. Valores normativos maximizados para cada unidad de análisis de acuerdo con uso de suelo Vivienda.....	90
Tabla N° 28. Valores normativos maximizados para cada unidad de análisis de acuerdo con uso de suelo Equipamiento.....	91
Tabla N° 29. Sky View factor en las Intersecciones de referencia en uso de suelo vivienda.....	92
Tabla N° 30. Sky View factor en las Intersecciones de referencia en uso de suelo Equipamiento.....	92
Tabla N° 31. Zonas Climáticas Locales de Melipilla.....	95
Tabla N° 32. Características y recomendaciones por cada Zona Climática Local en Melipilla.....	99

RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN

La urbanización trae consigo la expansión urbana y la densificación, y con ello, importantes cambios que implican consecuencias ambientales significativas. El impacto de la ciudad no sólo se remite a la modificación del suelo, sino también a las condiciones climáticas y ambientales, pudiendo elevar las temperaturas, afectar los patrones de las precipitaciones y de los vientos, generando un mosaico de paisajes climáticos al interior de una urbe. Es por esta razón, que el estudio de los vínculos existentes entre clima y ciudad se muestra como una forma de buscar relaciones para hacer frente a las preocupaciones referidas al cambio climático y al crecimiento poblacional, siendo importante el entenderlas para poder construir mejores ciudades que provean calidad de vida para sus habitantes. En ese sentido, la planificación podría jugar un rol importante en el establecimiento de criterios normativos que permitan propiciar mejores climas locales, intentando reconciliar el bienestar social, el crecimiento urbano y la protección de los recursos ambientales.

Actualmente, la ciudad de Melipilla pertenece a la provincia menos poblada de la Región Metropolitana y la que dispone de más recursos naturales y agrícolas. Paralelamente, proyectos de desarrollo territorial configuran a esta urbe como un enclave importante que podría significar un aumento en la demanda de suelo. Esta situación configura una oportunidad de desarrollar mejores instrumentos de planificación que equilibren lo urbanizado con el entorno.

En ese sentido, la tesis propuesta tiene como objetivo la simulación de edificación máxima permitida en las manzanas urbanas en base a los criterios normativos del Plan Regulador Comunal, específicamente altura máxima, ancho de vías y porcentaje de ocupación de suelo, y con ello la clasificación de las zonas de acuerdo con la metodología de Stewart y Oke (2012) sobre Zonas Climáticas Locales o *Local Climate Zones*.

Mediante el uso de compendios climáticos, imágenes satelitales y la metodología de Zonas Climáticas Locales, se realizó una previsualización de los efectos climáticos del Plan Regulador Comunal. Los principales resultados indican que para los usos de suelo de Vivienda y Equipamiento gran parte de la ciudad estará configurada con una tipología ZCL2, alta densidad de media altura, seguido de ZCL3, alta densidad de baja altura. Por tanto, el actual instrumento promoverá altas densidades con un fuerte predominio de medias alturas.

Con estas zonificaciones es posible disponer de información climática urbana que permita a los futuros creadores de ciudad tener un marco de referencia para hacer ciudades más sustentables¹ y más resilientes².

Palabras claves

Climatología urbana, Zonas Climáticas Locales, planificación ambiental urbana.

¹ Ciudad sustentable: es aquella donde su población, tanto la que vive como la que labora, mantiene una relación de equilibrio con el entorno natural y construido presentando índices adecuados de calidad de vida, para lo cual trabajan constantemente mejorando el mencionado entorno en el ámbito local, repercutiendo así en el logro de los objetivos del desarrollo sustentable regional y global (Haughton y Hunter, 1994 citado en González & Romero, 2005)

² Resiliencia urbana es la resistencia de un sistema total que absorbe perturbaciones, se adapta a ellas y se organiza para recobrar un equilibrio similar o adquirir uno diferente a la situación previa al desastre (Bertoux & González, 2015)

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

Las ciudades chilenas en el último siglo han experimentado un acelerado proceso de crecimiento espacial, implicando la utilización de suelos naturales y/o agrícolas a cambio de zonas urbanas, generando alteraciones de los ciclos naturales, siendo uno de ellos la modificación del clima local, caracterizado por proveer mayores temperaturas respecto a su entorno no urbanizado. Esto se explica porque la ciudad modifica las características de la atmósfera sobre ella, generando los llamados *climas de niveles limites*, los que se relacionan directamente con los usos y coberturas de los suelos.

Este fenómeno no se presenta de forma contante en el tiempo, mostrando cambios y diferentes intensidades de acuerdo con la posición geográfica donde se emplace la ciudad, la hora, la estación, tipo de clima dominante y las condiciones geomorfológicas. Sin embargo, su estudio cobra importancia al demostrar que existe una fuerte relación entre las condiciones climáticas y la calidad de vida al interior de la ciudad. Los climas urbanos, derivados de la antropización de coberturas naturales, cobran interés en gestionarlos y planificarlos con el fin de mitigar posibles efectos adversos en la medida que afectan la calidad de vida y la salud de las personas.

En ese sentido, la planificación urbana se podría convertir en una importante herramienta territorial, cuyas decisiones y criterios ambientales podrían jugar favorablemente a la calidad ambiental, a la sustentabilidad y a la resiliencia de las ciudades. Por consiguiente, a través del instrumento de planificación se pueden propiciar usos de suelo y diseños urbanos congruentes con la naturaleza, particularmente conscientes de las modificaciones del clima local y con ello contribuir de forma explícita a mantener áreas que orienten la dinámica de la ciudad hacia una mejor calidad ambiental y confort higrotérmico de sus habitantes, y a otra escala, contribuir a responder con las preocupaciones del crecimiento poblacional y el cambio climático.

1.2. *Problema de investigación*

La región Metropolitana de Santiago concentra el 40,4% de la población nacional, alcanzando una densidad de 462 hab/km² (INE, 2018) y un 96,3% de población censada en área urbana. Sin embargo, al revisar a escala provincial la situación cambia drásticamente. La Provincia de Melipilla es la que presenta la menor densidad poblacional dentro de la Región Metropolitana (Tabla N° 1) y es una de las cuales presenta mayor superficie. La Capital provincial es la ciudad de Melipilla, ubicada en el eje de la Autopista del Sol y entre la ciudad de Santiago y San Antonio.

Tabla N° 1. Población, superficie y densidad poblacional por Provincia de la Región Metropolitana de Santiago.

Provincias	Censo (2017)	Superficie (km ²)	Densidad (hab/km ²)
Santiago	5.250.565	2.030	2.586
Cordillera	612.816	5.528	111
Chacabuco	267.553	2.076	129
Melipilla	185.966	4.066	46
Maipo	496.078	1.120	443
Talagante	299.830	582	515

Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2018)

Está compuesta mayoritariamente por terrenos agrícolas y naturales, que proporcionan gran parte de este tipo de suelos a la Región Metropolitana. De acuerdo al Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), el 17% de las áreas de interés agropecuario exclusivo y el 26% de interés silvoagropecuario son de la comuna de Melipilla, al igual que áreas de protección ecológica con desarrollo controlado (24%) y protección primaria (23%), configurando un importante potencial medioambiental como hinterland de la metrópolis de Santiago (Tabla N° 2 y Figura N° 1).

Tabla N° 2. Superficie normada por el PRMS en lo rural.

Nombre área	Región	Provincia		Comuna	
	Superficie (km ²)	Superficie (km ²)	% respecto a la región	Superficie (km ²)	% respecto a la región
Interés Silvoagropecuario Mixto	691,5	442,9	64%	177,6	26%
Recuperación del suelo agrícola	3,8	0,0	0%	0,0	0%
Restringida por Cordones Montañosos	1.099,1	855,6	78%	226,9	21%
Humedales	9,0	0,0	0%	0,0	0%
Interés agropecuario exclusivo	2.367,9	1.081,6	46%	405,8	17%
Preservación ecológica	7.362,5	1,2	0%	0,0	0%
Protección ecológica con Desarrollo controlado	595,7	311,1	52%	144,8	24%
Protección prioritaria	1.542,7	1.263,2	82%	349,2	23%
Rehabilitación ecológica	29,6	0,0	0%	0,0	0%
Total	13.701,9	3.955,7	29%	1.304,3	10%

Fuente: Elaboración propia con información georreferenciadas de Secretaría Ministerial de Vivienda y Urbanismo (2007)

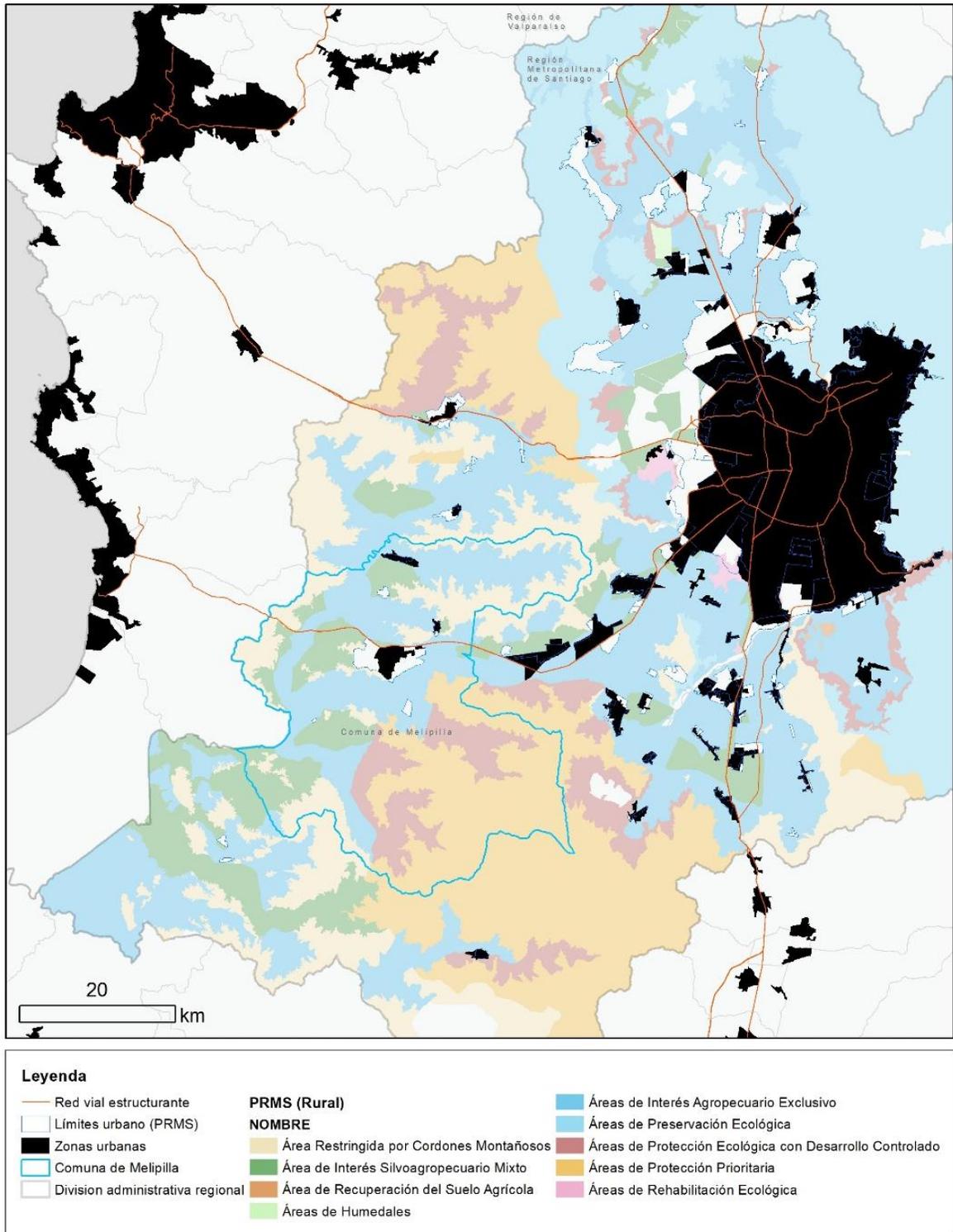


Figura N° 1. Áreas rurales de la comuna de Melipilla según el Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Fuente: Elaboración propia con información georreferenciadas de Secretaria Ministerial de Vivienda y Urbanismo (2007)

Sin embargo, anuncios de iniciativas de desarrollo regional e interregional podrían configurar nuevos escenarios que traerían consigo presiones sobre estos recursos territoriales: proyecto de Servicio Melitrén y Mega Puerto de San Antonio.

El Melitrén o Tren Alameda – Melipilla corresponde a un proyecto de tren de cercanía que conectaría la ciudad de Melipilla con el Gran Santiago, uniendo nueve comunas y siendo operado por Ferrocarriles del Estado. Actualmente, el proyecto se encuentra en etapa de calificación por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Muy relacionado a ello, es el Mega Puerto San Antonio (anunciado por la presidente Michelle Bachelet en enero del 2018) el cual contará con dos frentes de atraque de 1.730 metros de largo cada uno permitiendo atender simultáneamente a ochos naves tipo clase E (397 metros de eslora). En términos de conectividad, se reactivó el proyecto Plataforma Logística Ferroportuaria de Ferrocarriles del Estado (Figura N° 2), el cual otorga conectividad al puerto mediante accesos a la Ruta 78 y a la Carretera de la Fruta y existiendo “un plan de aumento de uso del ferrocarril que permitirá transferir por este modo hasta 40% del total, dotando mayor eficiencia al manejo de carga por tierra” (Publimetro, 2018). El proyecto de infraestructura “considera una primera escala en Melipilla, continuando desde esa comuna a San Antonio, y por otro corredor hacia Valparaíso, en donde llegaría a la Zona de Extensión de Apoyo Logístico

(ZEAL) en la carga, mientras que en pasajeros arribaría a Curauma, vinculándose luego con el Metro de Valparaíso” (Pulso, 2018).



Figura N° 2. Plataforma logística ferroportuaria Región Metropolitana – Región de Valparaíso.
 Fuente: El Mercurio con datos de EFE (2018)

En ese sentido, Melipilla podría estar vinculado en el futuro a un fuerte proceso de desruralización, ligado a las dinámicas de exportación de las actividades silvoagropecuarias de la zona, y a un proceso de urbanización de la ciudad en respuesta al nodo logístico dentro del sistema ferroportuario en el que se transformaría. Ambos procesos, si no son orientados, pueden traer impactos al medio ambiente rural y urbano, afectando directamente el ecosistema de las personas.

Actualmente, Melipilla cuenta con condiciones ambientales relativamente favorables dentro del contexto metropolitano, teniendo grandes superficies de áreas naturales alrededor, cuerpos de agua y cercanía a la costa, proporcionando un clima benigno para sus habitantes. Sin embargo, los beneficios de estos atributos naturales son fácilmente modificables con la morfología urbana.

Bajo ese escenario, por tanto, se debe entender que la calidad ambiental de una ciudad depende en gran medida de su entorno (Fariña, 1998 en Pérez *et al*, 2015) y por tanto, resulta urgente incorporar la dimensión ambiental a la planificación territorial comunal de Melipilla, principalmente dentro de áreas urbanas, lo cual requiere la utilización de nuevas metodologías que promuevan la sustentabilidad y que brinden una oportunidad de diseñar mejores territorios basados en las oportunidades que se lucen en el presente. Una forma de aproximación lo entrega la climatología urbana que permite identificar los efectos de la planificación y los usos del suelo sobre el clima y viceversa, siendo un elemento de análisis que podría servir a los tomadores de decisiones a garantizar calidad ambiental a sus habitantes frente a los cambios territoriales venideros.

1.3. Preguntas e hipótesis de investigación

1.3.1. Preguntas de investigación

¿Los Instrumentos de Planificación Territorial, particularmente el Plan Regulador Comunal, contienen elementos normativos que también sean de tipo climático?. De ser así, ¿es posible previsualizar los efectos que tendrán en el futuro sobre la ciudad?

1.3.2. Hipótesis

Algunos criterios normativos incluidos en el Plan Regulador Comunal, como la altura de las edificaciones, el porcentaje de ocupación de suelo y el ancho de vías, podrían ser comparables con las variables consideradas dentro de la metodología de identificación de Zonas Climáticas Locales de Stewart y Oke (2012), lo que podría colaborar con una previsualización de los efectos climáticos de las morfologías urbanas que se estarían propiciando con el Instrumento de Planificación Territorial.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. General

Simular un escenario de edificación máxima permitida de las manzanas urbanas de la ciudad de Melipilla en base a los criterios normativos del Plan Regulador Comunal, específicamente altura máxima de la edificación, ancho de vías y porcentaje de ocupación de suelo, y con ello clasificar y analizar las zonas de

acuerdo a la metodología de Stewart y Oke (2012) sobre Zonas Climáticas Locales o *Local Climate Zones*.

1.4.2. Específicos

- Describir la ciudad mediante variables del medio físico (mesoescala) tales como geomorfología (pendiente y orientación de laderas), temperatura, precipitaciones, vientos y vegetación.
- Determinar el escenario de edificación máxima por manzana de acuerdo a las condiciones normativas dispuestas en el Plan Regulador Comunal de la ciudad de Melipilla.
- Clasificar y analizar las Zonas Climáticas Locales de la ciudad de Melipilla basándose en las condiciones de edificación máxima por manzana según el PRC.

2 MARCO TEÓRICO

2.1. *El ecosistema urbano*

La ecología urbana es la ciencia de las relaciones entre los organismos vivos, sus comunidades y su entorno abiótico urbano (Sukopp, 1998 en Oke *et al*, 2017:2) intrínsecamente vinculados a un ecosistema y por tanto formados por una población biológica de organismos vivos y elementos abióticos de las ciudades (Figura N° 3). La particularidad es la presencia de personas que hace que el entorno deba ser entendido desde una perspectiva biofísica como cultural, siendo sus diversos atributos estudiados social, política, económicamente y siendo “sus signos externos más obvios los artefactos culturales físicos de un sistema construido como edificios, industrias, carreteras, etc” (Oke *et al*, 2017:2).

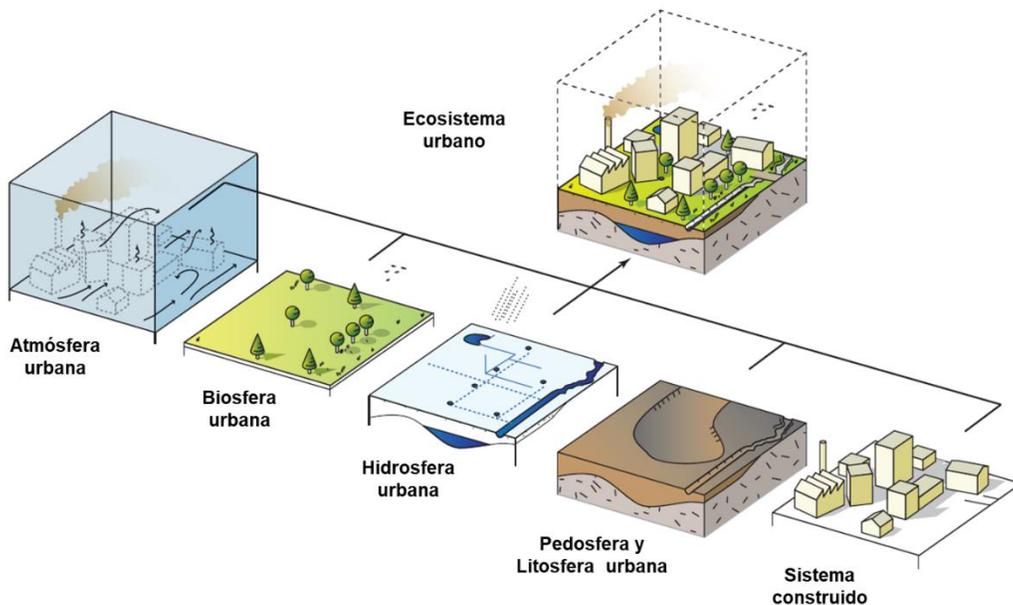


Figura N° 3. Subsistemas que componen al Ecosistema urbano.
Fuente: Modificado a partir de Oke *et al* (2017)

La ciudad, por tanto, es un espacio geográfico, sociocultural y económico, que contiene una dimensión ecológica en su característica de interacción entre elementos bióticos y abióticos, siendo el ser humano la especie más importante en el proceso de construcción y alteración del ecosistema urbano y de la vida natural coexistente (Cárdenas, 2012; Henríquez, 2014; Romero *et al*, 2001). Entendida como ecosistema, la ciudad tiene entradas y salidas de materia y energía requiriendo recursos provenientes de otros ecosistemas, haciendo complejo el entendimiento del límite entre lo construido y lo no construido (Cárdenas, 2012; Henríquez, 2014; Higuera, 2006) puesto que hay una gran variedad de ecosistemas urbanos, “cada uno asociado con diferentes usos de la tierra y grados de manejo o perturbación humanos” proporcionando “un conjunto distinto de hábitats para plantas, vida silvestre y humanos, integrados en una disposición única de elementos abióticos” (Oke, Christen, Voogt, & Mills, 2017:3).

En ese sentido el espectro de ecosistemas urbanos se extiende desde remanentes naturales a ecosistemas altamente gestionados, como son los jardines, cementerios, etc., y hasta sistemas antropogénicos, dominados por el sistema construido, como son las carreteras, estacionamientos, barrios industriales, etc. (Oke *et al*, 2017:3). Los diferentes grados de urbanización transforman el paisaje a ambientes complejos caracterizados por formas, materiales y actividades que son vastamente diferentes al paisaje rural. No es de sorprender que el flujo de energía a y desde el paisaje urbano sea también diferente (Marsh, 1997:320).

El desarrollo urbano puede causar cambios significativos en las condiciones atmosféricas cercanas al suelo. En situaciones extremas, sobre todo en zonas de construcciones altas, estos cambios se pueden extender cientos de metros hacia la atmósfera y son de tal magnitud que producen una variante climática distinta: el clima urbano. Generalmente, el clima urbano es más cálido, menos iluminado, posee menos vientos, es más nublado, más contaminado y a menudo más lluvioso que el clima regional en el cual está situado (Marsh, 1997).

En ese sentido, las ciudades en el futuro requerirán cada vez más recursos y energía del medio ambiente para el funcionamiento de pueblos y ciudades, como así mayores esfuerzos para solucionar los problemas ambientales derivados del proceso, sobre todo en regiones menos desarrolladas (Henríquez, 2014).

2.2. *Climatología Urbana*

El clima es un factor importante del ambiente, que interviene y a su vez es influenciado por una variedad de interacciones entre las diferentes esferas del ecosistema del planeta. Se define como “conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, durante un periodo de tiempo y un lugar o región dada, y controlado por factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático” (Pabón *et al*, 2001:35). Más específicamente, el clima es entendido como “una condición característica de la atmósfera próxima a la superficie terrestre en un lugar, o sobre una región determinada” definiéndose a

partir del promedio de las observaciones del tiempo atmosférico acumuladas sobre series de periodos anuales (Strahler & Strahler, 1994).

Los componentes físicos del clima son muchos, incluyendo cantidades mensurables de radiación, calor sensible, presión barométrica, vientos, humedad relativa y específica, punto de rocío, cobertura y tipo de nubes, niebla, tipo de precipitación e intensidad, evaporación y transpiración, incidencia de borrascas y anticiclones, frecuencia de los movimientos de los frentes (Strahler & Strahler, 1994), etc., los cuales, al ser medidos se convierten en variables climatológicas permitiendo con ello su registro, análisis y obtención de conclusiones sobre el estado actual, pasado y las fluctuaciones a diversas escalas que “alcanzan un orden de magnitud de los procesos atmosféricos y se refieren a la extensión espacial del estudio (Capelli, Piccolo, & Campo de Ferreras, 2005).

De acuerdo a Scheider citado Capelli *et al.* (2005:13) las escalas de estudio en climatología se pueden señalar:

- a) *Macroclimas o Climas zonales*: representan campo de las grandes áreas geográficas, de miles de kilómetros cuadrados de superficie y controladas por la circulación atmosférica general.
- b) *Escala regional*: tienen dimensiones variables entre los 200 y los 2.000 kilómetros donde la circulación atmosférica y el clima son determinados por influencias a gran escala y a menudo exteriores a la región.

- c) *Clima local*: son unidades menores dentro del clima regional y muy ligadas a las condiciones del sitio, como una ciudad, valle o bosque.
- d) *Microclimas*: Climas de capas de aire contiguos a la superficie terrestre y en algunos casos de acentuado confinamiento tal como ocurre en un invernadero, una cueva, una calle, un campo de cultivo, donde los elementos meteorológicos están condicionados en especial por los factores del entorno inmediato antes que por factores locales y regionales.

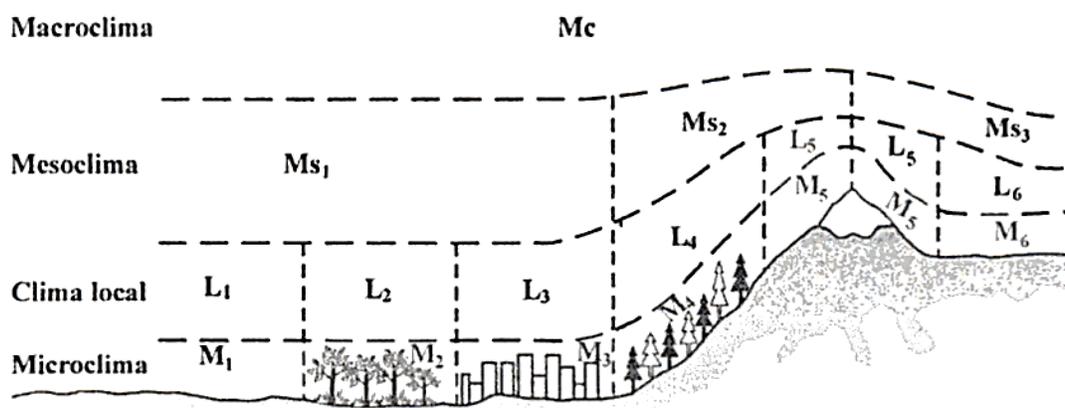


Figura N° 4. Escalas de la climatología urbana.
Fuente: Sacado de Capelli *et al* (2005)

Al revisar otros autores, como Oke (1987) y Pédelaborde (1970), se pueden comparar los rangos de extensión espacial que señalan éstos para los estudios de clima:

Tabla N° 3. Escalas de trabajo de la climatología urbana

Escala	Pédelaborde (1970)	Oke (1987)	Yoshino (1975)	
			Distribución horizontal	Distribución vertical
Clima zona o Macro clima	Circulación planetaria	200 km a 100.000 km	200 km a 50.000 km	1 m a 100 km
Clima regional o meso clima	Factores geográficos	10 km a 200 km	1 km a 200 km	1 m a 6.000 m
Clima local	Condiciones de sitio	100 m a 50 km	100 m a 10 km	10 cm a 100 m
Microclima	Diferenciación espacial específica	1 cm a 1.000 m	1 cm a 100 m	1 cm a 10 m

Fuente: Elaboración propia en base a Pédelaborde, Yoshino (citados en Capelli *et al*, 2005) y Oke (1987).

Bajo esa lógica, los climas locales constituyen una de las unidades de análisis más pequeñas dentro de los estudios climáticos, representando una “individualidad del clima regional alterado por condiciones topográficas, proximidad del mar, presencia de masas forestales o intervención del hombre” (Capelli, Piccolo, & Campo de Ferreras, 2005) pudiendo medir y estudiar en periodos relativamente breves de tiempo las dinámicas de los procesos que generan singularidades. En ese sentido, Pédelaborde (1970) es enfático en indicar que primero se debe realizar un estudio de clima regional para luego abordar los climas locales, siguiendo el orden lógico de los fenómenos.

2.3. Zonas Climáticas Locales

La construcción de ciudades ha generado un tipo particular de clima local, el clima urbano, el cual presenta grandes diferencias con el entorno rural o natural que lo rodea. Éste se puede entender como la sumatoria de los cambios micro climáticos surgidos por la alteración del hombre sobre la superficie urbana. Y, la

climatología urbana tiene como propósito explicar las modificaciones del clima surgidas del proceso de urbanización y a la vez proponer espacios climáticamente favorables para futuros asentamientos (Capelli, Piccolo, & Campo de Ferreras, 2005). De acuerdo con Oke *et al* (2017:14) la climatología incluye la descripción cuantitativa de los climas mismos (climatografía), el uso del conocimiento meteorológico para explicar las diferencias climáticas y los fenómenos (climatología física) y el uso de datos climáticos para resolver problemas prácticos (climatología aplicada).

Las características de la atmósfera sobre la ciudad se relacionan directamente con los usos y coberturas de los suelos y que “genera variaciones en las condiciones climáticas de alcance local, destacando las islas de calor, humedad y ventilación” (Romero, 2010). El grado en que cada sitio modifica las condiciones locales es de forma diferenciada y particular para cada área, pero genera “una delgada capa atmosférica en contacto con la superficie que se conoce comúnmente como capa límite” (Capelli, Piccolo, & Campo de Ferreras, 2005) que es la zona donde interactúan la escala regional con la escala local. Respecto a la ciudad, Oke (1987) los cataloga como *boundary layers climates*, donde la estructura general de la atmósfera urbana se puede imaginar como un gran domo centrado sobre el volumen urbano, que se caracteriza por su alto contenido en material particulado, muy eficiente para devolver radiación solar, aumentar la abundancia de nubes y las precipitaciones (Marsh, 1997:326).

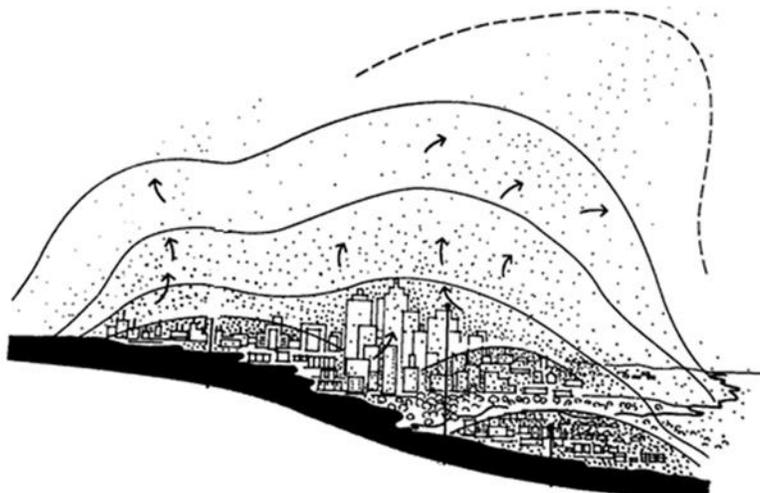


Figura N° 5. Representación esquemática de un domo de polvo sobre una gran ciudad durante una atmósfera en calma.
Fuente: Marsh (1997).

Por tanto, para el estudio del clima local urbano se analiza el comportamiento de los parámetros meteorológicos dentro de la porción de la atmósfera contenida bajo la capa límite de ciudad, definida por la turbulencia que genera la fricción del aire sobre la superficie de la tierra, variando en espesor hora del día y estado del tiempo. Oke (1987:288) indica que durante

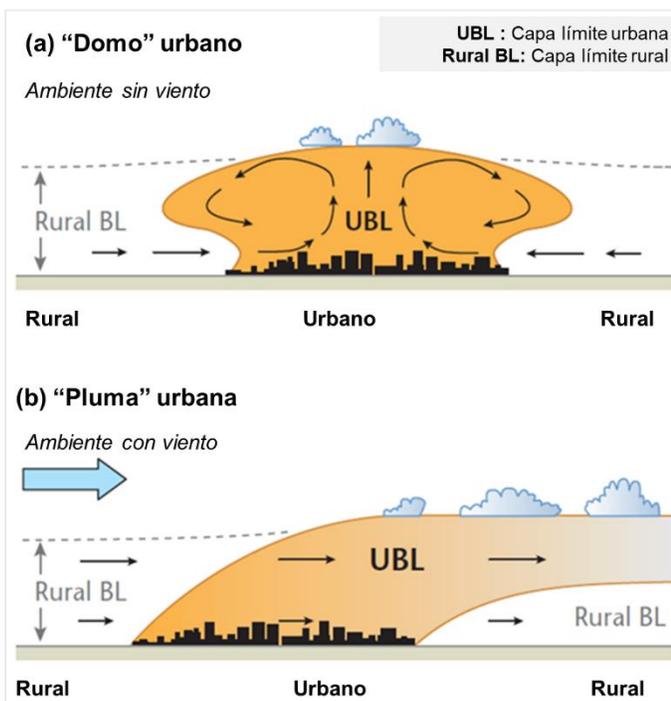


Figura N° 6. Niveles de influencia urbana en la capa de la atmósfera.
Fuente: Modificado a partir de Oke *et al* (2017)

periodos diurnos los procesos radiativos y convectivos extienden la capa límite hasta 1 ó 2 kilómetros de altura, en tanto que, en horas de la noche, éste crece hasta unos 100 metros.

Adicionalmente, Landsberg (citado en Capelli *et al*, 2005:17) indica que generalmente en situaciones sinópticas bien definidas, con alta nubosidad, vientos intensos y precipitaciones, las condiciones locales pasan a un segundo plano. Por el contrario, cuando el estado del tiempo es de cielo claro, sin nubosidad durante el día y la noche, y los vientos son leves, los efectos locales controlan la atmósfera en sus capas más bajas.

Respecto a los cambios que pueden generar la urbanización a los diferentes elementos del clima local se pueden detallar algunos que se han estudiado:

- a) *Efectos sobre la distribución de la humedad relativa*: Dentro de las ciudades se presenta una menor variación espacial que la temperatura y son menos frecuentes de estudiar. La humedad está asociada a la permeabilidad del suelo, al rápido o lento escurrimiento del agua caída y en gran medida al arbolado urbano (Escourrou citado en Capelli *et al*, 2005). Su estudio en conjunto con la temperatura permite establecer índices de confort constituyendo un valor para la planificación de los centros urbanos.
- b) *Modificación del viento regional* por influencia de la rugosidad del suelo, en especial la morfología urbana. Según Oke *et al* (2017:29) la ubicación

geométrica de un elemento y su rugosidad, propiedades de radiación, térmicas y de humedad son de interés, ya que cada uno crea su propio microclima e influencia sobre el entorno al crear vórtices y estelas turbulentas, térmicas o plumas contaminantes y patrones espaciales de temperatura y lluvia en el suelo debido a los efectos de sombra y viento. Por ejemplo, los árboles también crean sus propios microclimas y contribuyen significativamente al entorno estético, acústico, hidrológico y ecológico de las ciudades.

- c) *Aparición de temperaturas más elevadas* en la parte central de las ciudades dando lugar a un núcleo más cálido o isla de calor que decrece hacia la periferia. Las ciudades son fuente permanente de generación de calor debido a las actividades industriales y comerciales que realizan sus habitantes, a los sistemas de calefacción y al uso de vehículos motorizados. Además, durante el día los materiales rígidos absorben y almacenan el flujo de calor en tanto que durante las últimas horas de la tarde y de la noche liberan el calor dando lugar así a una fuente adicional de energía que se incorpora a la atmósfera urbana (Lowry citado en Capelli *et al*, 2005:23).
- d) *Disminución de la evapotranspiración* a causa de la vegetación menos densa y el escaso suelo desnudo, provocando un rápido escurrimiento del agua luego de la lluvia a través de sistemas de alcantarillado, desagües, colectores, lo que elimina el almacenaje de agua y su disponibilidad para

la evaporación desde el suelo. Por tanto, durante las mañanas, la energía solar, que en lo rural es ocupado para evaporar el rocío y derretir las heladas, en lo urbano es absorbido de forma directa por las paredes de los edificios, explicando así porque dentro de las ciudades la humedad relativa es menor que la registrada en la periferia rural.

Diferentes autores se han enfocado en estudiar los climas locales urbanos, partiendo por la dicotomía urbano-rural y sus diferencias. Lowry planteó que un estudio que permitiera identificar el efecto de la urbanización sobre el clima requería de zonas pre-urbanas, indicando con ello una crítica a las metodologías utilizadas en la investigación de las islas de calor urbano (Lowry citado en Gómez, 2014). En 1978, Auer (citado en Gómez, 2014:26) propuso un sistema de clasificación para la ciudad de St. Louis (EE.UU) utilizando para ello criterios de uso de suelo y cubierta vegetal, estableciendo cuatro clases principales: industria pesada, comercial, residencial y metropolitana natural, derivando 12 subclases. Si bien era una buena aproximación al comportamiento de la humedad y la temperatura, éste no lograba explicar la termodinámica y los efectos sinérgicos que ocurrían (Irrázaval citado en Gómez, 2014).

Yamashita afirma que para la elaboración de un modelo de comportamiento del clima de una ciudad no son suficientes la forma y el tamaño de esta, sino que inciden en forma notoria la estructura y la funcionalidad, y diferencia cuatro niveles de influencia en la atmósfera de acuerdo al crecimiento de la ciudad

(Tabla N° 4): En una etapa 0 no hay impacto sobre las condiciones climáticas, pero en la medida que aumenta de 1 a 4 la isla de calor es un fenómeno que surge en las noches de invierno como una constante térmica, pasando a ser un grave problema de tipo socio ambiental (Yamashita citado en Capelli *et al*, 2005).

Tabla N° 4. Relación entre isla de calor y urbanización

Grado de urb.	Flujo de calor del sistema humano	Modificación del sistema natural			Aparición de la isla de calor	Tipo de la isla de calor
		Atmósfera	Superficie terrestre	Suelo		
0	No	Sin cambios	Sin cambios	Sin cambios	No	-
1	Flujo de calor hacia la atmósfera durante las noches de invierno	Pequeños cambios	Cambios	Casi sin cambios	Noche invernal (atmósfera)	Temporal
2	Flujo de calor durante las cuatro estaciones. Especialmente importante en invierno.	Grandes cambios	Grandes modificaciones artificiales	Descenso del nivel de agua subterránea	Invierno y noches de verano (atmósfera)	Almacenaje de calor típico
3	Gran flujo de calor hacia la atmósfera durante las cuatro estaciones	Grandes cambios	Grandes modificaciones artificiales	Gran descenso del nivel de agua subterránea	Día y noche durante las cuatro estaciones (atmósfera), Verano (suelo)	Contaminación térmica típica (atmósfera). Contaminación no térmica típica (suelo)
4	Gran flujo de calor hacia la atmósfera y suelo durante las cuatro estaciones.	Grandes cambios. Extensión de espacios artificiales	Grandes modificaciones artificiales	Gran descenso del nivel de agua subterránea. Gran expansión de espacios artificiales en el suelo	Día y noche durante las cuatro estaciones	Contaminación térmica típica

Fuente: Yamashita, 1991, citado en Capelli *et al* (2005)

A nivel local y de microescala, Ellefsen (citado en Stewart y Oke, 2012:1882) planteó un sistema a escala de barrio, llamada “zonas urbanas de terreno” (UTZ) el cual se basaba en la morfología de las edificaciones, tipo de construcción, características de ventilación, la configuración de la calle, materiales de construcción, por mencionar. Este modelo lo aplicó a diez ciudades norteamericanas como Boston, Baltimore y Atlanta. Son cuatro categorías principales: Áreas no urbanas, construcciones unidas, construcciones poca

distancias y construcciones separadas, de las cuales surgen 17 subtipos según su función.

Por otro lado, Davenport *et al* (2000) estableció otra clasificación del paisaje urbano en función de la estructura de la ciudad. Parte de la base de una serie de mediciones realizadas por diferentes investigadores de paisaje que observaron las relaciones existentes entre la rugosidad del terreno y las turbulencias del viento que se podrían producir, entendida por Wieringa *et al* (2001) como la capacidad que tiene una superficie para convertir la energía del viento que fluye sobre ella, en movimiento turbulento.

Para la obtención de la rugosidad (o longitud de rugosidad aerodinámica, Z_0) se considera la elevación sobre la superficie del suelo en donde la velocidad del viento tiende a cero por efecto de los elementos rugosos (Gaona, Balcázar, & Jaime, 2015).

Más tarde, Wieringa *et al* (2001) revisó la clasificación, resultando en ocho clases que van desde los paisajes más abiertos (menos rugosos) hasta los más cerrados (Tabla N° 5), pudiendo aplicarse tanto a medios naturales como a medios urbanos, evaluando estructuras y no superficies (Irrázaval, 2011 en Gómez, 2014).

Tabla N° 5. Clasificación de la rugosidad de Davenport revisada por Wieringa et al (2001).

Clases	Rugosidad	Rasgos del paisaje
Superficies acuáticas	0,002	Aguas abiertas (mar, lago, embalse, nieve sobre terreno plano, desiertos, concreto) Varios km sin obstáculos desde el sitio de medición del viento.
Suave	0,005	Superficie sin obstáculo notable y sin vegetación: playas, hielo, pantanos.
Abierto	0,03	Terreno llano con gramíneas o muy poca vegetación. Obstáculos aislados con separación del al menos 50 veces la altura (h)
Aprox. Abierto	0,10	Área cultivada o natural con cobertura vegetal baja, Obstáculos ocasionales (edificaciones o árboles) con distancia de al menos 20 h el obstáculo.
Rugoso	0,25	Área natural o cultivada con cultivos bajos, obstáculos porosos escasos separados por 12 h o 15 h, o con objetos sólidos (edificaciones) distancia de 8h a 12 h.
Muy rugoso	0,5	Zona de cultivos intensos con obstáculos en grupos (granja, bosque), etc., separados por 8 h; plantaciones, frutales, bosques jóvenes, zonas urbanas de baja altura con separación de 3 a 4 edificaciones y sin arboles altos.
Cerrado o Skimming	1,0	Zonas con obstáculos altos de altura similares y separación de igual distancia que la altura, como bosques adultos y zonas urbanas densas.
Caótico	>= 2	Centros de las ciudades con mezcla de edificaciones de alturas diversas, bosques de altura irregular con zonas deforestadas.

Fuente: Guevara (2013)

Por otra parte, Oke (1987:291) señala que los efectos de las islas de calor urbano están directamente relacionados con la cantidad de población que vive dentro de la ciudad debido a las diferencias entre lo urbano y lo rural, pudiendo asociar “comportamientos térmicos a determinadas coberturas del suelo, principalmente el efecto de regulador térmico de áreas verdes” (Weng *et al* citado en Picone, 2014). En ese sentido, Stewart y Oke (2012) desarrollaron una nueva metodología de clasificación de climas locales que permitiría mejorar la comparación de trabajos de climas urbano entre diferentes ciudades.

Estas tipologías, denominadas Zonas Climáticas Locales (en inglés *Local Climate Zones*) se basan en diferentes criterios que se sabe que ejercen control sobre aspectos de los climas locales y en microclimas, tales como el viento, la temperatura y la humedad. Estos elementos de control climático se expresan a través de propiedades comunes a todas las zonas que describen la

impermeabilidad, la rugosidad, el comportamiento térmico y el uso de energía y agua, y permite agrupar de acuerdo con su capacidad aproximada para modificar los climas locales dado determinado tejido urbano, cobertura de suelo, estructura y metabolismo típico (Oke *et al*, 2017). Los autores diseñaron esta clasificación a partir de una muestra representativa de 180 estudios en un periodo de tiempo desde 1950 a 2007 (Gómez, 2014).

En ese sentido, el sistema de clasificación consta de dos grandes series, lo construido y lo natural obteniendo 17 tipos (Figura N° 7). Las zonas construidas tienen por definición por lo menos un 25% de la cubierta impermeable, y en contraposición, la serie natural si bien más pequeña es climatológicamente más sensible a las condiciones de humedad o sequedad debido a su alto porcentaje de cubierta permeable, pudiendo diferenciarse aún más por criterios de humedad superficial (Gómez, 2014). Por otra parte, cada una de estas clases está basada en la capacidad de modificación del clima local debido a la combinación de elementos como la temperatura, la rugosidad, humedad, *Sky View Factor* y condiciones antropogénicas.

El esquema de Stewart y Oke es una propuesta universal que permite la captura de la continuidad de la superficie, de lo natural o lo construido, pudiendo detectar la magnitud de los efectos del clima urbano, sea una escala local o incluso micro local.

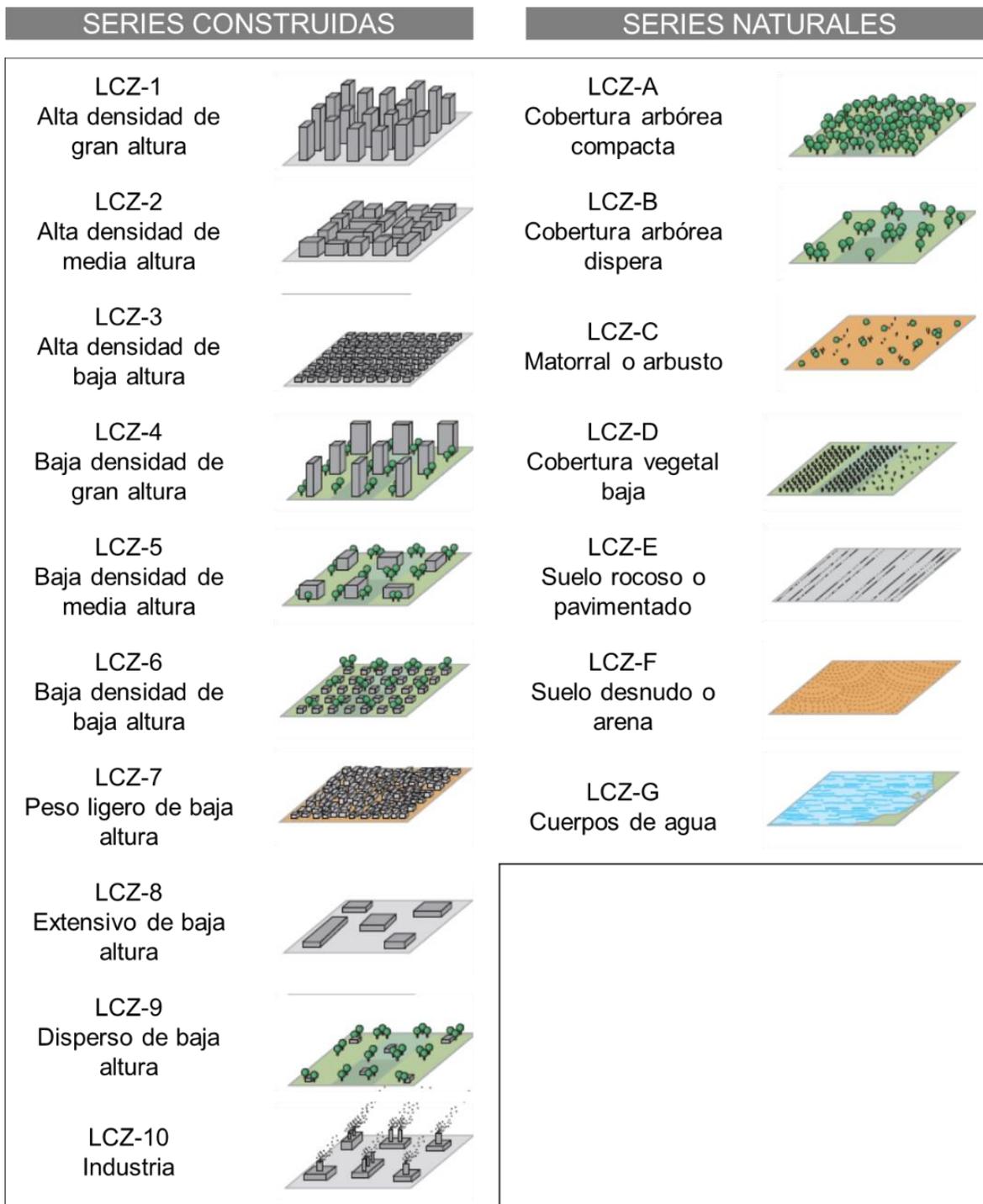


Figura N° 7. Clasificación de las Local Climate Zones (ZCL).
Fuente: Modificado a partir de Stewart y Oke (2012)

La Tabla N° 6 y N°7 reflejan las propiedades generales de las Zonas Climáticas Locales o *Local Climate Zones* de las series construida y natural, variables que los autores explican más en detalle en el artículo “*Local Climate Zones for urban temperature studies*” publicado el 2012 (Stewart & Oke, 2012).

Esta clasificación se suele implementar utilizando criterios objetivos y mensurables que son obtenidos a partir de fotografías aéreas, técnicas de teledetección y mapas, que incluyen mediciones directas de la estructura urbana, tales como la altura de los elementos, que se sabe que es un control crítico de los regímenes de flujo de viento, acceso solar y magnitud de la isla de calor (Oke *et al*, 2017). Sin embargo, los autores también plantean la posibilidad de reemplazar la metodología de clases de uso de suelo (por ejemplo, comercial-residencial-comercial), diseñado para expresar una función urbana, a cambio de la metodología de Zonas Climáticas Locales para estudiar proyectos climáticos urbanos, en su posibilidad de estudiar las propiedades físicas del sitio que ejercen control sobre las respuestas climáticas dentro de la ciudad (Oke *et al*, 2017).

Tabla N° 6. Propiedades típicas encontradas en las Zonas Climáticas Locales (parte A)

Zona Climática Local	Superficie construida	Superficie impermeable	Relación de aspecto H/W	Sky View Factor
ZCL1	40 – 60	40 - 60	> 2	0,2 - 0,4
ZCL2	40 - 70	30 - 50	0,74 - 2	0,3 - 0,6
ZCL3	40 - 70	20 - 50	0,75 - 1,5	0,2 - 0,6
ZCL4	20 - 40	30 - 40	0,75 - 1,25	0,5 - 0,7
ZCL5	20 - 40	30 - 50	0,3 - 0,75	0,5 - 0,8
ZCL6	20 - 40	20 - 50	0,3 - 0,75	0,6 - 0,9
ZCL7	60 - 90	< 20	1 - 2	0,2 - 0,5
ZCL8	30 - 50	40 - 50	0,1 - 0,3	> 0,7
ZCL9	10 - 20	< 20	0,1 - 0,25	> 0,8

Zona Climática Local	Superficie construida	Superficie impermeable	Relación de aspecto H/W	Sky View Factor
ZCL10	20 - 30	20 - 40	0,2 - 0,5	0,6 - 0,9
ZCLA	<10	<10	>1	<0,4
ZCLB	<10	<10	0,25-0,75	0,5-0,8
ZCLC	<10	<10	0,25-1,0	0,7-0,8
ZCLD	<10	<10	<0,1	>0,9
ZCLE	<10	<10	<0,1	>0,9
ZCLF	<10	<10	<0,1	>0,9
ZCLG	<10	<10	<0,1	>0,9

Fuente: Oke *et al* (2017) y Stewart y Oke (2012)

Tabla N° 7. Propiedades típicas encontradas en las Zonas Climáticas Locales (parte B)

Zona Climática Local	Clase de rugosidad del terreno	Altura media de los elementos rugosos	Albedo de superficie	Admitancia térmica del sistema	Densidad de flujo de calor antropogénico
ZCL1	8	> 25	0,10 - 0,20	1.500 – 1.800	50 – 300
ZCL2	6 – 7	10 - 25	0,10 - 0,20	1.500 – 2.200	<75
ZCL3	6	3 - 10	0,10 - 0,20	1.200 – 1.800	<75
ZCL4	7 - 8	> 25	0,12 - 0,25	1.400 – 1.800	<50
ZCL5	5 - 6	10 - 25	0,12 - 0,25	1.400 - 2.000	<25
ZCL6	5 - 6	3 - 10	0,12 - 0,35	1.200 - 1.800	<25
ZCL7	4 - 5	2 - 4	0,15 - 0,35	800 - 1.500	<35
ZCL8	5	3 - 10	0,15 - 0,25	1.200 - 1.800	<50
ZCL9	5 - 6	3 - 10	0,12 - 0,20	1.000 - 1.800	<10
ZCL10	5 - 6	5 - 15	0,12 - 0,50	1.000 - 2.500	>300
ZCLA	8	3 - 30	0,10 - 0,20	Desconocido	0
ZCLB	5 - 6	3 - 15	0,15 - 0,25	1.000 - 1.800	0
ZCLC	4 - 5	<2	0,15 - 0,25	700 - 1.500	0
ZCLD	3 - 4	<1	0,15 - 0,25	1.200- 1.600	0
ZCLE	1 - 2	<0,25	0,15 - 0,25	1.200 - 2.500	0
ZCLF	1 - 2	<0,25	0,20 - 0,35	600 - 1.400	0
ZCLG	1	-	0,02 - 0,10	1.500	0

Fuente: Oke *et al* (2017) y Stewart y Oke (2012)

Particularmente, los autores definen cada variable como se señala a continuación:

2.3.1. Estructura urbana

La organización espacial de los elementos urbanos es importante para el comportamiento de variables climáticas pudiendo ejercer control, por ejemplo, en las rutas del flujo de aire, en la generación de turbulencia en la medida que el viento pasa a través de ellos, etc. Los patrones simplificados de estructuras urbanas incluyen:

- *Alineados*: Elementos ubicados con un espacio aproximado igual y alineados tanto de frente como hacia atrás.
- *Escalonados*: Elementos desplazados de frente hacia atrás y/o de lado a lado.
- *Caóticos o Aleatorios*: Elementos diseminados sin un patrón organizado.

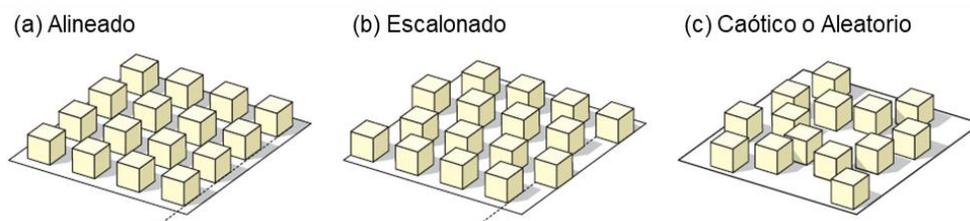


Figura N° 8. Matriz de elementos urbanos utilizada para representar la distribución de edificaciones en áreas urbanas.

Fuente: Traducido de Oke *et al* (2017)

2.3.2. Superficie construida (Building plan fraction)

Corresponde a la fracción del terreno que se encuentra cubierta por edificios (Figura N°9.a).

2.3.3. Superficie impermeable (Impervious plan fraction)

Fracción del terreno que se encuentra cubierta por superficies impermeables (Figura N°9.b) en contraposición de la superficie permeable (Figura N°9.c).

2.3.4. Relación de aspecto (Canyon aspect ratio):

Entendida como la relación entre la altura media de una edificación y el ancho de la calle frente a la misma (ZCL 1 – 7), o bien a la distancia existente entre casas y arboles (ZCL A y G) (Stewart & Oke, 2012:27) (Figura N°9.d).

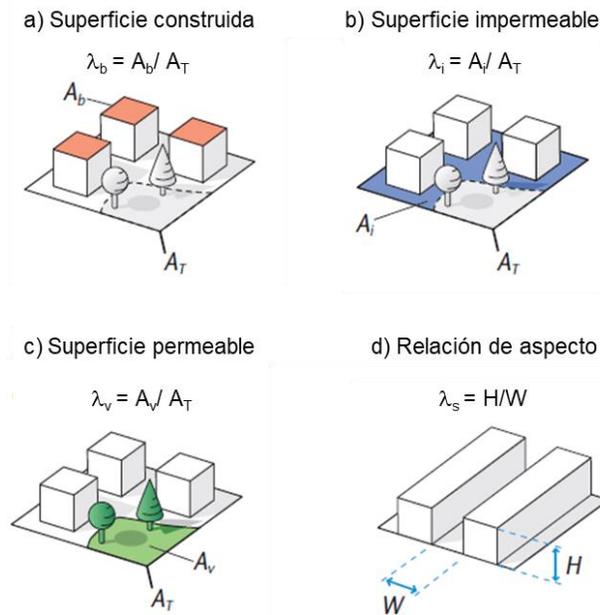


Figura N° 9. Parámetros usados para describir cobertura urbana y relación de aspecto.
 Fuente: Traducido de Oke *et al* (2017)

Esta variable permite comprender los flujos de viento y el efecto sobre la dispersión de los contaminantes del aire. Donde se da la relación $H=W$ y un alto volumen de tráfico se pueden encontrar grandes cantidades de contaminantes debido a la poca mezcla de aire de la atmósfera superior a las edificaciones y al alta de emisión de contaminantes del aire que proporcionan los vehículos (Oke *et al*, 2017:89). Si bien las concentraciones de contaminantes pueden ser variables, la ubicación dentro de un cañón es determinado principalmente por la dirección y la magnitud del flujo de viento.

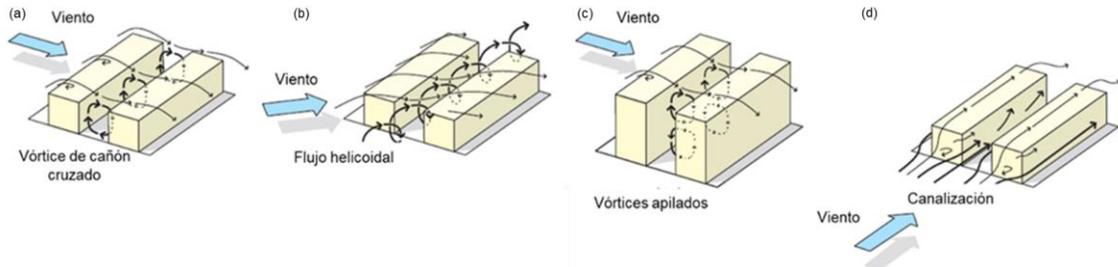


Figura N° 10. Patrones de flujo comunes en cañones urbanos.
Fuente: Oke et al (2017)

2.3.5. Factor de cielo visible (Sky view factor)

La variable *Sky View Factor* (SVF) es una medida tridimensional para un único punto en una superficie. Se define como la cantidad de cielo visible desde un punto P desde nivel de suelo (Figura N° 11) considerando los bloqueos generados por construcciones o elementos como publicidad u arbolado.

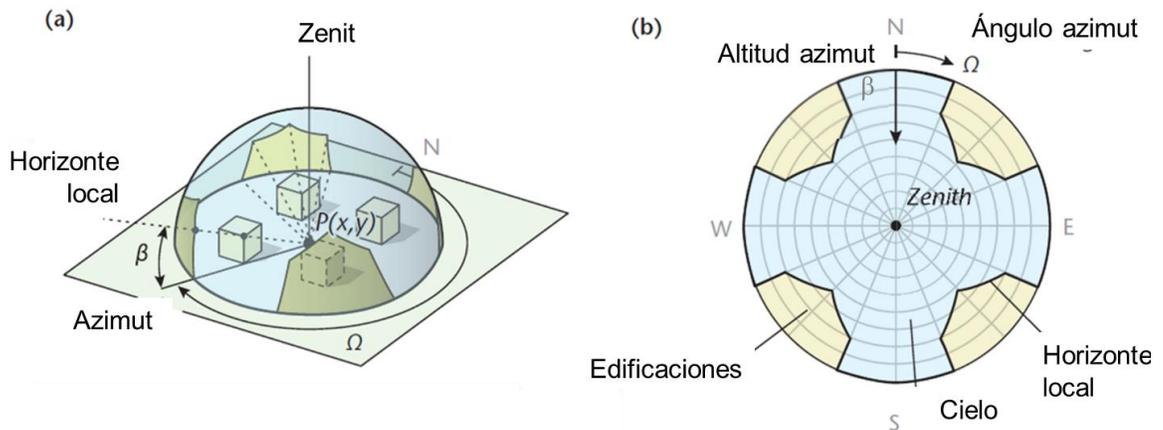


Figura N° 11. Conceptualización de la variable Sky View Factor.
Fuente: Oke, Mills, Christen y Voogt (2017)

En la Figura N° 11, las líneas discontinuas corresponden a las líneas de visión desde el punto P hacia el hemisferio de cielo y los puntos donde las líneas cruzan el borde de una obstrucción. La suma de todos esos puntos define el horizonte local desde el punto P y el círculo exterior, el horizonte teórico para un plano sin

obstrucciones. Por tanto, *Sky View Factor* corresponde a la fracción de la radiación que sale de la superficie y que alcanza el cielo (en color celeste), mientras que el resto es interceptado por las construcciones o arbolado (en color amarillo).

El SVF se hace significativo en la medida que ayuda a los cálculos de radiación, como el acceso solar y el enfriamiento nocturno de los cañones urbanos. Dependiendo de la geometría del cañón y de la cantidad de vegetación, se proporcionarán diferentes horizontes locales. En configuraciones altamente obstruidas el hemisferio suprayacente estará casi completamente protegido por la pared de edificios y arboles adyacentes (Oke *et al*, 2017) otorgando valores cercanos al 0% (porcentaje de cielo visible). Otro factor para considerar es la estación de año, puesto que, dependiendo de la cobertura de hojas de la vegetación, este valor podría variar considerablemente.

2.3.6. *Rugosidad del terreno*

A gran altitud, la superficie del suelo no logra ejercer una influencia significativa sobre el viento, sin embargo, a ras de suelo las velocidades de este se ven afectadas por efecto de la fricción con los elementos del terreno y la influencia del entorno: esto se conoce como rugosidad. Mientras más alto sea el valor se entenderá que mayor será la ralentización del viento. Según la Tabla N° 5 y la clasificación de las Zonas Climáticas Locales, el siguiente cuadro resume la correspondencia de ambas clasificaciones:

Tabla N° 8. Clasificación de Davenport y su correspondencia con Zonas Climáticas Locales

Clase	Clase Davenport	Rugosidad	ZCL correspondiente
1	Superficies acuáticas	0,0002	E, F, G
2	Suave	0,005	E, F
3	Abierto	0,03	D
4	Aprox. Abierto	0,10	7, C, D
5	Rugoso	0,25	5 - 10, B, C
6	Muy rugoso	0,5	2, 3, 5, 6, 9, 10, B
7	Cerrado o <i>Skimming</i>	1,0	2, 4
8	Caótico	>2	1, 4, A

Fuente: Davenport *et al* (2000) citado en Stewart y Oke (2012)

Además, se debe considerar la altura media de los elementos rugosos, entendiendo que esta variable es el promedio geométrico de alturas de construcción (ZCL 1–10) y alturas de árboles / plantas (ZCL: A – F) (m) (Stewart & Oke, 2012).

2.3.7. Admitancia térmica del sistema (*Thermal admittance of system*)

La admitancia térmica corresponde a la propiedad térmica que rige la facilidad con la que un cuerpo acepta o libera calor en su superficie. Los valores registrados en la clasificación de Zonas Climáticas Locales son los valores típicos para cada tipo, variando con la humedad del suelo y la densidad de los materiales (Oke *et al*, 2017), sin embargo, existen pocas estimaciones a escala local en la literatura, por tanto, los valores son subjetivos y solo referenciales (Stewart & Oke, 2012:1887).

2.3.8. Albedo

Corresponde a la relación existente entre la cantidad de radiación solar reflejada por una superficie y la cantidad recibida por la misma, variable que varía según el color de la superficie, la humedad y la rugosidad (Stewart & Oke, 2012:1887).

Respecto a ello, algunos valores de referencia quedan señalados en la tabla siguiente:

Tabla N° 9. Valores de reflectividad de varios tipos de superficies

Superficie	Detalles	Albedo
Suelo	Oscuro y húmedo	0,05 -
	Claro y seco	0,40
Arena	-	0,15 – 0,45
Pastizal	Largo	0,16
	Corto	0,26
Cultivos	-	0,18 – 0,25
Tundra	-	0,18 – 0,25
Bosque	Caduco	0,15 – 0,20
	Conífero	0,05 – 0,15
Agua	Pequeño ángulo de zenit	0,03 – 0,10
	Gran ángulo de zenit	0,10 – 1,0
Nieve	Vieja	0,40 -
	Nueva	0,95
Hielo	Mar	0,30 – 0,45
	Glaciar	0,20 – 0,40
Nubes	Gruesa	0,60 – 0,90
	Delgada	0,30 – 0,50
Edificaciones de concreto	-	0,12
Edificaciones de albañilería	-	0,35
Carreteras	-	0,08

Fuente: Oke (1987); Aktas *et al* (2017).

2.3.9. Densidad de flujo de calor antropogénico (*Anthropogenic heat flux density*)

Corresponde al calor liberado a la atmósfera por un área como resultado de las actividades humanas, por ejemplo, debido al consumo de combustibles o liberada por el consumo de electricidad para actividades humanas como la calefacción y la refrigeración de edificios, o bien la energía utilizada en la vida diaria como la iluminación, calentamiento de agua, funcionamiento de aparatos eléctricos e incluso transporte y procesamiento industrial (Oke *et al*, 2017:27)

También esta variable es una estimación de la energía liberada por el metabolismo de los seres vivos que habitan el sistema urbano.

2.4. *El clima y la planificación urbana*

Los climas urbanos, como representación de las condiciones atmosféricas y la calidad del aire, son generalizaciones que permiten entender flujos e intercambios de materia y energía del paisaje urbano en relación con su entorno próximo, siendo una interesante tarea dentro de la planificación y la gestión ambiental de las ciudades especialmente por las tendencias de crecimiento urbano y los escenarios de cambio climático (Oke, 1984; Stewart y Oke, 2012; Romero y Órdenes, 2003).

La planificación urbana puede contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas que viven en las ciudades, pero siempre y cuando se consideren principios y conceptos de sustentabilidad ambiental, incorporando en su análisis materias disciplinas como la ecología y la climatología, particularmente cuando se deciden nuevas zonas de extensión urbana o nuevas densidades residenciales (Romero *et al*, 2001). La sustentabilidad urbana, por tanto, se concibe como un concepto sistémico, a partir del cual se origina un concepto alternativo de ciudad, en el cual un asentamiento tiene la capacidad de proporcionar en forma duradera y eficiente la energía y los recursos para cumplir con los objetivos que en el subsistema social (bienestar social), espacio físico urbano (calidad físico espacial), económico (productividad) y ecológico (preservación ecológica), que requerirán las generaciones presentes y futuras que habitarán la ciudad (López, 2004). Para que una planificación urbana sea

eficiente ambientalmente, tendría que indicar localizaciones de nuevas áreas de extensión urbana considerando el mejoramiento de las condiciones climáticas al interior de la ciudad a través del énfasis de los efectos que generan los usos, las coberturas y las densidades normadas.

La planificación urbana ha sido el principal mecanismo de “instrumento político para tratar materias de desarrollo, medio ambiente y calidad de vida” (Blowers *et al*, 1997 en Cárdenas, 2012:13), sin embargo, Devas y Rokodi (citados en CEPAL, 1998) indican que la zonificación, que es la esencia de la planificación urbana tradicional y que consiste en separar espacialmente actividades que se entorpecen entre sí, “nos ha conducido a ciudades aquejadas por males profundos y crecientes, siendo económicos, ambientales como sociales” (CEPAL, 1998). Además, con el nuevo orden global y los comportamientos basados en consumo se ha provocado una transformación urbana sin precedentes: creciente ocupación del territorio por una densa malla de carreteras de alta capacidad despliegue de conjuntos residenciales y productivos en las periferias urbanas, mayor alejamiento del binomio residencia-trabajo y aparición de centros comerciales y de ocio ligados al uso del automóvil. Este patrón de desarrollo urbano conlleva un creciente consumo de espacio per cápita para el proceso de urbanización lo que resulta a todas luces insostenible (Cárdenas, 2012; Henríquez, 2014).

Según Marsh, la planificación ambiental es un título general aplicado a las actividades de planificación y de gestión en donde los factores ambientales, más que los sociales, culturales o políticos son consideraciones centrales. La planificación paisajística también es un término utilizado con frecuencia para distinguir las actividades ligadas a áreas como la geografía, arquitectura del paisaje, geomorfología y planificación urbana, muchas de las cuales están estrechamente relacionadas a la ingeniería ambiental y a la salud pública (Marsh, 1997).

En ese sentido, la comprensión científica del papel del medio ambiente en la salud pública proporcionó una base importante para la planificación ambiental. Esta comprensión surgió a través de la documentación de enfermedades ambientalmente sensibles, tales como la malaria, la disentería y la fiebre tifoidea, como también de los impactos humanos sobre los recursos naturales, como el efecto en la calidad del agua a partir de las descargas de aguas residuales (Marsh, 1997:8).

Otro concepto que fuertemente influyó en la planificación ambiental fue el de la conservación, sobre todo en Estados Unidos, Canadá y Reino Unido. En 1970, la planificación del uso de la tierra sensible a conservación adoptó una perspectiva ecológica, asignando usos de suelo de acuerdo a la capacidad de carga, sensibilidad ambiental e idoneidad como hábitat humano (Marsh, 1997). En ese sentido, Ian McHarg promovió de forma significativa la aplicación al

desarrollo comunitario en las décadas de los 60, 70 y 80, estableciendo que la planificación del paisaje era un medio clave para lograr un equilibrio entre el uso de la tierra y el medio ambiente.

En general, el objetivo de la planificación es permitir tomar decisiones sobre el uso de los recursos. En ese sentido, existen tres grandes clases de actividades que conforman a la planificación ambiental moderna según Marsh (1997:14):

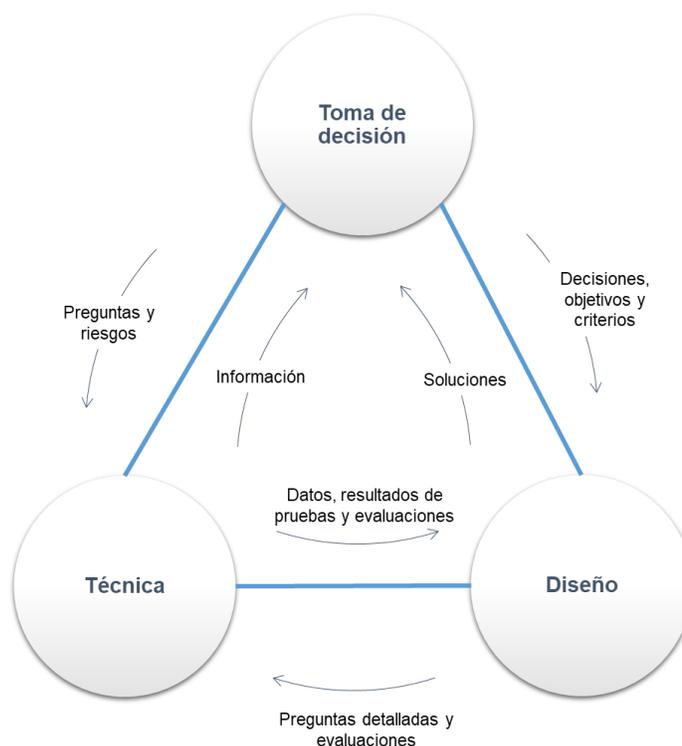


Figura N° 12. Relación entre las actividades de la planificación ambiental moderna.
Fuente: Traducido de Marsh (1997)

a) *Planificación de la toma de decisiones:* Generalmente asociado a un conjunto de organismos formales. Implica construir los métodos y medios para llegar a las decisiones de planificación, la formulación de planes y las instrucciones para llevar a cabo las decisiones. Entre las principales tareas

se encuentran la consolidación de estudios técnicos, la formulación de política, el ajuste de objetivos, la definición de cursos de acción alternativos y la selección de planes.

- b) *Planificación técnica*: Incluye varios procesos y servicios que se utilizan para suplir las actividades de la toma de decisiones y del diseño. Implica la realización de inventarios ambientales, como mapeo de suelos y vegetación, análisis de ingeniería, pruebas de factibilidad de suelo y evaluación de impactos que los diferentes usos de suelo puedes tener en el medio ambiente. La planificación técnica es llevada a cabo por una variedad de especialistas, incluyendo geólogos, ecologistas, hidrólogos, geógrafos, biólogos, economistas, sociólogos, urbanistas, por mencionar.
- c) *Diseño de paisaje*: Implica la configuración de los usos de suelo, sea en papel o mediante software, pudiendo requerir estudios técnicos.

Por lo tanto, en la planificación ambiental moderna no existe un flujo lineal de acciones, sino más bien un circuito interrelacionado. La resolución de un problema de planificación requiera varias iteraciones de este, hasta llegar a un equilibrio entre los responsables de la toma de decisiones, los técnicos y los diseñadores.

3 METODOLOGÍA

3.1. *Tipo de estudio*

El presente estudio se concibe como una investigación de tipo exploratoria-descriptiva, apoyándose en la metodología de identificación de Zonas Climáticas Locales ya utilizada en numerosas ocasiones en diferentes ciudades del mundo, tratando de dilucidar y previsualizar posibles efectos climáticos derivados del actual Instrumento de Planificación Territorial en la ciudad de Melipilla.

Se considera un límite espacial horizontal correspondiente al límite urbano del PRMS y su hinterland rural limitado por accidentes geográficos (cordones montañosos y ríos).

3.2. *Variables y definiciones normativas*

Para desarrollar la presente investigación y la determinación de las Zonas Climáticas Locales se han seleccionado las siguientes variables:

- a) *Altura de edificación*: La distancia vertical expresada en metros, entre suelo natural y un plano paralelo superior al mismo (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1992).
- b) *Calle*: Vía vehicular de cualquier tipo que comunica con otras vías y que comprende tanto las calzadas como las aceras entre dos propiedades

privadas o dos espacios de uso público o entre una propiedad privada y un espacio de uso público (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1992).

- c) *Porcentaje de ocupación de suelo*: Es la relación porcentual entre la superficie edificada determinadas en la forma que más adelante se expresa y la superficie total del predio, descontada de esta última las áreas declaradas de utilidad pública que pudieran afectarlo por disposiciones del Plan Regulador Comunal (Ilustre Municipalidad de Melipilla, 1988).
- d) *Manzana*: Predio o conjunto de predios rodeados de bienes nacionales de uso público (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1992).
- e) *Rasantes*: Recta imaginaria que, mediante un determinado ángulo de inclinación, define la envolvente teórica dentro de la cual puede desarrollarse un proyecto de edificación (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1992). El ángulo máximo de las rasantes con respecto al plano horizontal corresponde al indicado en la siguiente tabla:

Tabla N° 10. Ángulo máximo de las rasantes

Regiones	Ángulo de las rasantes
I a III y XV Región	80°
IV a IX Región y RM	70°
X a XII y XIV Región	60°

Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo (1992)

Para la presente investigación, la rasante permitirá determinar el valor de altura máxima de edificación utilizando de referencia el ancho de la calle frente al predio.

- f) *Uso de suelo*: Conjunto genérico de actividades que el Instrumento de Planificación Territorial admite o restringe en un área predial, para autorizar los destinos de las construcciones o instalaciones (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1992).
- g) *Zona*: Porción de territorio regulado por un Instrumento de Planificación Territorial con iguales condiciones de uso de suelo o edificación.

3.3. *Descripción de metodología por objetivos*

3.3.1. *Descripción del medio físico (mesoescala)*

La teledetección es entendida como “aquella técnica que permite obtener información a distancia de los objetos ubicados en la superficie terrestre (Chuvieco, 2002), usando para ello satélites que captan información de la tierra y que permiten generar diagnósticos y evaluar el estado de determinados recursos territoriales. Por otra parte, los Sistema de Información Geográfica (SIG) permiten “capturar, ingresar, analizar y desplegar información proveniente de sensores remotos, cartografía digital y otros planos y mapas, realizar análisis espaciales y correlacionar variables obtenidas de forma censal o muestral” (Sarricolea, 2008). Para esto, los programas computacionales utilizados como apoyo serán ArcGIS 10.3 y Microsoft Excel.

Para este objetivo se plantea análisis de diferentes variables físicas a una escala de mesoescala utilizando para ellos diversas herramientas que proporciona el software ArcGIS 10.3. Se detallan en los siguientes puntos:

a) *Pendientes del terreno*: Para la obtención de las pendientes del terreno (grados) se utilizará un Modelo Digital de Elevaciones (DEM³), el cual será ingresado como entrada de la herramienta *Slope* de ArcGIS. El algoritmo calcula por cada celda la tasa máxima de cambio de valor respecto a sus celdas vecinas. El resultado es otra imagen ráster que es clasificada de acuerdo con rangos de grados. El estudio de pendientes ayuda a comprender las limitaciones, derivadas de las dificultades técnicas de construcción, evacuación de aguas residuales y tendido de infraestructura (...) entendiendo que con el máximo de detalle el relieve es el primer paso para establecer la localización adecuada de cada uno de los usos urbanos, intentando, en la medida de lo posible, mejorar lo existente en lugares de estropearlo (Higuera, 2006).

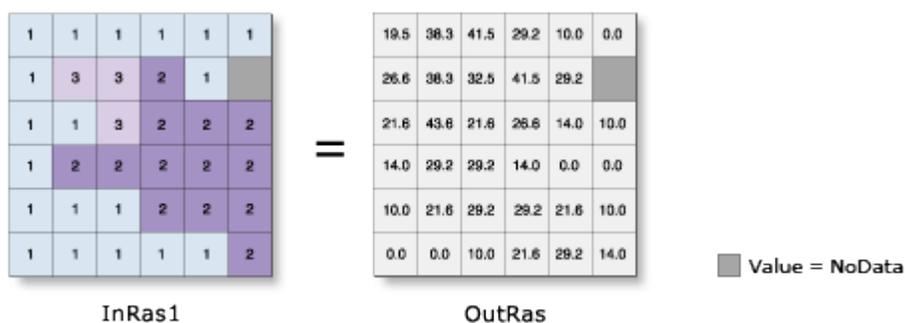


Figura N° 13. Ejemplo de cálculo de pendiente de acuerdo con valores de la celda de la imagen ráster. Fuente: Esri.

³ Un DEM es una representación de ráster (imagen) de una superficie continua, que en general hace referencia a la superficie de la tierra, y que contiene el valor de elevación por cada celda o pixel que contenga.

- b) *Orientación de laderas*: Con el mismo DEM utilizado para el cálculo de pendientes, se empleará la herramienta *Aspect*, la cual identifica la dirección de la pendiente descendente de la tasa de cambio máxima en un valor a partir de cada celda hacia sus vecinas. El resultado es una imagen ráster que otorga direcciones de orientación lo que permitirá generar una descripción referida a las condiciones de asoleamiento de las viviendas y edificaciones. Higuera (2006) indica que de preferencia se dispondrán con la fachada principal orientada hacia el norte, siendo la orientación a media ladera (10% de pendiente) noreste y norte las recomendadas por Olgyay para latitudes templadas.
- c) *Temperatura superficial del suelo*: Se define como la temperatura que se siente cuando se toca la superficie de la tierra con las manos (traducido de Avdan *et al*, 2016). Para la obtención de esta variable se requieren imágenes satelitales multiespectrales, particularmente las bandas 5, 10 y 11. El sensor seleccionado para ello fue Landsat 8 debido a su buena resolución espectral (número de bandas capturadas), resolución espacial (tamaño de píxel equivalente a 30x30 metros) y resolución temporal (frecuencia de paso del satélite por el mismo sitio). Para la selección de las imágenes se estableció el rango de días intermedio a cada estación del año (Tabla N° 11) procurando revisar que la imagen se presentara con nula o escasa nubosidad en el área de estudio.

Tabla N° 11. Rango de días para la selección de imagen satelital (mes intermedio) y fecha de la imagen encontrada.

Mes inicial	Mes Intermedio	Mes final	Estación	Fecha Imagen satelital
21 de diciembre – 21 de enero	21 de enero – 21 de febrero	21 de febrero – 21 de marzo	Verano	18 de febrero 2017
21 de marzo – 21 de abril	21 de abril – 21 de mayo	21 de mayo – 21 de junio	Otoño	09 de mayo 2017
21 de junio – 21 de julio	21 de julio – 21 de agosto	21 de agosto – 21 de septiembre	Invierno	29 de agosto 2017
21 de septiembre – 21 de octubre	21 de octubre – 21 de noviembre	21 de noviembre – 21 de diciembre	Primavera	17 de noviembre 2017

Fuente: Elaboración propia con metadatos de imágenes obtenidos de USGC

Una vez almacenadas las imágenes se procede a aplicar la metodología contenida en el artículo “Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data” de Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016) siguiendo el diagrama de flujo de la Figura N°14. Con ello se obtienen imágenes ráster con información de temperatura (°C) por cada píxel.

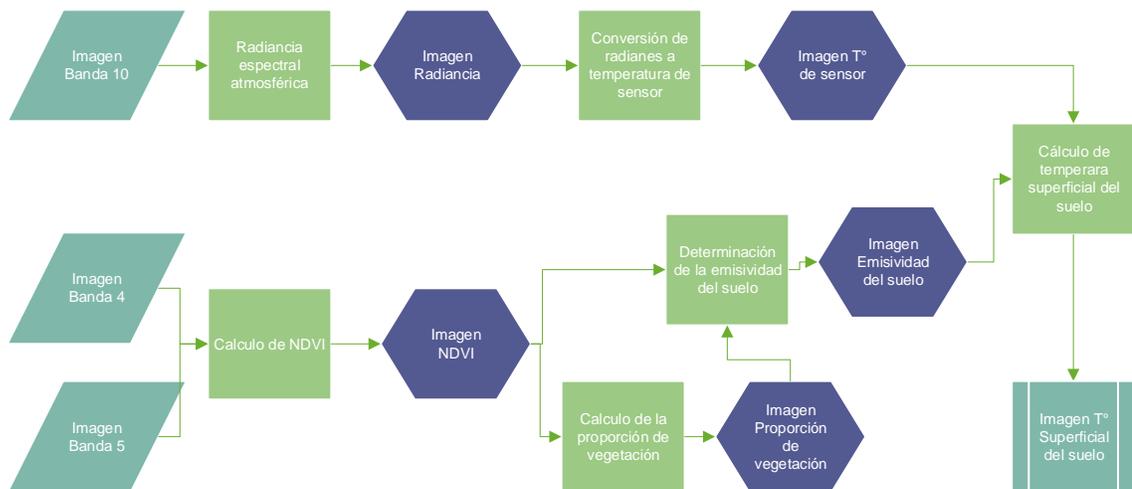


Figura N° 14. Diagrama de flujo Método para calcular Temperatura superficial del suelo. Fuente: Modificado de Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016)

Con las imágenes obtenidas, se realizarán cartografías por cada estación, gráficos de distribución espacial de las Temperaturas y estadísticas básicas.

- d) *Índice de vegetación*: Este índice permite estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación basándose en la intensidad de la radiación de determinadas bandas del espectro electromagnético que la vegetación refleja. Para su cálculo se utiliza la metodología anteriormente descrita para la temperatura superficial del suelo (el NDVI es uno de los productos adicionales de dicha metodología). El resultado es una imagen con rangos del índice que son clasificados de acuerdo con los rangos descritos por Merg *et al* (2011) resumidos en la Tabla N°12. Con los resultados obtenidos para cada estación, se establecerá una descripción con énfasis en las diferencias entre lo urbano y lo rural.

Tabla N° 12. Clasificación de los valores de NDVI.

Clasificación	Valor
Nubes y agua	<0,01
Suelo sin vegetación	0,01 – 0,1
Vegetación ligera	0,1 – 0,2
Vegetación mediana	0,2 – 0,4
Vegetación alta	> 0,4

Fuente: Merg *et al* (2011)

- e) *Precipitaciones, temperatura y vientos*: El estudio de estas variables permite obtener relaciones sobre el efecto de la urbanización sobre las condiciones de mesoclima, pudiendo comparar la situación en el entorno rural y la mancha urbana. Los estudios de temperatura han corroborado que al interior de la ciudad “la distribución espacial de la humedad está

relacionada no sólo con la temperatura sino también con las coberturas de suelo, la permeabilidad, el escurrimiento y la cantidad de vegetación que posea cada espacio (Balling y Brazel, 1987). Por otra parte, las edificaciones dentro de la ciudad generan un efecto de fricción sobre los vientos regionales, disminuyendo su velocidad y aumentando las calmas en el área urbana (Oke, 1987). Respecto a las precipitaciones, Lowry (1998) destaca tres efectos importantes en las áreas urbanas: (1) incremento de las precipitaciones en el centro debido a los movimientos convectivos provocados por la isla de calor, (2) Las edificaciones de altura actúan de barrera en el avance de los frentes, modificando la distribución espacial, generando aumento de precipitaciones en barlovento de los edificios y (3) la concentración de material particulado en suspensión, aumenta la formación de núcleos de condensación y con ello las precipitaciones sobre la ciudad. El estudio de estas variables, mediante la comparación de valores entre las diferentes estaciones meteorológicas dentro del área de estudio, colaboraran a obtener más conclusiones respecto a los efectos climáticos derivados de la urbanización.

3.3.2. Determinación del escenario de edificación máxima

Para determinar el escenario de edificación máxima por manzana de acuerdo con las condiciones normativas dispuestas en el Plan Regulador Comunal de Melipilla se llevarán a cabo cinco pasos:

- a) *Recopilación de información normativa:* Se realizará una búsqueda de documentación relacionada al Plan Regulador Comunal de Melipilla y sus modificaciones, siendo de relevancia la información sobre vialidad, las zonificaciones y las normas específicas de subdivisión predial y de edificación del territorio correspondiente al sector urbano de la ciudad de Melipilla⁴.
- b) *Definición de unidades básicas de análisis:* Una vez recopilados los insumos base de la normativa referente al PRC, se procederá a seleccionar unidades de análisis dentro de la ciudad. Para ello se procederá a realizar un proceso de recorte, mediante el uso del Software *ArcGis*, entre las manzanas urbanas del Censo (2017) y las zonificaciones del PRC obteniendo la zonificación por cada manzana.

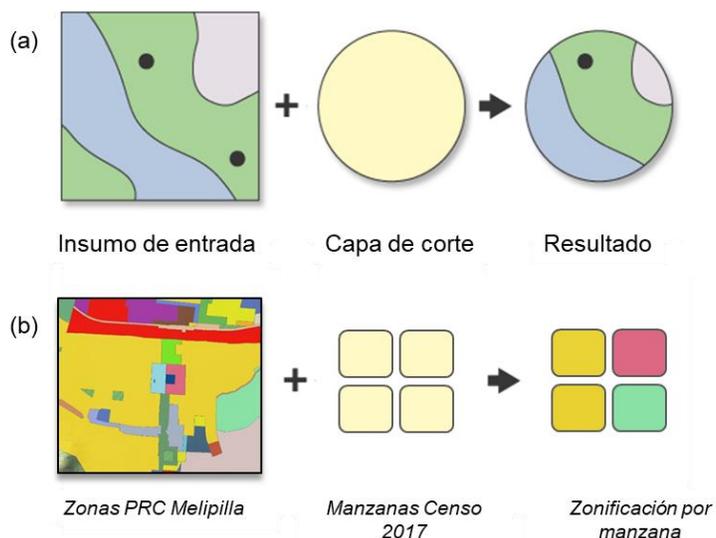


Figura N° 15. Proceso de Recorte en Arcgis (a) esquema teórico y (b) esquema basado en insumos específicos.

Fuente: Esri (2018) y elaboración propia.

⁴ Se excluyen aquellos documentos correspondientes a Plan Seccional de Pomaire.

Luego, a través de la interpretación de la distribución de las manzanas se procederá a clasificar de acuerdo con la estructura urbana utilizando de referencia la Figura N° 8 para su posterior registro en la tabla de atributos de la cobertura “Manzanas urbanas PRC” plasmándose un resultado como el siguiente:

Tabla N° 13. Ejemplo de matriz de identificación de unidades básicas de análisis

ID	Nombre zona	Morfología o Estructura urbana	Par Morfología-Zona (Unidad de Análisis)
1	Z4	Alineado	Z4 (A)
2	Z5-A	Escalonado	Z5-A (E)
3	Z5-A	Caótico o Aleatorio	Z5-A (C)

Fuente: Elaboración propia

c) *Determinación de intersecciones viales de referencia:* Luego, a partir de la visualización en *ArcGIS* de la cobertura “Manzanas urbanas PRC” se procederá a crear una cobertura de puntos en donde se cumpla con los siguientes criterios:

- Se creará un punto representativo por cada Unidad de análisis (par Morfología-Zonificación PRC).
- Dicho punto se ubicará en una intersección de dos calles y/o avenidas de mayor jerarquía vial dentro de la unidad de análisis, garantizando el máximo ancho entre líneas oficiales.
- Si la zonificación no dispone de intersecciones de calles, el punto se localizará en la vía más cercana unidad de análisis (aledaña).

Una vez creada la cobertura de puntos (intersecciones de referencia), se completará la siguiente matriz a partir de la información disponible en los capítulos de vialidad del PRC y sus posteriores modificaciones:

Tabla N° 14. Ejemplo de matriz de intersecciones de referencia

ID Intersección	Vía 1	Ancho vía 1 (m)	Vía 2	Ancho vía 2 (m)
P1	Libertad	16	Arturo Prat	20
P2	Las Torres	30	Juan Gómez	20
P3	Ortuzar	24	Las Torres	30

Fuente: Elaboración propia

Esta información será asociada a cada unidad de análisis (par morfología-zona), quedando como sigue:

Tabla N° 15. Ejemplo de matriz de ancho de vías según unidades de análisis

ID	Nombre zona	Morfología	Par Morfología-Zona (Unidad de Análisis)	ID Intersección	Ancho vía 1 (m)	Ancho vía 2 (m)
1	Z4	Alineado	Z4 (A)	P1	16	20
2	Z5-A	Escalonado	Z5-A (E)	P2	30	20
3	Z5-A	Caótico	Z5-A (C)	P3	24	30

Fuente: Elaboración propia

- d) *Determinación del escenario normativo maximizado:* Con base en la documentación recopilada sobre el PRC vigente se construirá una matriz que sintetice toda la información referida a Usos de suelo, normas de subdivisión predial y edificación, principalmente aquella referida a alturas máximas de edificación, porcentaje de ocupación de suelo y sistemas de agrupamiento. La tabla síntesis será construida como sigue:

Tabla N° 16. Ejemplo de Matriz de síntesis de normativa por zonificación y usos de suelo del PRC

Unidad de Análisis	Vivienda			Equipamiento		
	%de ocupación de suelo	Sist de agrupamiento	Altura máxima de edificación (m) según sist. agrup	%de ocupación de suelo	Sist. de agrupamiento	Altura máxima de edificación (m) según sist. agrup
Z4 (A)	50	Aislada, pareada	A: 8 P: Según rasante	60	Continua	C: 8
Z5-A (E)	60	Aislada	A: 12	60	Continua	C: 12
Z5-A (C)	12	Continua	C: Rasante	70	Aislada	A: 20

Fuente: Elaboración propia.

Como el objetivo de la presente investigación es la simulación y evaluación del instrumento de planificación en términos climáticos, se generará un escenario normativo de máxima edificación que permitirá “estresar” el sistema urbano y con ello ver su comportamiento climático teórico. Para ello se unirán las tablas N° 15 y 16, estableciendo que por cada zonificación y uso de suelo se seleccionarán las situaciones máximas, calculando en los casos que proceda la altura máxima de edificación si es por rasante, considerando para tal caso el ancho de vía máximo establecido en las intersecciones de referencia.

Adicionalmente se calculará la relación de aspecto, definida como la razón entre la altura de edificación por el ancho de vía, utilizando la altura máxima definida en el PRC para cada zona y uso, y el ancho de la vía más grande de la intersección correspondiente.

Tabla N° 17. Ejemplo de Matriz de valores normativos máximos por cada zona y uso.

Unidad de análisis	Ancho de vía mayor (m)	Vivienda				Equipamiento			
		% ocupación de suelo	Sist. de agrupamiento	Altura máxima de edificación (m)	Relación de aspecto	% ocupación de suelo	Sist. de agrupamiento	Altura máxima de edificación (m)	Relación de aspecto
Z4 (A)	20	50	Pareada	12,2	12,2/20	60	Continua	8	8/20
Z5-A (E)	30	60	Aislada	12	12/30	60	Continua	12	12/30
Z5-A (C)	24	12	Continua	14,7	14,7/24	70	Aislada	20	20/24

Fuente: Elaboración propia.

Estas variables se anexarán a la cobertura “Manzanas urbanas PRC” para su visualización y análisis mediante el uso de software *ArcGIS*.

- e) *Calcular Sky View Factor*: Mediante el Software *SkyHelios*⁵, herramienta para climatología aplicada que calcula el *Sky View Factor* y la duración de la luz solar, se determinará el valor de esta variable.

Como insumos de entrada, el *software* solicitará ingresar una cobertura con una variable representativa de la altura de los elementos rugosos, en este caso, la cobertura “Manzanas urbanas PRC” y los valores de altura máxima tanto de Vivienda como de Equipamiento, además se definirán parámetros como altura de la cámara (0 m del suelo), la resolución de grilla (1 x 1 m) y el método de *Sky View Factor* definido por Oke.

Luego, se determinará el valor de SVF para cada intersección de referencia, almacenando esta información y los resultados visuales de este proceso a modo de comparar y analizar posteriormente.

⁵ Software libre diseñado por Matzarakis, A. y Matuschek, O. (2011).

Tabla N° 18. Ejemplo de resultados de Sky View Factor según Zona y uso de suelo.

Unidad de Análisis	ID Intersección	Altura máxima de edificación (m) en Vivienda	Sky View Factor Vivienda	Altura máxima de edificación (m) en Equipamiento	Sky View Factor Equipamiento
Z4 (A)	P1	12,2	0,54	8	0,81
Z5-A (E)	P2	12	0,33	12	0,33
Z5-A (C)	P3	14,7	0,21	20	0,21

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Clasificación y análisis de las Zonas Climáticas Locales

Con la información obtenida en los puntos anteriores, se procederá a clasificar en Zonas Climáticas Locales cada Unidad de análisis y uso de suelo, considerando la siguiente analogía de variables y los valores de la Tabla N° 6 y la Tabla N° 7.

Tabla N° 19. Variables del PRC con su correspondiente análogo de las Zonas Climáticas Locales

Variables máximas de PRC	Zonas Climáticas Locales (Stewart & Oke, 2012)
Altura máxima de edificación	Altura máxima elementos rugosos
Relación de aspecto (H/W)	Relación de aspecto
Porcentaje de máxima ocupación de suelo	Superficie construida
Sky View Factor	Sky View Factor

Fuente: Elaboración propia.

Si bien, el proceso de clasificación podría no ser del todo preciso en la selección de cada Zona Climática Local, se establecen los siguientes supuestos que colaboren con la clasificación:

- *Análisis vertical*: Para cada unidad de análisis se tomarán los valores de cada variable del PRC maximizada y se buscarán los intervalos que contienen dicho valor (color amarillo oro en la Figura N°16). Dada la metodología de Stewart y Oke (2012) se encontrarán varias coincidencias por cada una de las cuatro variables.

- *Análisis horizontal:* Se seleccionarán aquellas Zonas Climáticas Locales que contengan las cuatro coincidencias de valores. De lo contrario se seleccionarán aquellas zonas que contengan tres coincidencias y un valor de relación de aspecto o de altura de elementos rugosos superior, asumiendo que es más probable que se presente una modificación de la normativa que aumente la altura de la edificación, y no del ancho de la calle, por tanto, aumentando el valor de estas dos variables (en color amarillo claro en la Figura N°16). Si no se corresponde a ningún de los casos, se procederá a crear una subclase, basándose en las instrucciones señaladas por los autores de la metodología para estos casos.

Zona	Coficiente de Ocupacion de suelo maximo Vivienda	Relación de aspecto (alto/ancho) Vivienda	Sky view factor Vivienda	Altura maxima Vivienda
Z4 (A) - Equipamiento	50	0,6	0,5	9,8

↓ ↓ ↓ ↓

Local Climate zone	Superficie construida	Relación de aspecto H/W	Sky view factor	Altura media de los elementos rugosos
LCZ1	40 - 60	> 2	0,2 - 0,4	> 25
LCZ2	40 - 70	0,74 - 2	0,3 - 0,6	10 - 25
LCZ3	40 - 70	0,75 - 1,5	0,2 - 0,6	3 - 10
LCZ4	20 - 40	0,75 - 1,25	0,5 - 0,7	> 25
LCZ5	20 - 40	0,3 - 0,75	0,5 - 0,8	10 - 25
LCZ6	20 - 40	0,3 - 0,75	0,6 - 0,9	3 - 10
LCZ7	60 - 90	1 - 2	0,2 - 0,5	2 - 4
LCZ8	30 - 50	0,1 - 0,3	> 0,7	3 - 10
LCZ9	10 - 20	0,1 - 0,25	> 0,8	3 - 10
LCZ10	20 - 30	0,2 - 0,5	0,6 - 0,9	5 - 15

Figura N° 16. Ejemplo de clasificación de la Zona Z4 (A) Uso Equipamiento a ZCL3.
Fuente: Elaboración propia

Una vez clasificadas todas las unidades de análisis se construirá una matriz como la que sigue:

Tabla N° 20. Zonas Climáticas Locales según Uso de suelo

Zona	Vivienda		Equipamiento	
	Zona Climática Local	Observaciones de clasificación	Zona Climática Local	Observaciones de clasificación
Z4 (A)	ZCL3	Relación de aspecto	ZCL2	-
Z5-A (E)	ZCL3	Relación de aspecto	ZCL3	Relación de aspecto
Z5-A (C)	ZCL5	Altura de los elementos rugosos	ZCL9	Relación de aspecto

Fuente: Elaboración propia.

A partir de esta clasificación, se elaborarán cartografías que permitirán describir y analizar el comportamiento de las variables como albedo de superficie, admitancia térmica del sistema y densidad de flujo de calor antropogénico, y que permitirán obtener una previsualización de los efectos climáticos del instrumento de planificación territorial actual de la ciudad de Melipilla.

4 RESULTADOS

4.1. Antecedentes generales del área de estudio

El área de estudio es la ciudad de Melipilla y su hinterland⁶ rural (Figura N°17) Está compuesta de paisajes agrícolas, naturales, y semi-naturales. Y por tratarse de un estudio de climatología urbana, se delimitará el área adyacente a la ciudad utilizando los límites naturales (cordones montañosos, ríos, etc.) y antrópicos (carreteras, puentes, etc.) que rodeen a la

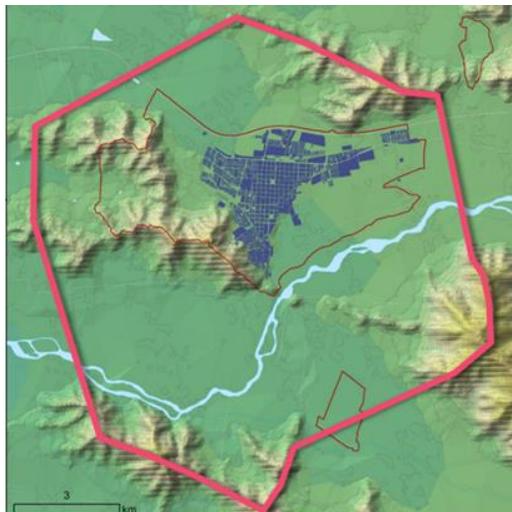


Figura N° 17. Área de estudio, ciudad de Melipilla y su hinterland rural.

Fuente: Elaboración propia

ciudad y a las zonas de extensión proyectadas por el instrumento.

La ciudad de Melipilla es la capital de la provincia de Melipilla y se encuentra ubicada en un punto estratégico de conexión entre dos regiones, cuatro provincias y diez comunas. Se ubica en el límite poniente de la región Metropolitana. De acuerdo con los datos del Censo 2017, la población total de la comuna de Melipilla es de 123.627 habitantes con un total de 43.393 viviendas. La población censada en la ciudad de Melipilla es 53.264 habitantes.

⁶ La palabra es de origen alemán, significa: "tierra posterior" (a una ciudad, un puerto, etc.), en un sentido amplio se refiere a la zona de influencia de un asentamiento.

La Autopista del Sol es la principal carretera que cruza la comuna, conectando a la comuna con el puerto de San Antonio y con la ciudad de Santiago, capital del país. De acuerdo con lo anterior y a las definiciones de ciudad media (*mid-cities*)⁷, Melipilla se define como tal como un centro urbano de importancia regional en el ámbito político administrativo (actuando como capital provincial), funcional, socioeconómico y físico, además del factor poblacional (Hernández, 1989 citado en Henríquez, 2014).

Históricamente, la ciudad de Melipilla se remonta al establecimiento de un grupo indígena llamado “los picones”, procedentes del Aconcagua. Una vez en el territorio, aplicaron sus conocimientos de agricultura, alfarería y técnicas de riego. En 1742, el Gobernador José Antonio Manso de Velasco decretó la fundación de la Villa San José de Logroño, sin embargo, predominó el nombre del cacique aborígen Melipillán, nombre que permanece vigente hasta el día de hoy (Ilustre Municipalidad de Melipilla, s.f). Una vez decretada su fundación, las autoridades comenzaron a cuadricular la ciudad utilizando el sistema de damero español, instalando al centro la plaza mayor, al poniente la iglesia, la casa parroquial, el juzgado, la cárcel, un cuartel de políticas; y al norte y al sur dos grandes avenidas. En 1742, la población alcanzaba unas dos mil personas y en 1778 había 9.700

⁷ Si bien no es una definición consensuada, las ciudades medias se suelen definir de acuerdo con su número de habitantes. Rodríguez y Villa (1998) plantean rangos entre 50.000 y 300.000 habitantes, mientras que Sabatini (1998) plantea un rango entre 50.000 y 1.000.000 de habitantes. Por otra parte, Mertins (2000) indica que una ciudad media debe tener un tamaño y diversidad de funciones como centro de servicios público, privados y de distribución, tamaño del Hinterland, por mencionar algunas características.

habitantes y ya para el censo de 1875 se registra un total de 32.199 (Ilustre Municipalidad de Melipilla, s.f).

Actualmente se encuentra en un proceso de transformación urbana debido a su posicionamiento en el contexto regional, a las necesidades de la comunidad y a las demandas de servicios urbanos, que se traducen en un escenario de crecimiento demográfico y urbano que es necesario conducir.

En términos físicos, Melipilla se inserta aguas abajo del Rio Maipo (orientando de norte a sur por la Cordillera de la Costa) y siendo beneficiada por la brisa marina que logra penetrar a través de este valle. El clima es templado y cálido en Melipilla en términos generales siendo su clasificación del clima de Köppen-Geiger es Csa⁸.

En el marco del proyecto OTAS (Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago) la comuna de Melipilla fue descrita bajo cinco áreas bioclimáticas homogéneas: Melipilla, Serranías Altas, Serranías Bajas y Costeras, Valles y Serranías Costeras y Serranías Interiores de Angostura de Paine (Ubilla, 2007). Estas cinco tipologías tienen en común que (a) pertenecen al grupo Cs según la clasificación de Köppen, siendo templado húmedo con estación seca en verano y (b) respecto al índice de humedad ⁹

⁸ La clasificación climática de Köppen Csa indica 'mediterráneo típico' caracterizándose por proveer veranos secos y calurosos, con temperaturas medias por sobre los 22 °C e inviernos húmedos y lluviosos, con temperaturas suaves.

⁹ El índice de humedad es: IH = PP 3 meses verano o invierno/ETP 3 meses verano o invierno.

respecto del índice de humedad, se tiene para el periodo estival de “0 a 0,99” y para el invernal “mayor a 1”.

Por otra parte, los estudios sugieren que producto del cambio climático se generará un aumento de las temperaturas medio mensuales en 1,5°C y una reducción media anual de las precipitaciones entre un 10% a un 25% debido a la disminución de las precipitaciones invernales (Ilustre Municipalidad de Melipilla, 2016).

Respecto a las condiciones de circulación de aire, hay un confinamiento lateral del aire producido por las cadenas montañosas que configuran la cuenca de Santiago, restringiendo y dificultando la circulación de los vientos y la renovación del aire. Respecto a los vientos locales, éstos tienen una dirección predominantemente de Este a Oeste entre medianoche y medio mediodía, y sentido contrario durante la tarde, explicando su origen en las diferencias de temperaturas provocadas por la absorción de radiación solar en las laderas de los cordones que rodean a la ciudad. Además, la acción del viento disminuye de forma considerable en invierno debido a las bajas temperaturas que mantienen la capa de inversión térmica y dificultando la aireación de la cuenca. Este fenómeno afecta a toda la cuenca de Santiago, inclusive a la ciudad de Melipilla. Sin embargo, no se cuentan con estaciones de monitoreo de calidad del aire por lo cual no se puede determinar los niveles de contaminación. Sin embargo, la comuna de Melipilla se encuentra expuesta a malos olores ligados principalmente

a procesos agro-productivos generando síntomas respiratorios, gastrointestinales e irritación fisiológica, actuando como estresores ambientales a la población expuesta (Ilustre Municipalidad de Melipilla, 2016). De acuerdo con Llop y Bellet (2002, citado en Henríquez, 2014), una de las principales desventajas de las ciudades medias es ser un centro vulnerable a los problemas medioambientales, aunque no presentan la magnitud de las megaciudades, pero por su acelerado crecimiento podrían llegar a tenerlos, con el agravante de no contar con los recursos para afrontarlos a diferencia de las grandes ciudades.

Por otra parte, la ciudad de Melipilla se encuentra expuesta a varias amenazas naturales. El Instrumento de Planificación Regional indica principalmente exposición a inundaciones ligadas a la presencia del Río Maipo (Figura N° 18). Además, de acuerdo con el estudio de Riesgos potenciales de la Región Metropolitana, elaborado por el GORE en el 2003, los asentamientos en Melipilla se encuentran con áreas de alto riesgo natural de deslizamiento, susceptibilidad de incendios forestales, sectores asociadas a zonas palustres o de mal drenaje (debido a acuíferos superficiales).

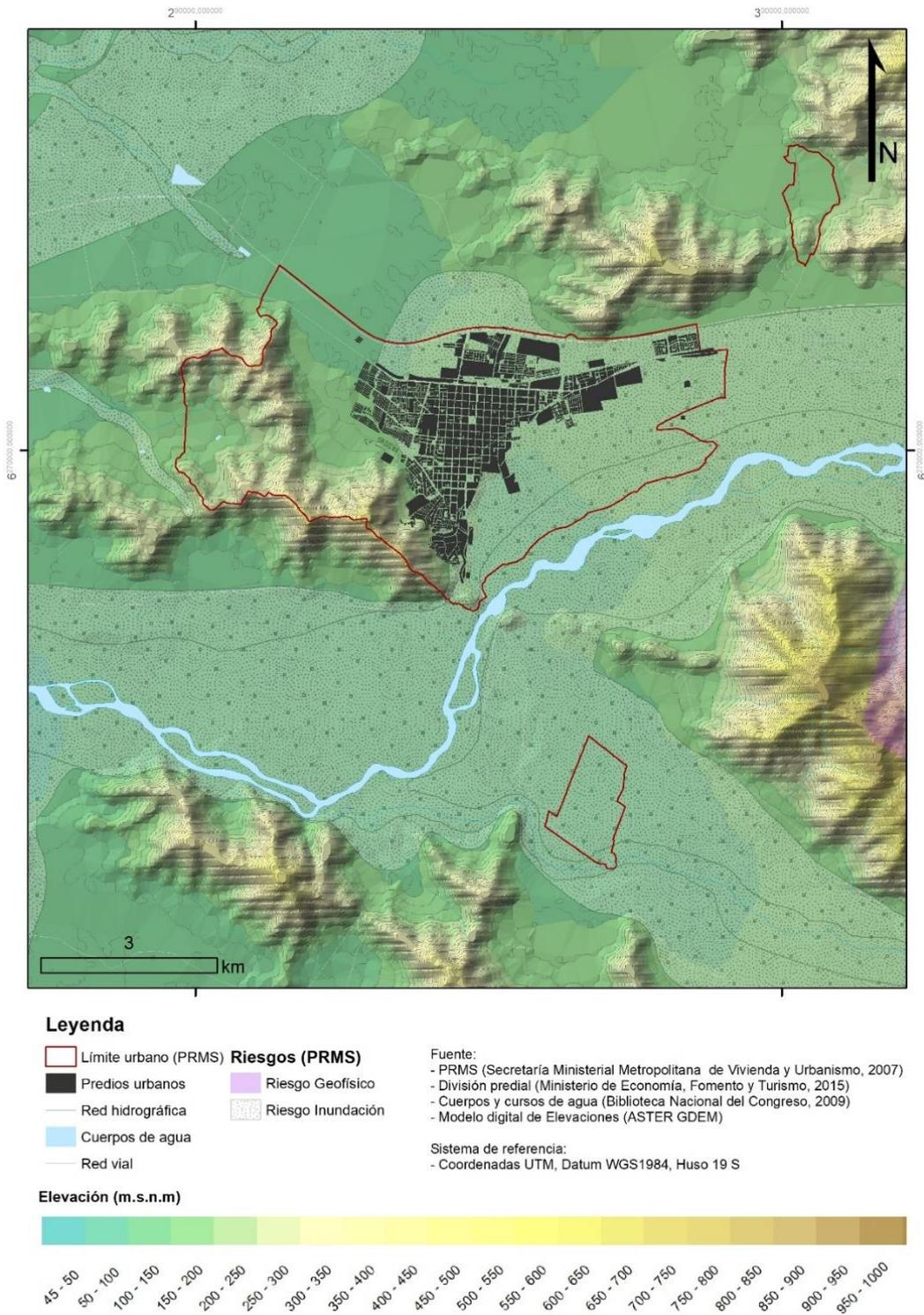


Figura N° 18. Áreas de riesgo según el PRMS

Fuente: Elaboración propia con información georreferenciada de la Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo (2007)

4.2. *Descripción del medio físico (mesoescala)*

En términos generales, el clima de la comuna de Melipilla se caracteriza por una estación lluviosa y bajas temperaturas, abundante niebla (la que se presenta durante las mañanas inclusive en el verano) dada su cercanía a la costa. La estación seca se extiende por unos cinco meses y la cercanía a la costa influye a que las temperaturas no sean tan extremas (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2015). Sin embargo, en climatología urbana esta es sólo una escala de análisis y se requiere una descripción más detallada del comportamiento de las variables climáticas.

Para el primer objetivo de la investigación, se obtuvo información climática proveniente de estaciones meteorológicas, un modelo digital de elevaciones (DEM) de la Región Metropolitana e imágenes satelitales multiespectrales del área de estudio.

Primero, se utilizó la información climática disponible de diferentes estaciones meteorológicas cercanas a la ciudad de Melipilla. Cabe destacar que para el año 2017 la información que cada una de las estaciones recogió fue diferente en términos de variables y cobertura temporal (Tabla N° 21).

Tabla N° 21. Estaciones meteorológicas dentro del área de estudio y disponibilidad de variables para el año 2017.

Nombre estación meteorológica	Propietario	Disponibilidad de datos (meses)			
		T°	Pp	Viento	Otras
Carmen de Las Rosas	DGA	0	7 meses	0	0
Estero Puangue en Ruta 78	DGA	0	7 meses	0	0
Estero Los Guindos	DGA	0	7 meses	0	0
Melipilla	DGA	0	7 meses	0	0
San Diego	Fundación para el Desarrollo Frutícola	12 meses	12 meses	12 meses	Radiación, dirección del viento, mínimas etc.
Mallarauco		12 meses	12 meses	12 meses	
Chocalan (1)		12 meses	12 meses	12 meses	
Chocalán (2)	Vinos de Chile	12 meses	12 meses	12 meses	
Estación Los Panguiles	DGA	7 meses	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de Agroclima y DGA

En la siguiente figura se ilustra la localización de cada una de las estaciones respecto a la ciudad de Melipilla:



Figura N° 19. Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección General Aguas y Agroclima.

Segundo, se obtuvo un modelo digital de elevaciones (DEM) de la región Metropolitana que, mediante el uso de herramientas de análisis SIG, produjo nueva información como las pendientes, orientaciones de ladera, por mencionar.



Figura N° 20. Manzanas urbanas e hidrografía de Melipilla sobre DEM.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, se procedió a trabajar con imágenes satelitales Landsat 8 del 2017 para la obtención de los valores de temperatura superficial y vegetación. Oke *et al* (2017) indica que en condiciones de cielos despejados es cuando las diferencias entre las temperaturas del interior de la ciudad y las de la periferia no urbana llegan a ser mayores. Por lo tanto, primero se revisó la condición sinóptica de las imágenes satelitales¹⁰ por cada estación del año, seleccionando aquella que no presentase nubosidad en Melipilla (Anexo 7.1.1 y Tabla N°22).

Tabla N° 22. Condición sinóptica de las imágenes satelitales seleccionados.

Estación	Fecha	Hora (GMT)	Condición sinóptica
Verano	18 de febrero de 2017	14:33:19	Despejado
Otoño	09 de mayo de 2017	14:32:46	Parcial
Invierno	29 de agosto de 2017	14:33:30	Despejado
Primavera	17 de noviembre de 2017	14:33:38	Despejado

Fuente: Elaboración propia con datos de U.S. Geological Survey (2018)

A partir de estas fuentes de información se realizó la caracterización del área de estudio, describiendo primero las variables climáticas básicas (temperatura,

¹⁰ Mediante el visor de imágenes satelitales *Earth Explorer* de U.S. Geological Survey

precipitación y vientos) para luego agregar variables complementarias como vegetación y geomorfología.

4.2.1. Temperatura

Se puede indicar que las cuatro estaciones revisadas presentaron condiciones promedio similares (Anexo 7.1.2) pero en los máximos se pueden notar diferencias significativas para cada estación. La estación Chocalán⁽²⁾ presenta la mayor temperatura promedio, 39,9°C en marzo, siendo catalogado como un valor atípico dentro de la secuencia climática. Los máximos de las otras estaciones bordean los 30 °C en febrero. Respecto a los mínimos medios, las estaciones rondan los 9°C en julio, siendo San Diego la menor (8,4 °C).

Al revisar en detalle el comportamiento de las temperaturas durante el año, se pudo notar como varían unas con otras, siendo Estación Mallarauco la más cálida en el transcurso del año, y Chocalán⁽²⁾ la que presenta la mayor diferencia en el verano. El promedio anual dado entre las estaciones revisadas es de 16°C, con una temperatura media máxima dada en marzo (28,6°C) y una mínima dada en julio de 8,89°C.

Tabla N° 23. Promedio de las temperaturas mensuales de las estaciones revisadas.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
21,1	27,3	28,6	20,7	11,5	8,9	8,9	9,9	11,8	13,5	16,6	18,5

Fuente: Elaboración propia con datos de Agroclima

4.2.2. *Temperatura superficial del suelo (°C)*

Considerando que el área de estudio contiene áreas rurales, naturales y urbanizadas, el comportamiento de la temperatura superficial del suelo dependerá en gran medida de la proporción de vegetación y la materialidad del suelo. En ese sentido, resulta conveniente revisar el comportamiento temporal y espacial de esta variable, haciendo énfasis en los efectos de la urbanización. La Figura N° 21 muestra el comportamiento de la temperatura superficial para cuatro meses (representativos de las cuatro estaciones del año). Las principales observaciones son:

- Existen fuertes contrastes de temperatura entre las diferentes estaciones del año. El mes más cálido es noviembre seguido de febrero.
- El área de estudio es heterogénea en distribución de temperatura. La ladera norte del cerro El Sombrero se presenta como la que emana más calor superficial incluso en el mes más frío (mayo). Actualmente esta zona está habitada por poblaciones vulnerables y que, al estar en una ladera de barlovento, no cuentan con mecanismos de disminución de temperatura superficial de forma natural.
- La temperatura superficial al interior de la ciudad es homogénea al interior del límite urbano, comparado con el hinterland rural que se manifiesta más cambiante y ligado a los procesos agrícolas predominantes.

- En términos generales, se constata que tanto el suelo desnudo como el construido presentan mayores temperaturas que suelos cubiertos con vegetación.

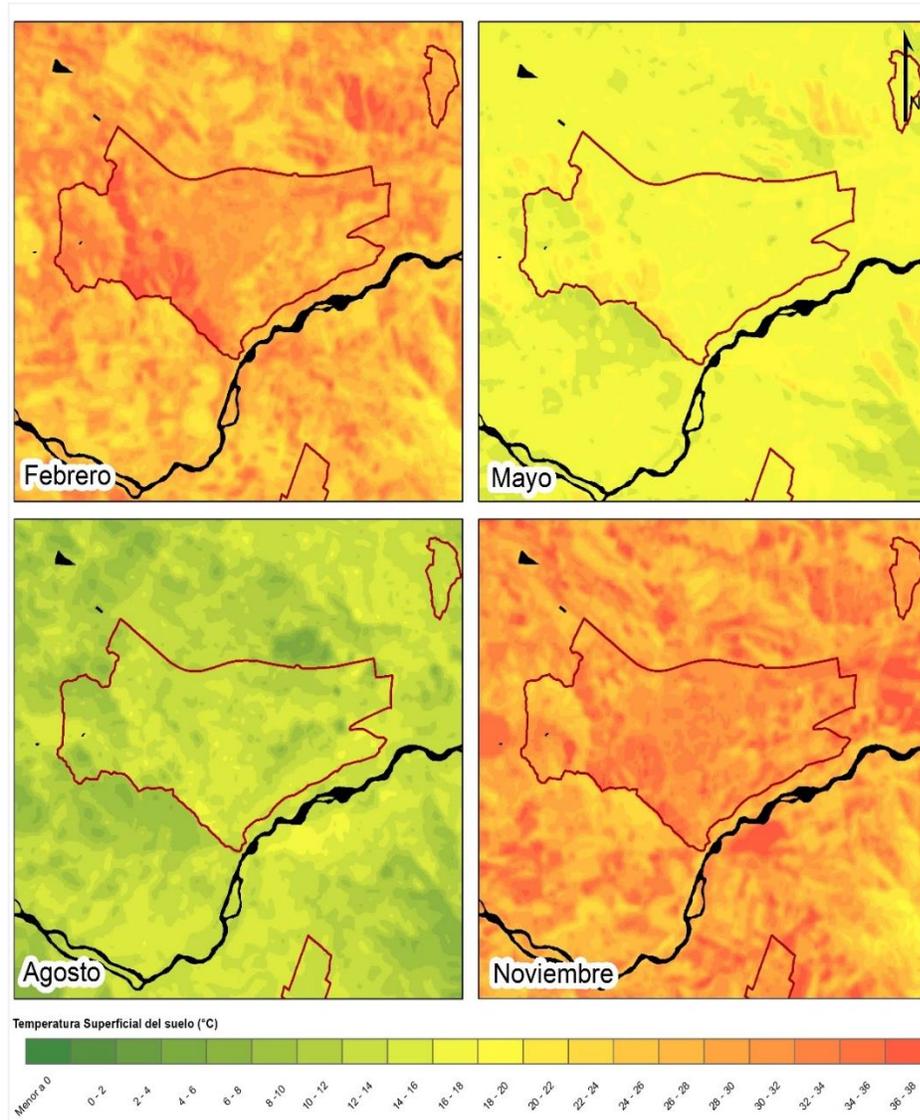


Figura N° 21. Temperatura Superficial del Suelo de Melipilla
Fuente: Elaboración propia

Más en específico, se revisó el comportamiento de las temperaturas mediante dos transectos que tomasen los sectores más anchos de la ciudad (Norte-Sur,

Este-Oeste) y que abarcaran parte de los paisajes fuera del límite de lo construido (Anexo 7.1.4). Entre los 4.000 y 8.500 m del transecto N-S y 5.000 y 10.000 del transecto O-E se ha determinado como lo urbano. Los resultados mostraron el efecto de las temperaturas altas y relativamente constantes de lo urbano (producto de la materialidad de las construcciones y la estructura urbana relativamente homogénea en el territorio) frente a lo variable de lo rural determinado por la situación de cada predio agrícola (en barbecho, cosecha o con plantaciones) y a la estación del año (Gráficos en Anexo 7.1.4). Los transectos también mostraron la influencia de elementos naturales. El río genera una baja en las temperaturas y en su entorno inmediato, y, por otro lado, los cerros generan modificaciones según sea la orientación de ladera y la exposición al viento.

Estadísticamente, se pudo constatar que las temperaturas dentro de la ciudad son levemente mayores en todos los meses respecto a su entorno rural. La mayor diferencia se presentó en febrero y noviembre, meses donde los cielos despejados son más abundantes y los niveles de vegetación más contrastados, por ende, las diferencias entre los climas locales y meso clima se hacen más evidentes.

Tabla N° 24. Temperaturas superficiales de acuerdo con transectos.

Mes	Urbano			Rural			Diferencia (°C)
	O-E (°C)	N-S (°C)	Promedio (°C)	O-E (°C)	N-S (°C)	Promedio (°C)	
Febrero	29,2	30,7	29,95	29,1	28,2	28,65	1,3
Mayo	17,5	17,9	17,7	17,7	17,3	17,5	0,2
Agosto	13,9	14,4	14,15	13,3	13,3	13,3	0,85
Noviembre	31,5	31,7	31,6	31,1	30,3	30,7	0,9

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Precipitaciones

El análisis de las precipitaciones permite entender su incidencia en fenómenos climáticos al interior de la ciudad como también efectos que ésta genera, como en la deposición de material particulado suspendido.

La revisión realizada de las precipitaciones registradas de las estaciones meteorológicas cercanas permitió determinar los siguientes puntos (Gráficos en Anexo 7.1.5, 7.1.6 y 7.1.10):

- Las diferentes estaciones registraron *peaks* en los meses de mayo a agosto, con un máximo de 199 mm en junio (Estación Estero Puangue).
- En verano se hizo evidente la ausencia de precipitaciones.
- Entre las ocho estaciones estudiadas el comportamiento de las precipitaciones fue muy desigual (a diferencia de las temperaturas que eran relativamente homogéneas), sobre todo en los meses de invierno. En junio se muestra la mayor diferencia de precipitaciones (147 mm) dada entre las estaciones Estero Puangue y Mallarauco.
- Los meses que presentaron mayor acumulación de agua caída fueron los meses de mayo, junio y agosto, coincidentes con los meses de mínima temperaturas.
- En los meses de verano (diciembre, enero, febrero y marzo) se registraron valores menores a 5 mm, marcando una fuerte estación seca, a la cual se sumaron altas temperaturas promedios (superior a los 18 °C).

- Para el caso de los montos de precipitaciones, anualmente alcanza 396,2 mm y una humedad relativa del 76%, presentando una marca influencia costera dada su cercanía al litoral.
- La humedad relativa muestra que en los meses de enero y abril las noches y primeras horas del día son muy húmedas, bajando durante el día dicha condición. En cambio, en julio y agosto, las noches son secas y durante el día hay un aumento de la humedad relativa.

4.2.4. Vientos

Al igual que las variables climáticas anteriormente descritas, el viento tiene un efecto sobre la ciudad como viceversa. Por una parte, el viento actúa como dispersante de contaminantes y regulador de temperaturas, y por otra, la ciudad genera rugosidades que implican la reducción de las velocidades del viento y el aumento de las calmas, pero también, los cañones urbanos podrían generar aumento de las velocidades del viento y la generación de remolinos en esquinas o en áreas donde las alturas cambian significativamente (Baskaran y Stathopoulos, 1994 en Picone, 2014).

Los datos utilizados para la ciudad de Melipilla corresponden a las estaciones climáticas de Agroclima las cuales miden velocidad y dirección del viento predominante (Gráficos de Anexo 7.1.7). Las principales observaciones que se registraron:

- Se mostró una disparidad en la dirección predominante del viento. En la estación Chocalan⁽¹⁾ se muestran direcciones noreste y sureste, en cambio en Mallarauco presentó dirección suroeste principalmente. Por tanto, el viento va modificando su dirección de acuerdo a la topografía, vegetación, etc.
- En Mallarauco se presentaron las mayores velocidades de viento siendo de 0,14 m/seg en junio (0,5 km/hr) y de 0,97 en febrero (3,5 km/hr), que, según la escala de Beaufort¹¹ serían situaciones de calma y ventolina respectivamente.
- Se presentaron vientos leves explicado en gran parte por la situación de confinamiento por las topografías circundantes. La situación mes a mes, la variación de la velocidad del viento se concentró durante el día (entre las 10 y las 21 horas) casi en todo el año, con énfasis entre los meses de noviembre a febrero, registrando velocidades promedio entre 1,5 y 2 m/seg (entre 5 y 7,5 km/h), es decir, ventolina o brisas débiles según la Escala de Beaufort. Entre las 21 y 9 horas (noche) se destacan vientos muy calmos.

¹¹ Escala de Beaufort: Medida empírica para la intensidad del viento basada principalmente en la fuerza del viento. Velocidades entre 0 a 1 km/hr son denominadas como N° 0 de la escala, correspondiente a "calma"; Velocidades entre 2 a 5 km/hr corresponde al N°1 de la escala, denominada ventolina. La escala tiene numeración hasta el N°12 son vientos superiores a los 118 km/hr correspondiente a los temporales huracanados.

4.2.5. Vegetación

De acuerdo con la clasificación de Lubert y Pliscoff, la comuna de Melipilla tiene una formación vegetal predominante de tipo Bosque caducifolio, principalmente en el sector de Altos de Cantillana. El resto de la comuna presenta Bosque Esclerófilo y, particularmente dentro del área de estudio, corresponde a Matorral Abierto, presente en los cerros circundantes y coberturas de tipo agrícola.

Respecto a la cantidad de vegetación en el área de estudio, las imágenes satelitales del 2017 permitieron determinar las diferencias que entre los diferentes meses y los diferentes sectores dentro de la ciudad. La Figura N°22 muestra el Índice de Vegetación normalizada con una escala de rojo a verde. Las principales observaciones a partir del análisis de vegetación fueron:

- Para todos los meses revisados, la ciudad resultó ser una zona de suelo sin vegetación, pasando a vegetación ligera en el mes de noviembre sobre todo el sector oriente de la ciudad.
- En los meses revisados, el río Maipo se mostró color rojo (correspondiente a nubes y agua) teniendo diferentes intensidades de acuerdo a la estación del año.
- En mayo es donde menos vegetación se puede identificar, destacándose los colores amarillos, representativos de la vegetación ligera. En cambios en los tres meses restantes, aparecen las formas de los predios agrícolas.

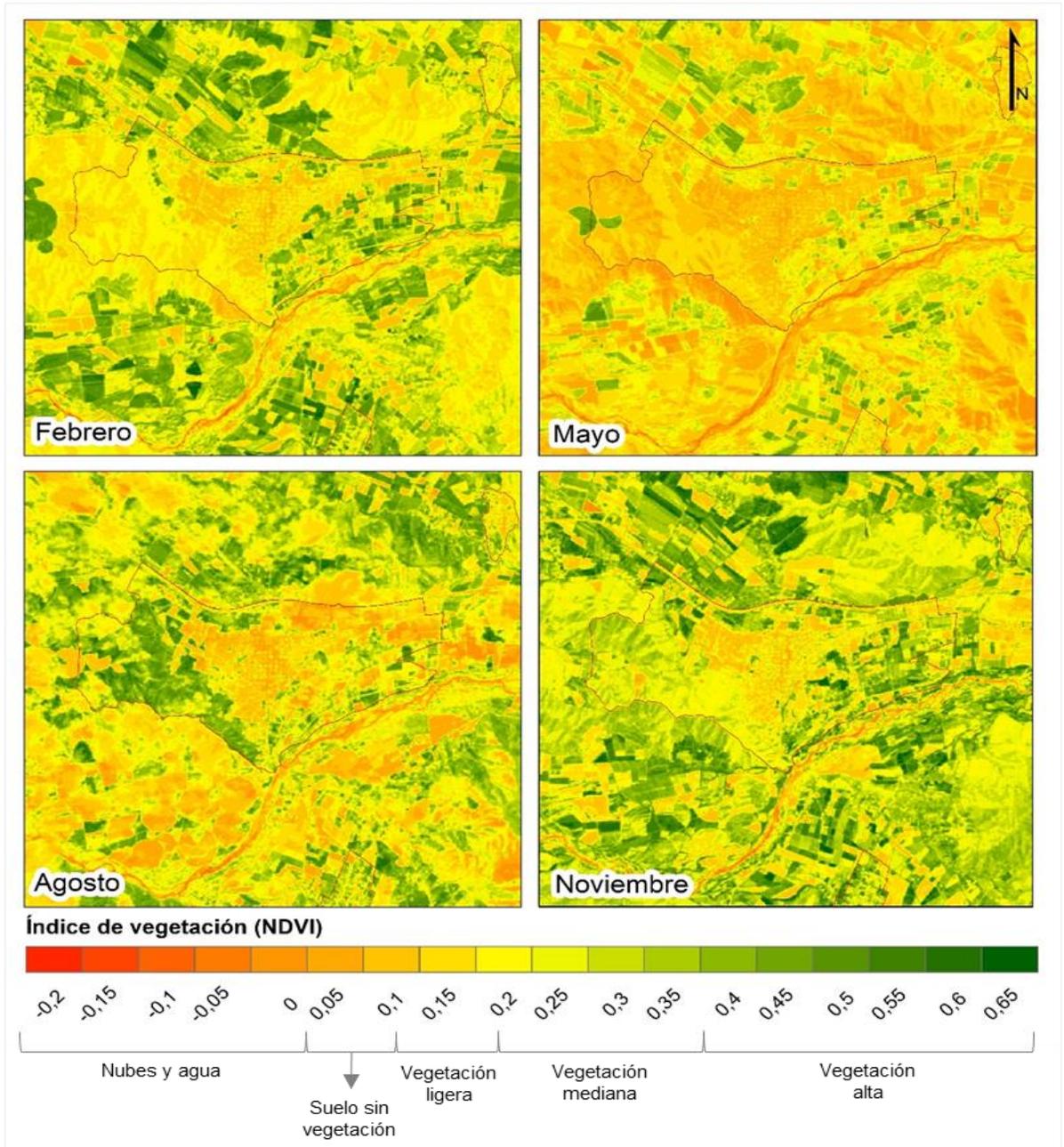


Figura N° 22. Índice de Vegetación normalizado
Fuente: Elaboración propia

4.2.6. Geomorfología

De acuerdo con el PLADECO de Melipilla, “al interior de la comuna, existen suelos profundos en sectores de fondo de valle (...) que se han formado sobre unidades geomorfológicas denominadas terrazas de cineritas, y también sobre terrazas fluviales pleistocénicas, donde su espesor supera los 100 cm” (Ilustre Municipalidad de Melipilla, 2016).

En ese sentido y de acuerdo con los resultados obtenidos en SIG, el área de estudio presenta pendientes menores a 5° predominan en el área urbana central y oriente. Hacia el poniente, en cambio, la presencia del Cerro Sombrero genera cambios de pendiente que van desde los 5° a los 45° en sus partes más pronunciadas (Anexo 7.1.9). Cabe destacar, que las poblaciones más vulnerables dentro de la ciudad se encuentran utilizando parte de este cerro y que más hacia el sur, actividades de extracción de material desde dos canteras.

Además, se suman los canales de regadío que existen en el área rural y algunos que perduran al interior de la ciudad desde el establecimiento de los primeros asentamientos coloniales.

En general, el límite urbano se encuentra en zonas de baja pendiente, sin embargo, es



Figura N° 23. Extracción de material de cantera en Cerro Sombrero.

Fuente: ONG Cerros Abiertos.

posible apreciar que también incorpora las laderas orientes y nororiente del cordón montañoso vecino a la ciudad, las cuales, al encontrarse orientadas hacia el noreste y este principalmente, sumado a lo desprovisto de vegetación generan mayores temperaturas.

4.3. *Determinación del escenario de edificación máxima*

4.3.1. *Revisión documental del PRC*

El Plan Regulador de Melipilla fue promulgado por Decreto Supremo MINVU N°77, el 4 de mayo de 1988 y publicado en el Diario Oficial el 6 de junio del mismo año. Posteriormente, el PRC ha sido modificado, incorporando nuevos instrumentos o como consecuencia de las sucesivas modificaciones al artículo 59° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. En la siguiente tabla se exponen las modificaciones en orden cronológico:

Tabla N° 25. Plan regulador comunal de Melipilla y sus modificaciones

Instrumento de Planificación Territorial según su ámbito de acción	Denominación del IPT	Número del Plano del IPT	Promulgación de IPT	Fecha de publicación en Diario Oficial
Plan Regulador Comunal	Plan Regulador Comunal de Melipilla	PR-M	DS MINVU N°77 de fecha 4 de mayo de 1988	6 de junio 1988
Modificación al Plan Regulador Comuna	Plan Seccional Plaza de Armas, Calle Ortúzar y Av. Manso Velasco de Melipilla	PS-M1 y PS-M2	Resolución de la SEREMI MINVU N°35 de fecha 8 de marzo de 1990	23 de mayo de 1990
Modificación al Plan Regulador Comunal	Plan Seccional de Pomaire	10	Resolución de la SEREMI MINVU N°34 de fecha 7 de agosto de 1991	28 de diciembre de 1991
Modificación al Plan Regulador Comuna	Seccional Sector Nor-Oriente de la ciudad de Melipilla	PM-M	Resolución del Gobierno Regional Metropolitano N°36 de fecha 4 de julio de 1996	31 de julio de 1996

Instrumento de Planificación Territorial según su ámbito de acción	Denominación del IPT	Número del Plano del IPT	Promulgación de IPT	Fecha de publicación en Diario Oficial
Modificación al Plan Regulador Comunal	Ampliación Limite urbano Plan seccional oriente	PRS-1	Resolución del Gobierno Regional Metropolitano N°41 de fecha 10 de junio de 1999	26 de julio de 1999
Modificación al Plan Regulador Comunal	Ampliación del Límite Urbano de la Comuna de Melipilla, en el Sector Chacra El Alto, Parcelas 1b y 2	O1	Resolución del Gobierno Regional Metropolitano N° 57 de fecha 12 de noviembre de 1999.	17 de enero de 2002
Modificación al Plan Regulador Comunal	Modificación al Plan Regulador Comunal Zona Centro de Melipilla	PSM-98	Resolución del Gobierno Regional Metropolitano N° 17 de fecha 19 de abril de 2002.	3 de julio de 2002
Modificación al Plan Regulador Comunal	Modificación al Plan Regulador Comunal de Melipilla Sector Sur	PS-M5	Resolución del Gobierno Regional Metropolitano N° 22 de fecha 13 de marzo de 2003.	3 de mayo de 2003
Modificación al Plan Regulador Comunal	Modificación al Plan Regulador Comunal de Melipilla, Sector Oriente-Sur	MSOPRM1	Decreto Alcaldicio Exento N° 242 de fecha 23 de febrero de 2007.	3 de marzo de 2007
Modificación al Plan Regulador Comunal	Modificación al Plan Regulador Comunal de Melipilla Sector Norte	MPRCM-SN	Decreto Alcaldicio Exento N° 692 de fecha 13 de junio de 2007.	19 de junio de 2007
Plano Seccional	Plano Seccional Sector Norponiente de la Ciudad de Melipilla	PSNP-01	Decreto Alcaldicio Exento N° 1.767 de fecha 6 de noviembre de 2008.	15 de noviembre de 2008
Plano Seccional	Plano Seccional Sector Ex Fábrica Soinca Bata de la Ciudad de Melipilla	PSESB-01	Decreto Alcaldicio Exento N° 992 de fecha 17 de mayo de 2010	7 de junio de 2010
Plano Seccional	Plano Seccional Sector El Maitén de la Ciudad de Melipilla	PSEM-01	Decreto Alcaldicio Exento N° 991 de fecha 17 de mayo de 2010.	7 de junio de 2010

Fuente: Ilustre Municipalidad de Melipilla (2015)

En el PRC de Melipilla se planifica el crecimiento y desarrollo del territorio urbano de la ciudad, en función de las normas urbanísticas como el límite urbano, las vías estructurantes, los edificios de conservación histórica y las zonificaciones,

estas últimas definiendo usos de suelo, sistemas de agrupamiento de las edificaciones, porcentajes de ocupación de suelo, por mencionar.

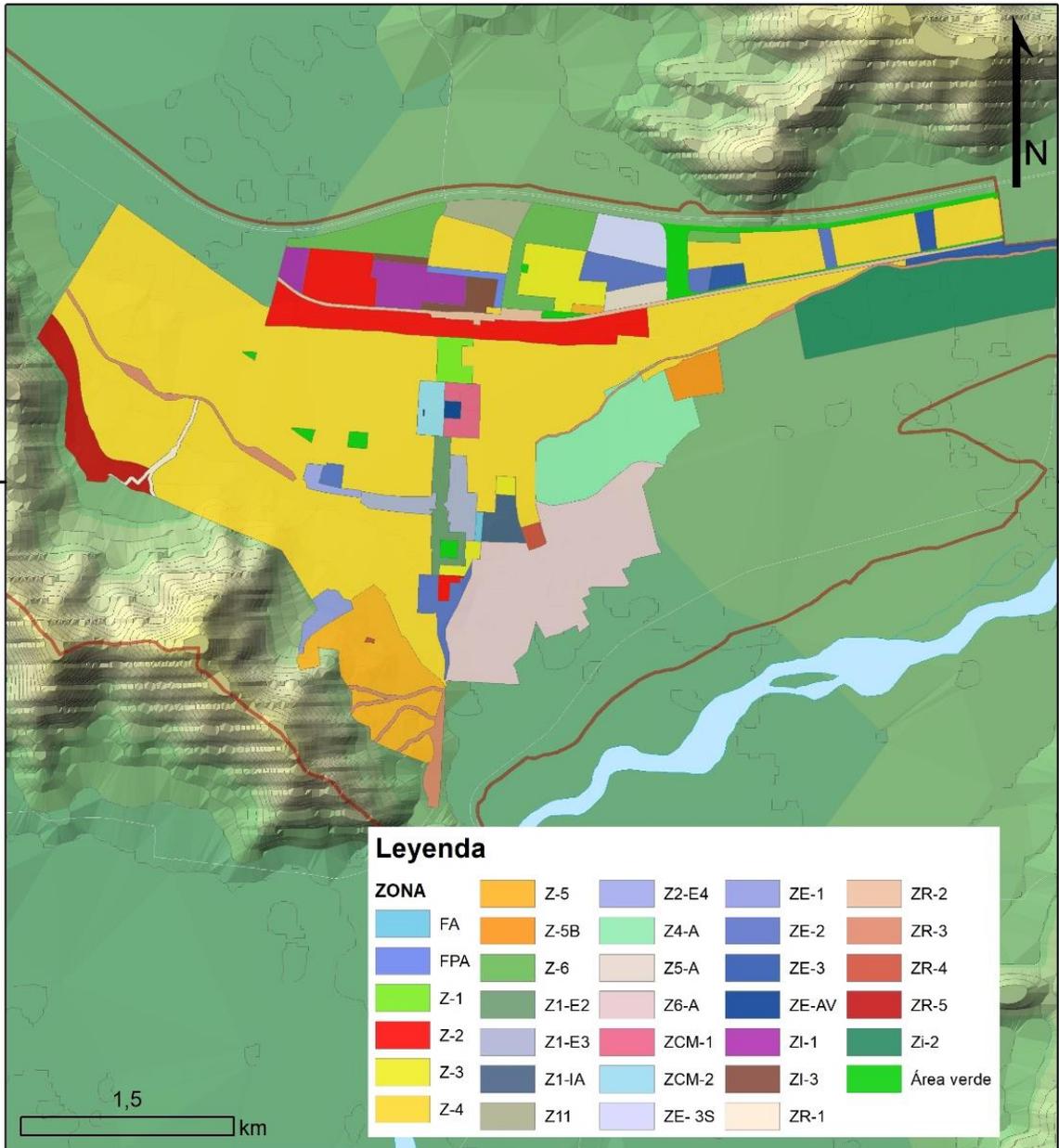


Figura N° 24. Zonificaciones del Plan Regulador Comunal de Melipilla.
Fuente: Elaboración propia con información de MINVU

El PRC vigente cuenta con 33 zonificaciones que incluyen usos de suelo de vivienda, equipamiento, actividades productivas, áreas verdes, industria y también zonas de restricciones (por canales de regadío, por línea ferroviaria, de alto riesgo por quebradas) y especiales (cementerio, deportiva, talleres, Plaza de Armas) (Anexo 7.2.1).

Para los fines de esta investigación interesan las normas urbanísticas de los usos de Vivienda y Equipamiento, dado que son las que norman más superficie en la ciudad, quedando 18 zonificaciones de interés. En el Anexo 7.2.2 y 7.2.3 se encuentran las normas específicas de subdivisión predial y edificación para los usos de Vivienda y Equipamiento respectivamente.

4.3.2. Definición de unidades básicas de análisis e intersecciones viales de referencia

Mediante la interpretación de las manzanas urbanas del Censo 2017 y el proceso de recorte, se definieron las unidades básicas de análisis correspondientes a conjuntos de manzanas agrupadas por zonificación del PRC y estructura urbana. De ese proceso, resultaron 19 unidades básicas (excluyendo zonas de restricción, especiales, sólo industriales y áreas verdes, y aclarando que una zona del PRC será analizada en sus dos estructuras urbanas, Zona 4 alineada y Zona 4 Escalonada) con su correspondiente intersección de referencia (Figura N° 25 y Tabla N° 26).

Tabla N° 26. Datos de las intersecciones de referencia y Unidades de Análisis

Zona PRC	Nombre Zona	Estructura ¹²	Unidad de Análisis	Intersección	ID	Ancho calle 1	m	Ancho calle 2	m
Z-1	Zona Z1	Alineado	Z-1	Arza con Ortuzar	1	Arza	15	Ortuzar	16
Z11	Zona Z 11	Alineado	Z11	Roberto Sagredo Miranda con Manuel H. Riveros	2	Sagredo	15	Riveros	12
Z1-E2	Calle Ortuzar	Alineado	Z1-E2	Ortuzar con Libertad	3	Ortuzar	16	Libertad	16
Z1-E3	Av. Manso de Velasco	Alineado	Z1-E3	Conde de Manzo con Serrano	4	Manso	30	Serrano	22
Z-2	Zona Z2	Alineado	Z-2	Pardo con Vicuña Mackenna	5	Pardo	18	Vicuña	30
Z-3	Zona Z3	Caótico	Z-3	Ignacio Carrera con Gabriel Silva	6	Carrera	12	Silva	12
Z-4	Zona Z4	Alineado	Z-4 (A)	Egaña con San Agustín	7	Egaña	18	San Agustín	16
Z-4	Zona Z4	Escalonado	Z-4 (E)	Merced con Adolfo Larraín Valdivieso	8	Merced	25	Larraín	0
Z-5	Zona Z5	Caótico	Z-5	Principal con Los Pinos	9	Principal	14	Los Pinos	12
Z5-A	Zona Z5-A	Caótico	Z5-A	Educadoras Hnas. Marambio con E. Manuel Ariztía	10	Marambio	16	Ariztía	16
Z-6	Zona Z6	Caótico ¹³	Z-6	Pasajes sin nombre	11	Pasaje	20	Pasaje	8
ZCM-1	Zona Centro de Melipilla 1	Alineado	ZCM-1	Plaza de Armas con Serrano	12	Plaza	18	Serrano	22
ZCM-2	Zona centro de Melipilla 2	Alineado	ZCM-2	José María Silva Chávez con Arturo Prat	13	Silva	16	Prat	16
Z4-A	Zona Z4-A	Escalonado	Z4-A	Libertad con German Hernández Farías	14	Libertad	20	Hernández	0
Zi-2	Zona ZI-2	Alineado	Zi-2	Pasaje S/N con pasaje s/n	16	Pasaje	16	Pasaje	16
Z1-IA	Zona Z1-IA	Caótico ¹²	Z1-IA	Barrales con Fuenzalida	17	Barrales	16	Fuenzalida	16
Z6-A	Zona Z6-A	Caótico ¹²	Z6-A	Frontis Egaña	19	Egaña	20		20
ZI-1	Zona ZI-1	Caótico ¹²	ZI-1	José Massaud con Padre Demetrio Bravo	20	Massaud	34	Bravo	20
ZI-3	Zona ZI-3	Caótico ¹²	ZI-3	Frontis Padre Demetrio Bravo	21	Bravo	20		16

Fuente: Elaboración propia con información de vialidad la I. Municipalidad de Melipilla.

¹² Definidos en el apartado 2.3.1 Estructura urbana.

¹³ Se definieron como "caóticos", sin embargo, la zonificación corresponde a una manzana de gran dimensión destinadas para la instalación de industria, talleres, equipamiento, etc.

Espacialmente, los usos de suelo predominantes son la Vivienda y el Equipamiento, y en su mayoría corresponden a estructuras urbanas de tipo “escalonadas”. Actualmente, el PRMS define un límite urbano que contempla una superficie de 2.952 ha, donde el PRC norma una superficie total de 1.457 ha, de las cuales 952 son ocupadas por las manzanas urbanas. De éstas, un 40% es ocupado por estructuras escalonadas, seguido de un 28% de estructuras alineadas y 15% de caóticos o aleatorios. El resto de las zonas no revisadas (con restricciones o zonas especiales) ocupan un 15% de la superficie de las manzanas urbanas (Figura N° 26).

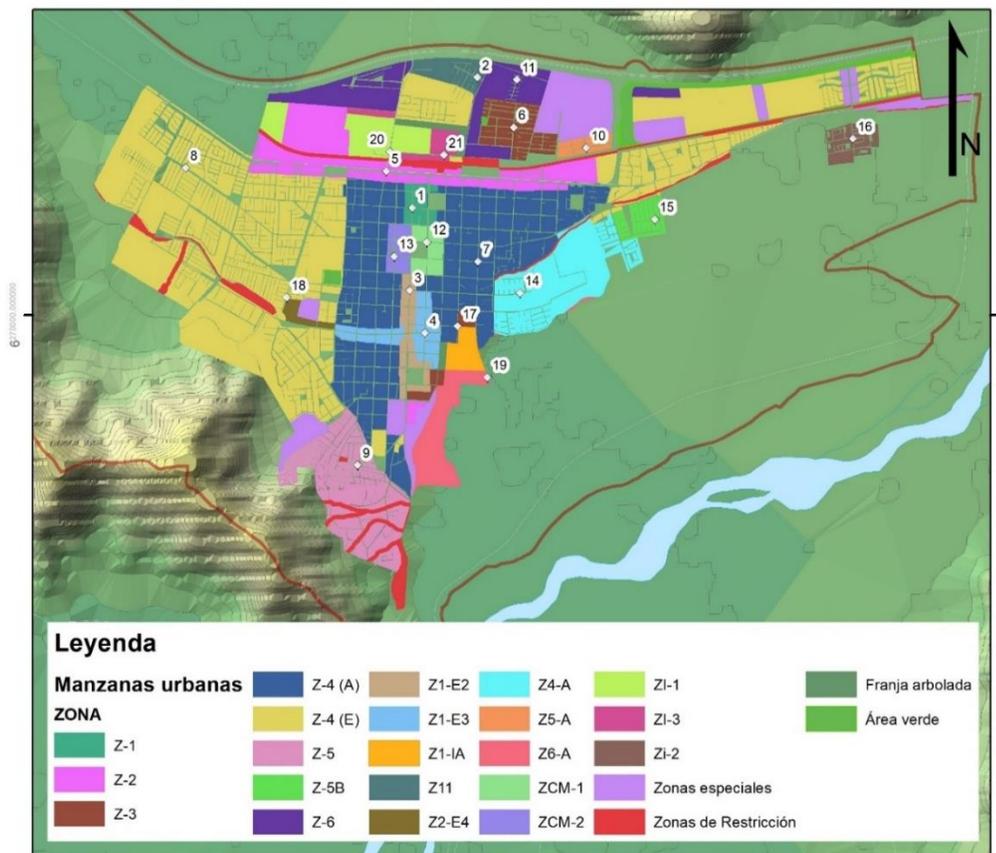


Figura N° 25. Unidades básicas de análisis e intersecciones viales de referencia
Fuente: Elaboración propia

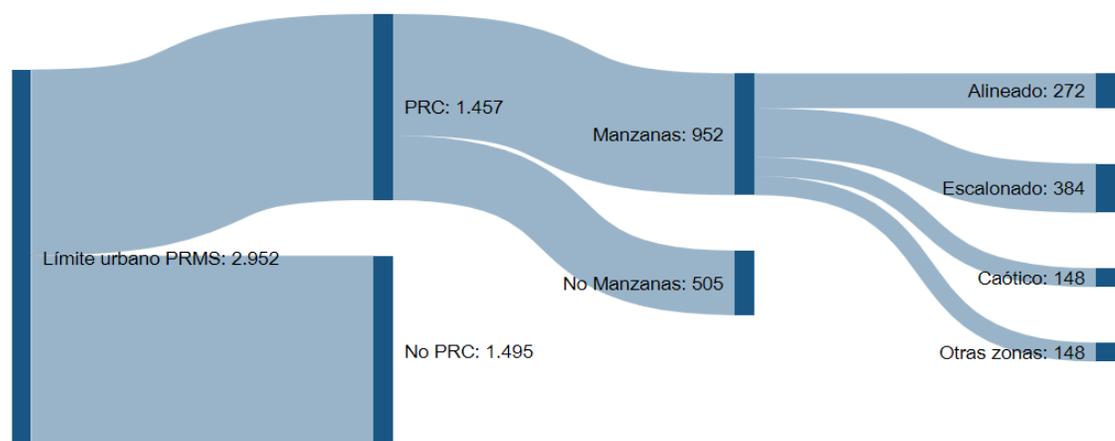


Figura N° 26. Superficie de las estructuras urbanas respecto al territorio normado.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Determinación del escenario normativo maximizado

Basándose en la información recopilada sobre las normas específicas de edificación para cada zona (Anexos 7.2.2 y 7.2.3) y las Unidades de análisis expuestas en la Tabla N° 26, se determinó el escenario normativo maximizado¹⁴ para el uso de suelo Vivienda (Tabla N° 27) y uso de suelo equipamiento (Tabla N° 28).

Por tanto, para cada Unidad de Análisis se asumió que en el futuro lo máximo a edificar sería de acuerdo con esa altura máxima, ocupación de suelo y relación de aspecto.

Respecto a las normas aplicadas para cada uso de suelo, cabe destacar que en cinco zonificaciones se permiten alturas máximas superiores al equipamiento, en siete casos son iguales y sólo un caso el equipamiento supera la vivienda en

¹⁴ Esta información se anexa al *shapefile* de manzanas urbanas.

altura máxima (mismo patrón en la relación de aspecto). Caso contrario sucede con el Coeficiente de Ocupación de suelo, que resulta más permisivo en equipamiento, siendo mayor a la Vivienda en 8 unidades de análisis e iguales en 5 casos.

Tabla N° 27. Valores normativos maximizados para cada unidad de análisis de acuerdo con uso de suelo Vivienda

Unidad de análisis	Nombre Zona	Estructura	Altura máxima (m)	Coeficiente de Ocupación de suelo máximo (%)	Relación de aspecto (alto/ancho)
Z-1	Zona Z1	Alineado	9,8	50,0	0,6
Z11	Zona Z 11	Alineado	8,0	50,0	0,5
Z1-E2	Calle Ortuzar	Alineado	9,8	-	0,6
Z1-E3	Av. Manso de Velasco	Alineado	18,3	50,0	0,6
Z-2	Zona Z2	Alineado	18,3	50,0	0,6
Z-3	Zona Z3	Caótico	7,3	50,0	0,6
Z-4 (A)	Zona Z4	Alineado	11,0	50,0	0,6
Z-4 (E)	Zona Z4	Escalonado	15,3	50,0	0,6
Z-5	Zona Z5	Caótico	10,0	60,0	0,7
Z5-A	Zona Z5-A	Caótico	10,0	60,0	0,6
Z-6	Zona Z6	Caótico	8,0	12,0	0,4
ZCM-1	Zona Centro de Melipilla 1	Alineado	36,0	70,0	1,6
ZCM-2	Zona centro de Melipilla 2	Alineado	26,0	70,0	1,6
Z4-A	Zona Z4-A	Escalonado	12,2	60,0	0,6
ZI-2	Zona ZI-2	Alineado	9,8	60,0	0,6
Z1-IA	Zona Z1-IA	Caótico	-	-	-
Z6-A	Zona Z6-A	Caótico	14,0	40,0	0,7
ZI-1	Zona ZI-1	Caótico	20,8	50,0	0,6
ZI-3	Zona ZI-3	Caótico	12,2	60,0	0,6

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 28. Valores normativos maximizados para cada unidad de análisis de acuerdo con uso de suelo Equipamiento

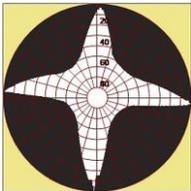
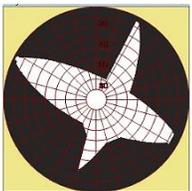
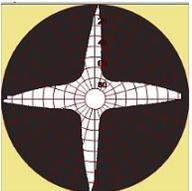
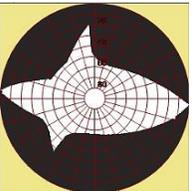
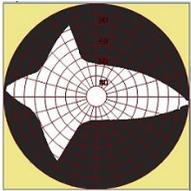
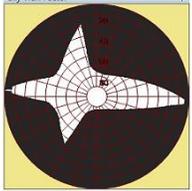
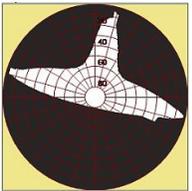
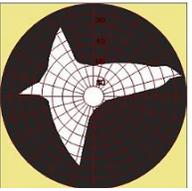
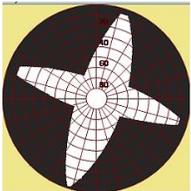
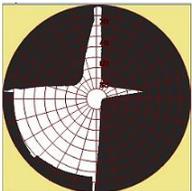
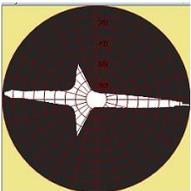
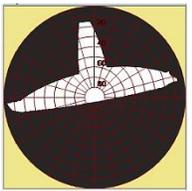
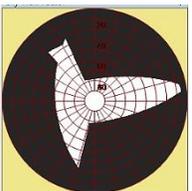
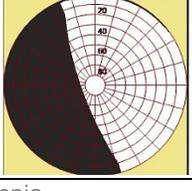
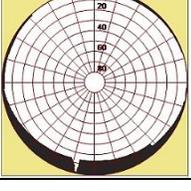
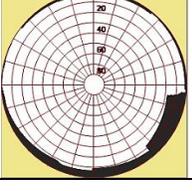
Unidad de análisis	Nombre Zona	Estructura	Altura máxima (m)	Coefficiente de Ocupación de suelo máximo	Relación de aspecto (alto/ancho)
Z-1	Zona Z1	Alineado	8,0	80,0	0,5
Z11	Zona Z 11	Alineado	10,5	50,0	0,7
Z1-E2	Calle Ortuzar	Alineado	8,0	80,0	0,5
Z1-E3	Avenida Manso de Velasco	Alineado	8,0	80,0	0,3
Z-2	Zona Z2	Alineado	18,3	60,0	0,6
Z-3	Zona Z3	Caótico	7,3	50,0	0,6
Z-4 (A)	Zona Z4	Alineado	11,0	60,0	0,6
Z-4 (E)	Zona Z4	Escalonado	15,3	60,0	0,6
Z-5	Zona Z5	Caótico	8,0	60,0	0,6
Z5-A	Zona Z5-A	Caótico	8,0	60,0	0,5
Z-6	Zona Z6	Caótico	-	-	-
ZCM-1	Zona Centro de Melipilla 1	Alineado	36,0	100,0	1,6
ZCM-2	Zona centro de Melipilla 2	Alineado	26,0	100,0	1,6
Z4-A	Zona Z4-A	Escalonado	12,2	80,0	0,6
Zi-2	Zona Zi-2	Alineado	-	-	-
Z1-IA	Zona Z1-IA	Caótico	9,8	50,0	0,6
Z6-A	Zona Z6-A	Caótico	12,2	40,0	0,6
ZI-1	Zona ZI-1	Caótico	-	-	-
ZI-3	Zona ZI-3	Caótico	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Cálculo de Sky View Factor

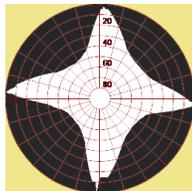
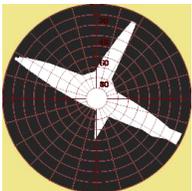
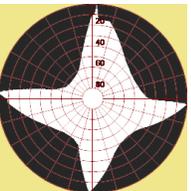
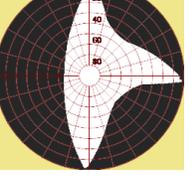
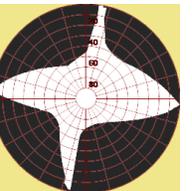
Mediante el uso del Software *Sky Helios* y el escenario normativo maximizado (en formato *shapfile*) se procedió a calcular el valor de Sky View Factor para cada intersección de referencia por cada uso de suelo (Vivienda y Equipamiento). Los resultados numéricos y gráficos se anexan en las siguientes tablas:

Tabla N° 29. Sky View factor en las Intersecciones de referencia en uso de suelo vivienda

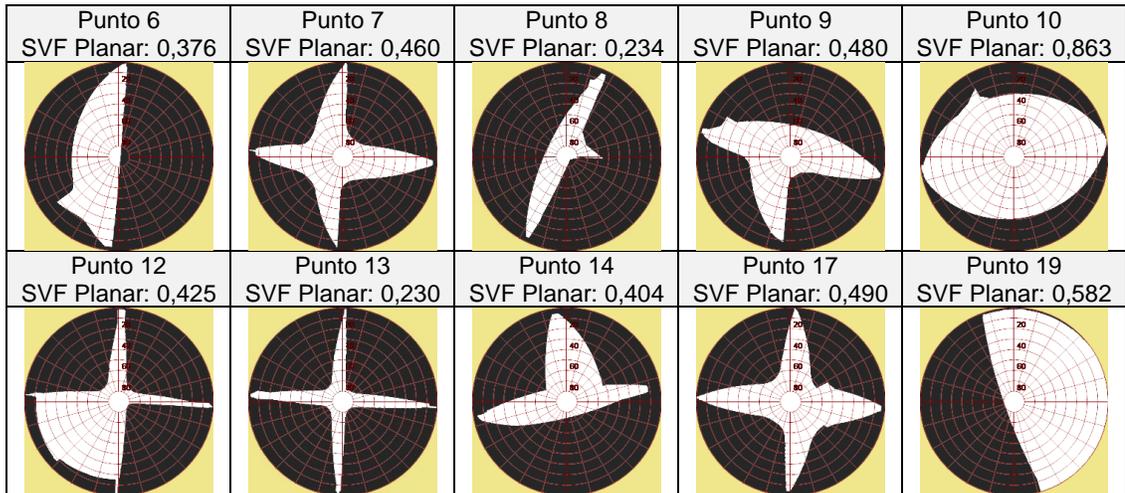
Punto 1 SVF Planar: 0,485	Punto 2 SVF Planar: 0,505	Punto 3 SVF Planar: 0,541	Punto 4 SVF Planar: 0,343	Punto 5 SVF Planar: 0,571
				
Punto 6 SVF Planar: 0,558	Punto 7 SVF Planar: 0,390	Punto 8 SVF Planar: 0,514	Punto 9 SVF Planar: 0,368	Punto 10 SVF Planar: 0,427
				
Punto 11 SVF Planar: 0,524	Punto 12 SVF Planar: 0,399	Punto 13 SVF Planar: 0,165	Punto 14 SVF Planar: 0,319	Punto 16 SVF Planar: 0,403
				
Punto 17 ¹⁵ SVF Planar: 0,568	Punto 19 SVF Planar: 0,616	Punto 20 SVF Planar: 0,986	Punto 21 SVF Planar: 0,985	
				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 30. Sky View factor en las Intersecciones de referencia en uso de suelo Equipamiento

Punto 1 SVF Planar: 0,620	Punto 2 SVF Planar: 0,294	Punto 3 SVF Planar: 0,613	Punto 4 SVF Planar: 0,522	Punto 5 SVF Planar: 0,568
				

¹⁵ Si bien, el punto se localiza en una zona del PRC donde no se permite la vivienda, las edificaciones aledañas si generan una obstrucción del cielo visible.



Fuente: Elaboración propia

En términos generales, el valor de SVF promedio de Vivienda es de 0,51 y el de Equipamiento de 0,48. En Vivienda, el valor menor de SVF es de 0,17 que se da en la zona ZCM-2 (Zona centro de Melipilla 2), sector donde se permite la edificación de 26 metros, seguido de 0,32 en la zona Z4-A. En el caso de Equipamiento, el menor valor se presenta es 0,24 dado en las zonas ZCM-2 y Z-A (E), seguido de 0,29 en la zona Z11. Si bien hay zonas que permiten alturas superiores a las zonas mencionadas, los valores de SVF de éstas aumentan ante la presencia de la plaza de la ciudad (aumenta visibilidad del cielo).



Figura N° 27. Izq: Zona ZCM-1, actualmente Municipalidad. Der: Zona ZCM-1, actualmente Mall Vivo Melipilla

Fuente: Google Maps

Al comparar los SVF según uso, se registró una diferencia considerable en la zona Z5-A (0,43 de diferencia) explicado por la diferente altura de edificación permitida entre los usos y por el ancho de vía estrecho (16 m). En el resto de las zonificaciones las diferencias fueron más restringidas.

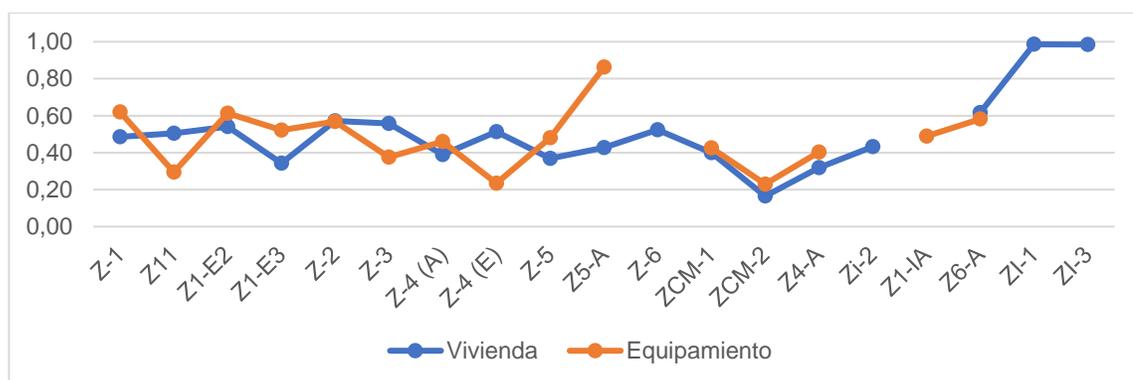


Figura N° 28. Comparación de valores de Sky View Factor para cada unidad de análisis y Uso de suelo
Fuente: Elaboración propia

4.4. Clasificación de Zonas Climáticas Locales según Zonificaciones maximizadas

Una vez completada la información para cada unidad de análisis (Anexo 7.3. Sección I) se procedió a realizar la clasificación para obtener la Zona Climática Local de acuerdo con los intervalos señalados por Stewart y Oke (2012) (Tabla N° 6 y Tabla N° 7) y la metodología indicada en el apartado 3.3.3. La Tabla N° 31 resume dicha información para cada Unidad de análisis para Uso de Suelo Vivienda y Equipamiento, señalando en las columnas de observación el criterio que se tuvo que ajustar para el calce en una de las tipologías.

Tabla N° 31. Zonas Climáticas Locales de Melipilla

Unidad de análisis	Nombre Zona	ZCL Vivienda	Observación	ZCL Equipamiento	Observación
Z-1	Zona Z1	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL6	Ajuste en Superficie construida (-)
Z11	Zona Z 11	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL3	-
Z1-E2	Calle Ortuzar	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL6	Ajuste en Superficie construida (-)
Z1-E3	Avenida Manso de Velasco	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL5	Ajuste en Superficie construida (-)
Z-2	Zona Z2	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)
Z-3	Zona Z3	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)
Z-4 (A)	Zona Z4 (A)	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)
Z-4 (E)	Zona Z4 (E)	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL2	Ajuste en relación de aspecto (+) y SVF (-)
Z-5	Zona Z5	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)
Z5-A	Zona Z5-A	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)
Z-6	Zona Z6	ZCL9	Ajuste en la altura o ancho de vía	N/A	-
ZCM-1	Zona Centro de Melipilla 1	ZCL2	Ajuste en altura (-)	ZCL4	Ajuste en Superficie construida (-)
ZCM-2	Zona centro de Melipilla 2	ZCL1	Ajuste en SVF (-)	ZCL2	Ajuste en Superficie construida (-)
Z4-A	Zona Z4-A	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+)	ZCL2	Ajuste en Relación de aspecto (+) y Superficie Construida (-)
Zi-2	Zona ZI-2	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)	N/A	-
Z1-IA	Zona Z1-IA	N/A	-	ZCL3	Ajuste en Relación de aspecto (+)
Z6-A	Zona Z6-A	ZCL5	-	ZCL5	-
ZI-1	Zona ZI-1	ZCL5	Ajuste en Superficie construida (-)	N/A	-
ZI-3	Zona ZI-3	ZCL5	Ajuste en Superficie construida (-)	N/A	-

Fuente: Elaboración propia

La información anterior se sintetiza en la Figura N°29. De las 19 unidades de análisis, un 42% de los casos en uso Vivienda corresponde a una ZCL2, zona de Alta densidad de media altura, seguido de un 26% de ZCL3, Alta densidad de

baja altura. En el caso de Equipamiento, ZCL2 y ZCL3 tienen la mayoría de un 26% cada una.



Figura N° 29. Frecuencia de las Unidades de análisis de acuerdo con la Zona Climática Local.
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en términos de superficie que ocupa cada una de estas zonas climáticas, en el caso de vivienda un 83% de las manzanas urbanas corresponden a un tipo ZCL2, seguido de un 7% de ZCL3. Para Equipamiento, un 62% es clasificado como ZCL2, le sigue un 24% de ZCL3 (Figura N° 30).

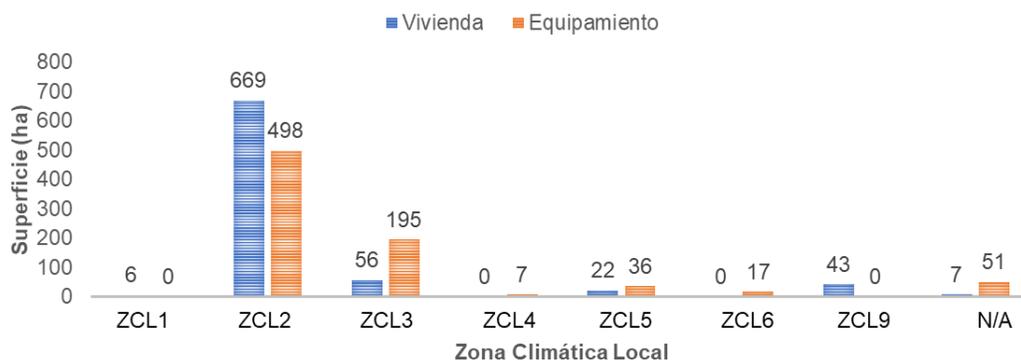


Figura N° 30. Superficie (ha por cada Uso de Suelo y Zona Climática Local (LCZ))
Fuente: Elaboración propia

La Figura N° 31 ilustra la distribución de las Zonas Climáticas Locales en la ciudad de Melipilla. Para el uso de Vivienda, en gran parte está cubierto por una

zona de tipo ZCL2, alta densidad de media altura. En el centro se genera un corredor Norte-Sur con ZCL3, alta densidad de baja altura, y aledaño a la plaza de armas ZCL1, alta densidad de gran altura. Hacia el sector norte de la ciudad se presenta una diversidad de zonas predominando ZCL5 y ZCL9 (baja densidad y disperso de baja altura). En términos generales, el PRC promueve altas densidades variando en alturas, pero con un fuerte predominio de medias alturas.

Para el caso de Equipamiento, se puede notar que gran parte de la ciudad está bajo la clasificación ZCL2. Alta densidad de media altura, seguido de ZCL3, alta densidad de baja altura, la cual se presenta principalmente en el sector del damero histórico, la cual pese a tener la misma zonificación del PRC que otros sectores, presenta anchos de calle más restringidos, configurando con ello valores de SVF menores. Por otra parte, en el sector del actual centro se presentan clasificaciones ZCL4, ZCL5 y ZCL6 las que se caracterizan por baja densidad y alturas variables.

El hecho que predominen estas zonas, tanto en Vivienda como en Equipamiento implica que el rango de temperaturas disminuya como efecto del aumento de la proporción de suelo impermeabilizado y la altura/densidad de los edificios (Stewart & Oke, 2012). Más específicamente, los autores, en base a estudios realizados en distintas ciudades alrededor del mundo, han establecido determinados comportamientos climáticos para cada Zona Climática Local. La Tabla N° 31 resume esas observaciones y se cruza con las condiciones de cada

sitio en Melipilla (Apartado 4.2 y Anexos 7.4), a partir de las cuales se establecen recomendaciones genéricas para cada caso:

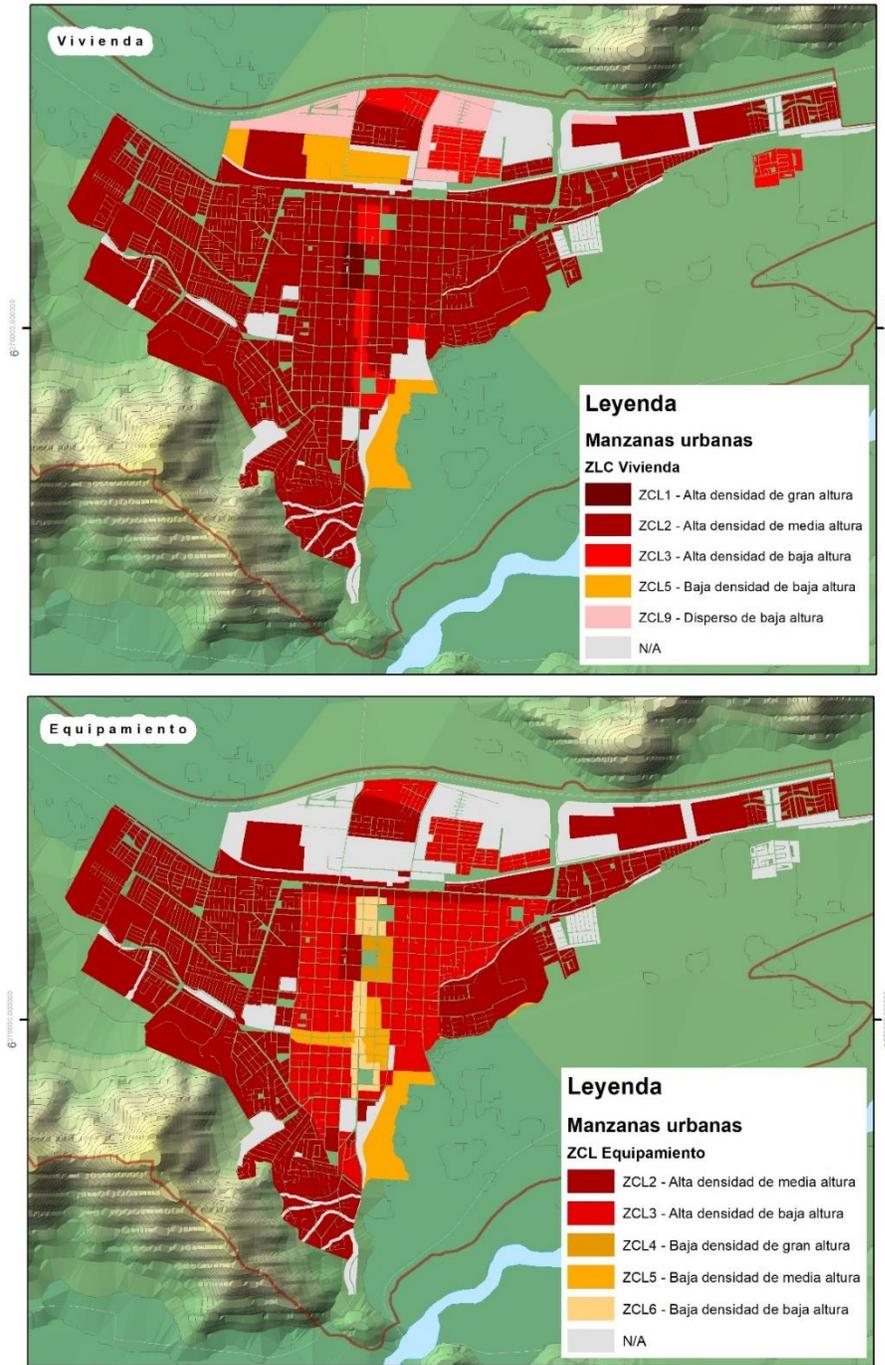


Figura N° 31. Zonas Climáticas Locales para uso de suelo Vivienda y Equipamiento
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 32. Características y recomendaciones por cada Zona Climática Local en Melipilla

Zona Climática Local	Definición (Stewart & Oke, 2012:1885)	Otras características	Condiciones de sitio		Recomendaciones
			Vivienda	Equipamiento	
ZCL1	Densa mezcla de edificios altos de decenas de pisos. Pocos o ningún árbol. Cobertura del suelo en su mayoría pavimentada. Materiales de construcción de hormigón, acero, piedra y vidrio.	<ul style="list-style-type: none"> En áreas densamente construidas, como en la ZCL1, las propiedades radiativas (albedo y emisividad) dominan la proporción de radiación. Pueden llegar a recibir entre 100 y 1.600 W m⁻² por hora de Flujo de Calor antropogénico¹⁶ 	Se presenta en un sector llano, hacia el noreste del Cerro El Sombrero. Podría presentar condiciones de ventilación adecuadas, sin embargo, la alineación de la vialidad y de las manzanas está en diagonal al sentido del flujo del viento predominante. Cuenta con la Plaza de Armas como elemento que aumenta la cobertura vegetal. Podría generar una isla de calor favorable en invierno.	N/A	<ul style="list-style-type: none"> Crear corredor de enfriamiento a lo largo de las avenidas principales. No obstaculizar la circulación del viento con edificios. Potenciar la relación de los flujos de viento desde el sur con dirección de las calles. En los bordes, diseñar morfologías naturalizadas y adaptadas a la topografía existente, rectificando aquellas estructuras urbanas demasiado regulares.
ZCL2	Mezcla densa de edificios de mediana altura (3–9 pisos). Pocos o ningún árbol. Cobertura del suelo en su mayoría pavimentada. Piedra, ladrillo, baldosas, y materiales de construcción de hormigón.	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo con las observaciones realizadas en diferentes ciudades, las ZCL2 presentan más de la mitad del suelo cubierto por construcciones. Alrededor de un 40% del suelo impermeabilizado y bajos porcentajes de cobertura vegetal (0 – 30%)¹⁷ 	Se presenta en gran parte de la ciudad, incorporando sectores de pendientes bajas, pero también aquellos sectores que comienzan a utilizar parte de la ladera noreste del Cerro El Sombrero. Presenta alineación de manzanas tipo damero en el sector plano, pero hacia el poniente se torna escalonado y caótico.	Se presenta principalmente en el sector poniente de la ciudad, los cuales, por encontrarse en ladera de sotavento, alta temperatura superficial y poca vegetación, pueden generar aumentos de la temperatura del aire y poca renovación de las masas de aire.	<ul style="list-style-type: none"> Reverdecer la ladera del cerro tanto como sea posible, para la optimización de los servicios ambientales que estos podrían proporcionar sobre todo ligados al control de las temperaturas. Las edificaciones deberán ser construidas con orientación sur. Las edificaciones deberán incorporar

¹⁶ Oke et al (2017:163)

¹⁷ Oke et al (2017: 22)

Zona Climática Local	Definición (Stewart & Oke, 2012:1885)	Otras características	Condiciones de sitio		Recomendaciones
			Vivienda	Equipamiento	
		<ul style="list-style-type: none"> • Presentan baja humedad debido a la superficie impermeable. • Pueden llegar a recibir entre 100 y 1.600 W m⁻² por hora de Flujo de Calor antropogénico¹⁵. • En la noche, presenta altos flujos de calor sensible desde la superficie hacia la atmósfera (entre 10 y 30 W m⁻²). 	<p>El sector poniente se encuentra a sotavento, lo que, sumado a las temperaturas superficiales del suelo y la carencia de vegetación, podrían significar un aumento de las temperaturas del aire y poca renovación de masas de aire.</p>		<p>techos verdes con vegetación extensiva (dado que son livianas y de bajo mantenimiento)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arborizar con vegetación óptima para la radiación solar, determinando las zonas abrigadas y expuestas para usos urbanos y sus crecimientos residenciales¹⁸ • En las zonas limítrofes, considerar los espacios abiertos bajo la categoría de “alta ambiental” como espacios libres de urbanización. • En los bordes, diseñar morfologías naturalizadas y adaptadas a la topografía existente, rectificando aquellas estructuras urbanas demasiado regulares. • Fomentar la protección de fachadas desnudas a una radiación excesiva.
ZCL3	Mezcla densa de edificios de baja altura (1 a 3 pisos). Pocos o ningún árbol. Cobertura del suelo en su mayoría pavimentada.	<ul style="list-style-type: none"> • Las ZCL3 presentan alrededor de un 40% de superficie construida, un 40% de superficie impermeable y un 30% de cobertura vegetal¹⁵. 	Se presenta en el sector plano de la ciudad, pasando por la avenida central que cruza la ciudad en sentido N-S. Presenta espacios para áreas verdes que podrían	Se da en el damero histórico de la ciudad, en sectores con pendientes muy bajas. Podría verse beneficiado por vientos en dirección norte y	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la mayor arborización de las plazas, con diferentes estratos vegetales y reduciendo los espacios de suelo asfaltado.

Zona Climática Local	Definición (Stewart & Oke, 2012:1885)	Otras características	Condiciones de sitio		Recomendaciones
			Vivienda	Equipamiento	
	Piedra, ladrillo, baldosas, y materiales de construcción de hormigón.	<ul style="list-style-type: none"> De Flujo de calor antropogénico, puede tener entre 30 y 100 W m-2. ¹⁶ Se presenta un leve flujo de calor sensible desde la superficie hacia la atmósfera. 	aumentar la cobertura vegetal de la zona. Con vientos con dirección Norte, podrían generarse brisas frescas (debido a la presencia del Río Maipo hacia el Sur y predios agrícolas)	noreste que traigan humedad costera y por influencia del río. Presenta canales de regadío que también podrían influir en beneficio del confort climático a nivel de microclima.	<ul style="list-style-type: none"> Arborizar con vegetación óptima para la radiación solar, determinando las zonas abrigadas y expuestas para usos urbanos y sus crecimientos residenciales.¹⁸ Utilizar revestimientos o pinturas de colores claros.
ZCL4	Disposición abierta de edificios altos a decenas de pisos. Abundancia de la cobertura de la tierra permeable (plantas bajas, dispersas árboles). Materiales de construcción de hormigón, acero, piedra y vidrio.	<ul style="list-style-type: none"> La rugosidad de la zona, más baja y de características más abiertas, fomenta la mezcla de flujos de aire. 	N/A	Se localiza en torno a la Plaza de Armas. Es muy reducido en superficie, pero es el único sector que, con Equipamiento, promueve edificios de gran altura.	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de pinturas de colores claros. Potenciar la vegetación existente en la plaza de arma, sobre todo de tipo nativa.
ZCL5	Disposición abierta de edificios de media altura (3-9 pisos). Abundancia de la cobertura de la tierra permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Materiales de construcción de hormigón, acero, piedra y vidrio.	<ul style="list-style-type: none"> Presentan flujo de calor sensible desde la atmósfera hacia la superficie. 	Se reduce a unas cuantas manzanas, pero que tienen gran extensión. Unas se localizan hacia el sector norte de la ciudad, en un sector plano. La otra se localiza hacia los márgenes suroriente de la ciudad. Podría recibir la influencia de vientos provenientes del	Esta zona se refleja en sectores del centro de la ciudad, en sentido N-S como también E-O. Son reducidos en expansión territorial.	<ul style="list-style-type: none"> No obstaculizar la circulación del viento con edificios. Potenciar la relación de los flujos de viento desde el sur con dirección de las calles. Generar zonas de amortiguación de los regímenes térmicos. Como zona limítrofe, considerar los espacios

¹⁸ Higuera (2006:103)

Zona Climática Local	Definición (Stewart & Oke, 2012:1885)	Otras características	Condiciones de sitio		Recomendaciones
			Vivienda	Equipamiento	
			sur y una disminución de la temperatura en aquellas estaciones donde los predios agrícolas se encuentren vigorosos, como así también, recibir los perjuicios de contaminación por polvo, quemas, entre otros.		abiertos bajo la categoría de “alta ambiental” como espacios libres de urbanización. <ul style="list-style-type: none"> Fomentar la protección de fachadas desnudas a una radiación excesiva.
ZCL6	Disposición abierta de edificios de baja altura (1–3 pisos). Abundancia de la cobertura de la tierra permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Madera, ladrillo, piedra, baldosas y materiales de construcción de hormigón.	<ul style="list-style-type: none"> Las ZCL6 presentan bajos niveles de superficie construida (del orden de 0 a 40%), bajos porcentajes de superficie impermeable (20%) y alta proporción de cobertura vegetal (sobre el 50%)¹⁵. Por hora, puede tener 5 – 50 W m-2.¹⁶ Debido a que la fracción de suelo construido es menor, la radiación dominante es la del suelo permeable y de la vegetación. 	N/A	Esta zonificación se refleja en uno de los ejes principales de la ciudad, en sentido N-S, pasando por las 3 plazas principales de la ciudad.	<ul style="list-style-type: none"> Consolidar estas zonas y potenciar la presencia de vegetación y cubiertas reflectantes. Crear corredor de enfriamiento a lo largo de las avenidas principales. Arborizar con vegetación óptima para el control de ruido y la contaminación del aire derivados de la cercanía a la Autopista (especies perennes con taludes de tierra y especies resistentes a la contaminación y partículas en suspensión¹⁹).
ZCL9	Disposición escasa de edificios pequeños o medianos en un entorno natural. Abundancia de la	<ul style="list-style-type: none"> Presentan flujo de calor sensible sobre todo desde la atmósfera hacia la superficie. Presenta altos niveles de humedad debido al 	Se reduce a manzanas urbanas localizadas hacia el norte de la ciudad, y limitadas en crecimiento debido a la	N/A	<ul style="list-style-type: none"> No aumentar las superficies impermeables ni construidos para no afectar en el escurrimiento de agua.

¹⁹ Higuera (2006:103)

Zona Climática Local	Definición (Stewart & Oke, 2012:1885)	Otras características	Condiciones de sitio		Recomendaciones
			Vivienda	Equipamiento	
	cobertura de la tierra permeable (plantas bajas, árboles dispersos).	bajo porcentaje de superficie impermeable y la alta proporción de vegetación.	presencia de la Autopista del Sol.		<ul style="list-style-type: none"> • Potenciar la creación de áreas verdes y espacios de pavimentos porosos. • Arborizar con vegetación óptima para el control de ruido y la contaminación del aire derivados de la cercanía a la Autopista (especies perennes con taludes de tierra y especies resistentes a la contaminación y partículas en suspensión²⁰). • Potenciar mecanismos de acumulación de aguas lluvias para mantenimiento de especies vegetales. • Como zona limítrofe, considerar los espacios abiertos bajo la categoría de “alta ambiental” como espacios libres de urbanización.

Fuente: Elaboración propia basándose en recopilaciones bibliográficas de Stewart & Oke (2012) y Oke *et al* (2017)

²⁰ Higuera (2006:103)

5 CONCLUSIONES

Lo expuesto a lo largo de este trabajo, permite arribar a las siguientes conclusiones:

- La ecología urbana permite estudiar los elementos biofísicos como culturales de una ciudad, entendiendo que su relación depende en gran medida de la influencia del hombre, como constructor y alterador de las condiciones existentes, el que genera gran cantidad de ecosistemas que van desde los sistemas naturales hasta antropogénicos, que interactúan de manera diferencial con las condiciones atmosféricas.
- Los ecosistemas urbanos y su interacción con la atmósfera son estudiados por la climatología urbana, la cual estudia las componentes físicas a diferentes escalas. Particularmente, la escala de la presente investigación corresponde a la de los climas locales, muy ligadas a las condiciones de sitio y que muestra las alteraciones del clima regional derivado por las condiciones topográficas y la intervención del hombre, ésta última fuertemente relacionada con los usos y coberturas de suelo. Algunos efectos de la urbanización sobre el clima local pueden ser: efectos sobre la distribución de la humedad relativa, modificación del viento regional, aparición de temperaturas más elevadas, disminución de la evapotranspiración, por mencionar.

- Para el estudio de esta escala de climas locales, Stewart y Oke han desarrollado una metodología de clasificación que permite mejorar la comparación de trabajos de climas urbanos entre diferentes ciudades. Las Zonas Climáticas Locales (2012) se basan en criterios que se saben que ejercen control sobre aspectos del clima local y en microclimas, tales como el viento, la temperatura y la humedad. Estos elementos de control se expresan a través de propiedades comunes a todas las zonas, tales como la impermeabilidad, la rugosidad, el albedo, etc. La clasificación consta de dos series, la natural y la construida, siendo tipificada mediante variables observables y mensurables tales como: estructura urbana, porcentaje de superficie construida, porcentaje de superficie impermeable, relación de aspecto, factor de cielo visible, rugosidad del terreno, admitancia térmica, albedo y densidad de flujo de calor antropogénico.
- El clima urbano hace mención a las modificaciones del clima regional provocadas por las condiciones que se dan en una ciudad. El estudio de este tema tiene particular relevancia para el desarrollo de Instrumentos de Planificación Territorial, especialmente, pensados no sólo en ordenar las actividades que ahí se desarrollen, sino que también en su rol de mejorar la calidad de vida de las personas que residen en ella a través de dichas condiciones que se propician.

Por tanto, la simulación de un escenario de edificación máxima de las manzanas urbanas de la ciudad de Melipilla, basándose en los criterios normativos del Plan Regulador Comunal (PRC) permite concluir los siguientes puntos:

- El estudio descriptivo mediante variables del medio físico de la ciudad de Melipilla permite detectar que la ciudad presenta dos estaciones fuertemente marcadas (invierno lluvioso / verano seco); vientos regionales débiles con dirección noreste y provenientes de la costa; principalmente sector plano con aumento de pendiente en Cerro El Sombrero; en temporada estival, fuerte predominio de humedad relativa durante las noches y madrugada, situación inversa en invierno.
- Para la determinación del escenario máximo de edificación de acuerdo con las condiciones normativas dispuestas en el PRC (y sus modificaciones) se consideraron aquellas zonas que normasen usos de suelo de Vivienda y/o Equipamiento. Se excluyeron del análisis aquellas de uso industrial, zonas especiales y de restricción, resultando 18 zonificaciones del PRC. Al revisar la estructura urbana de estas zonas, resultaron 19 unidades de análisis a las cuales se les asignaron sus normas específicas de edificación, una intersección de referencia para fines de cálculo de altura mediante rasante (si el PRC así lo estipulase) y para el *Sky View Factor*. Con esta información fue posible establecer un escenario maximizado teórico que permitiese estimar cuales serían los valores máximos de edificación por manzana urbana.

- Con el escenario maximizado, y mediante la utilización de la metodología de Zonas Climáticas Locales de Stewart y Oke (2012) fue posible clasificar las unidades de análisis de la ciudad de Melipilla. Para el Uso de Suelo Vivienda, un 83% de las manzanas corresponderían a un tipo ZCL2, zona de alta densidad de media altura, contra un 62% del mismo tipo en Uso Equipamiento. Los autores definen este tipo de zonas como muy edificadas, con baja vegetación y cobertura de suelo en su mayoría pavimentada (altos niveles de impermeabilización, baja humedad, aumento del calor antropogénico, flujos de calor nocturno hacia la atmósfera y reducidos valores de albedo).
- Estos resultados cobran particular importancia en la ciudad de Melipilla, sobre todo vinculados a los proyectos de desarrollo que se avecinan y a las estacionalidades, puesto que promueven que fenómenos como la isla de calor urbano presenten mayores intensidades (aunque dada la carencia de información climática, no se puede afirmar cual es el grado de ésta misma).

Las afirmaciones recién enunciadas abren la puerta a una serie de consecuencias, interesando en este apartado solo explicitar aquellas relacionadas directamente con la pregunta formulada al inicio de esta investigación, esto es, si el PRC contiene elementos normativos que también sean de tipo climático, y que, de ser así, permitiesen previsualizar los efectos que tendrían en el futuro sobre la ciudad. Pues bien, la Ley General de Urbanismo y

Construcciones, con su ordenanza respectiva, norma la edificación mediante diversos criterios de edificación siendo comparables particularmente tres variables con la metodología de Stewart y Oke (2012): Altura máxima de edificación, relación de aspecto (altura máxima / Ancho de vía) y porcentaje de máxima ocupación del suelo. Una cuarta variable es posible de calcular mediante software que estima el valor de *Sky View factor* a partir de la forma de las manzanas urbanas y su altura. Estas variables, de acuerdo con los autores, ejercen control sobre las variables climáticas locales modificándolas respecto a la condición regional. Si bien, podrían precisarse aún más la clasificación, dentro de las variables normadas en el PRC no se cuenta con detalles de la materialidad de la construcción o de la cobertura vegetal que cada zona debiese tener, por tanto, el PRC sólo aporta variables de tipo geométrico al análisis climático. Sin embargo, con estas cuatro variables de comparación es posible llegar a una aproximación teórica de lo que podría generarse si en la ciudad de Melipilla se maximizaran las edificaciones.

Por otra parte, considerando que el PRC promueve determinadas Zonas Climáticas Locales se puede tener dos vías de gestión. Por una parte, es aceptar el instrumento tal cual está, implicando que se deben realizar gestiones para amortiguar determinados efectos climáticos no beneficiosos para las personas; O bien, reconfigurar el instrumento creando mayor heterogeneidad entre las zonas y fomentando determinados niveles de permeabilización y vegetación. En ambos casos, la planificación y el diseño urbano cobra particular importancia,

puesto que se pueden proyectar, construir y consolidar áreas especiales que provean beneficios climáticos a las personas, como corredores de enfriamiento, áreas de sombra, corredores de viento, pavimentos fríos, por mencionar.

Esta conclusión abre la puerta a nuevos desafíos relacionadas con los alcances de la climatología urbana y su relación con la planificación territorial. En ese sentido, se plantean las siguientes recomendaciones:

- El estudio de otro tipo de Instrumentos de Planificación Territorial deberán ser objeto de nuevas investigaciones, pero evidentemente implican un planteamiento de nuevas miradas que rompan la forma tradicional de mirar el territorio.
- Se deberán seguir realizando estudios en base a la inclusión de las variables ambientales, particularmente climáticas.
- Se podría realizar una clasificación con el método de las Zonas Climáticas Locales actuales de la ciudad de Melipilla, sobre todo considerando los procesos de urbanización recientes y las proyecciones de crecimiento derivadas de los procesos de desarrollo venideros.
- La Ciudad de Melipilla no cuenta con información base de tipo climática al interior de la ciudad, pero si cuenta con estaciones meteorológicas cercanas que pueden colaborar con un entendimiento de determinadas variables climáticas como las precipitaciones, las temperaturas y el viento. Por tanto, se deben mejorar las bases de datos dentro de la ciudad de

Melipilla, y de muchas otras ciudades intermedias que no cuentan con compendios que permitan estimar las magnitudes de cambio derivadas de los procesos de urbanización. Así también, es importante realizar seguimientos y control de las condiciones climáticas urbanas en áreas significativas de las ciudades.

- Reforzar las bases de datos geográficas de la ciudad de Melipilla, incorporando información ligada a la geometría de las edificaciones, vialidad, permisos de edificación, etc.
- Por último, es sumamente necesario que las instituciones, públicas y privadas, tomen en cuenta el conocimiento de carácter ambiental y territorial que otorga el estudio de los climas locales, considerando que su conocimiento podría aportar nuevas herramientas de planificación y gestión, permitiendo mejorar mediante proyectos de desarrollo urbano, mejorar la calidad de vida de los habitantes, la resiliencia y la sustentabilidad urbana.

6 BIBLIOGRAFÍA

Fuentes citadas

- Aktas, Yasemin & Stocker, Jenny & Carruthers, David & Hunt, Julian. (2017). A Sensitivity Study Relating to Local Urban Climate Modelling within the Built Environment. *Procedia Engineering*, 198, 589-599. 10.1016/j.proeng.2017.07.113.
- Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016). Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data. *Journal of Sensors*, 16. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1480307>
- Balling, R., & Brazel, S. (1987). Temporal variation in Tucson, Arisona summertime atmospheric moisture, temperature and weather stress levels. *Journal of climate and applied meteorology*, 26, 995-999.
- Bertoux, L., & González, D. (2015). Vulnerabilidad y resiliencia urbana frente al cambio climático: El caso de la zona metropolitana de Guadalajara, México. *Revista Urbano*, 31, 24 - 31.
- Capelli, A., Piccolo, M., & Campo de Ferreras, A. (2005). *El clima urbano de Bahía Blanca*. Buenos Aires: Dunken.
- Cárdenas Jirón, L. A. (2012). *Evaluación bioclimática para un instrumento de planificación urbana: El plan regulador comunal de Huechuraba*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Cárdenas, L. A., & Uribe, P. (2012). Acceso solar a las edificaciones: El eslabón pendiente en la norma urbanística chilena sobre la actividad proyectual. *Revista de Urbanismo*, 21 - 42.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección ambiental, la observación de la tierra desde la tierra*. . España: Ariel Ciencia.
- Comisión Económica para América Latina y El Caribe. (1998). *Ciudades intermedias de América Latina y El Caribe: Propuestas para la gestión urbana*. Ministero degli Affari Esteri del Gobierno de Italia.
- Davenport, A., Oke, T., & Wieringa, J. (2000). Estimating the roughness of cities and sheltered country. *Preprints, 12th Conf. on Applied Climatology*, 96-99.
- Fariña, J. (1998). *La ciudad y el medio natural*. Madrid: Akal.
- Ferrelli, F., Bustos, M., & Piccolo, M. (julio - diciembre de 2016). La expansión urbana y sus impactos sobre el clima y la sociedad de la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Estudios Geográficos*, LXXVII(281), 469 - 489. doi:10.3989/estgeogr.201615
- Fröhlich, D., & Matzarakis, A. (2018). Spatial Estimation of Thermal Indices in Urban Areas—Basics of the SkyHelios Model. *Atmosphere*, 209. doi:doi:10.3390/atmos9060209
- Gaona, G., Balcázar, L., & Jaime, I. (2015). Estimación de longitud de rugosidad aerodinámica a partir de imágenes MODIS y LandSat. *Conference: XV Encuentro de Geografos de América Latina* (págs. 1 - 9). La Habana - Cuba: Encuentro de Geografos de América Latina.
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2013). *Estudio: Riesgo potencial por amenazas derivadas de procesos naturales, en los principales asentamientos humano de la región Metropolitana de Santiago*. Santiago: Edáfica y GORE RMS.
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2015). *Diagnóstico Planes Marco de Desarrollo Territorial (PMDT) Territorio 1: Subterritorio 3 Melipilla*. Santiago: Consultorías Profesionales Agraria Ltda.

- Gómez, N. (2014). *Climatología urbana de Copiapó como ciudad localizada en un medio ambiente árido*. Santiago: Universidad de Chile.
- González, C., & Romero, H. (2005). *Criterios para la sustentabilidad ambiental urbana. Estudio de caso de la ciudad de San Fernando. VI Región. Chile*. Sao Paulo: Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina.
- Henríquez, C. (2014). *Modelando el Crecimiento de Ciudades Medias: Hacia un desarrollo urbano sustentable*. Santiago: Ediciones UC.
- Hernández, A (Coord). (2013). *Manual de Diseño Bioclimático Urbano: Recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas*. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.
- Higueras, E. (1998). *Urbanismo Bioclimático: Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Higueras, E. (2006). *Urbanismo bioclimático*. Barcelona: Gustavo Gili SL.
- Higueras, E. (2009). La ordenanza bioclimática de Tres Cantos, Madrid. Últimos avances en planificación ambiental y sostenible. *Revista de Urbanismo*. Obtenido de http://web.uchile.cl/vignette/revistaurbanismo/CDA/urb_completa/0,1313,ISID=742%26IDG=3%26ACT=0%26PRT=21869,00.html
- Ilustre Municipalidad de Melipilla. (2015). *Asignación de nuevas normas urbanísticas a terrenos urbanos de la comuna de Melipilla, cuyas declaratorias de utilidad pública caducaron por decreto alcaldicio Ex N°1.225 de fecha 14 de abril de 2015, publicado en el Diario Oficial el 23 de abril de 2015*. Melipilla: Secretaria Comunal de Planificación.
- Ilustre Municipalidad de Melipilla. (2016). *Plan de Desarrollo Comunal de Melipilla 2015 - 2019*. Informe Etapa IV, RIMISP Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, Melipilla.
- Ilustre Municipalidad de Melipilla. (s.f.). *Orígenes de Melipilla*. Obtenido de Melipilla: https://www.melipilla.cl/origenes_de_melipilla.pdf
- López, O. (2004). La sustentabilidad urbana. *Bitácora Urbano Territorial*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74800801>
- Lowry, W. (1998). Urban effects on precipitation amounts. *Progress in Physical Geography*, 477-520.
- McHarg, I. (2000). *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Marsh, W. (1978). *Environmental analysis for land use and site planning*. Nueva York: McGraw Hill.
- Marsh, W. (1997). *Landscape Planning Environmental applications*. Michigan: John Wiley & Sons, Inc.
- Matzarakis, A., & Matuschek, O. (2011). Sky View Factor as a parameter in applied climatology – Rapid estimation by the SkyHelios Model. *Meteorologische Zeitschrift*, 39 - 45.
- Merg, C. B. (2011). Mapas digitales regionales de lluvias, Índice estandarizado de precipitación e Índice verde. *Revista Pilquén*, 1 - 11.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (16 de abril de 1992). Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. *Fija nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones*. Chile: MINVU.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (6 de junio de 1988). Apueba Plan Regulador Comunal de Melipilla. *Diario Oficial de la República de Chile*, págs. 4 - 13.
- Oke, T. (1984). Methods in urban climatology. *25th International Geographical Congress Symposium No. 18: Applied Geography* (págs. 19 - 29). Zurich: Zürcher Geographische Schriften.

- Oke, T. (1987). *Boundary Layer Climates*. Londres: Routledge.
- Oke, T. (2004). *Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites*. Reporte, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION , INSTRUMENTS AND OBSERVING METHODS , Canadá.
- Oke, T., Christen, A., Voogt, J., & Mills, G. (2017). *Urban Climates*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Olgay, V. (1963). *Design with Climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Nueva Jersey: Princeton University Press.
- Pabón, J., Zea, J., León, G., Hurtado, G., Gonzalez, C., & Montealegre, J. (2001). La atmósfera, el tiempo y el clima. En P. Leyva, *El Medioambiente en Colombia* (págs. 34-113). Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales, IDEAM.
- Pérez, J., Ladrón de Guevara, I., & Boned, J. (2015). Incidencia del clima local en los procesos de planificación territorial. Análisis bioclimático de la Costa del Sol Occidental de Málaga (España). *EURE*, 41 (123), 187 - 210.
- Picone, N. (2014). *Clima urbano de la Ciudad de Tandil*. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur.
- Publimetro. (20 de enero de 2018). *Este es el detalle de cómo será el megapuerto de San Antonio*. Recuperado el 21 de agosto de 2018, de Publimetro Emprende: <https://www.publimetro.cl/cl/noticias/2018/01/20/este-detalle-sera-megapuerto-san-antonio.html>
- Pulso. (19 de enero de 2018). *Pulso, La Tercera*. Obtenido de Proyecto ferroviario Santiago-San Antonio se reactiva tras anuncio de megapuerto: <http://www.pulso.cl/empresas-mercados/proyecto-ferroviario-santiago-san-antonio-se-reactiva-tras-anuncio-megapuerto/>
- Romero, H., & Órdenes, F. (2003). Plan Regulador Comunal y sustentabilidad ambiental de la ciudad de Los Ángeles. *Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, 26 - 31.
- Romero, H., Moscoso, C., & Smith, P. (2009). Lecciones y conclusiones sobre la falta de sustentabilidad ambiental del crecimiento espacial de las ciudades chilenas. En R. Hidalgo, C. de Mattos, & F. (. Arenas, *Chile: del país urbano al país metropolitano* (págs. 89-108). Santiago.
- Romero, H., Salgado, M., & Smith, P. (2010). Cambios climáticos y climas urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. *Revista INVI*, 25(70). doi:10.4067/S0718-83582010000300005
- Romero, H., Toledo, X., Órdenes, F., & Vásquez, A. (2001). Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente Hoy*, 45 - 51.
- Sarricolea, P. (2008). *Análisis de la sustentabilidad del crecimiento urbano de la ciudad de Santiago y sus efectos sobre la configuración de las temperaturas superficiales*. Universidad de Chile. Santiago: Universidad de Chile.
- Stewart, I., & Oke, T. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin American Meteorological Society*, 1879 - 1900.
- Stewart, I., Oke, T., & Krayenhoff, S. (2014). Evaluation of the 'Local climate zone' scheme using temperature observations and model simulations. *International Journal of Climatology*(34), 1062 - 1080. doi:10.1002/joc.3746
- Strahler, A., & Strahler, A. (1994). *Geografía Física*. Barcelona: Omega.
- Ubilla, G. (2007). *Diagnóstico y propuesta de Ordenamiento Territorial para la comuna de Melipilla, Región Metropolitana de Santiago*. Universidad de Chile, Escuela de Geografía. Santiago: Universidad de Chile.

Wieringa, J., Davenport, A., Grimmond, S., & Oke, T. (2001). New revision of Davenport roughness classification. *Erd European an African Conference on Wind Engeneering* . Eindhoven Netherlands. Recuperado el octubre de 2018, de <http://www.kcl.ac.uk/ip/suegrimmond/publishedpapers/DavenportRoughness2.pdf>

Bases de datos

U.S. Geological Survey (2018), "Earth Explorer" [base de datos en línea], <http://https://earthexplorer.usgs.gov/> [fecha de consulta: mayo de 2018].

Red Agroclimática Nacional (2018), "Datos históricos" [base de datos en línea], <http://https://www.agromet.cl/datos-historicos> [fecha de consulta: mayo de 2018].

Agroclima (2018), "Datos históricos" [base de datos en línea], <http://http://www.agroclima.cl/Informe.aspx?IdReg=13#> [fecha de consulta: mayo de 2018].

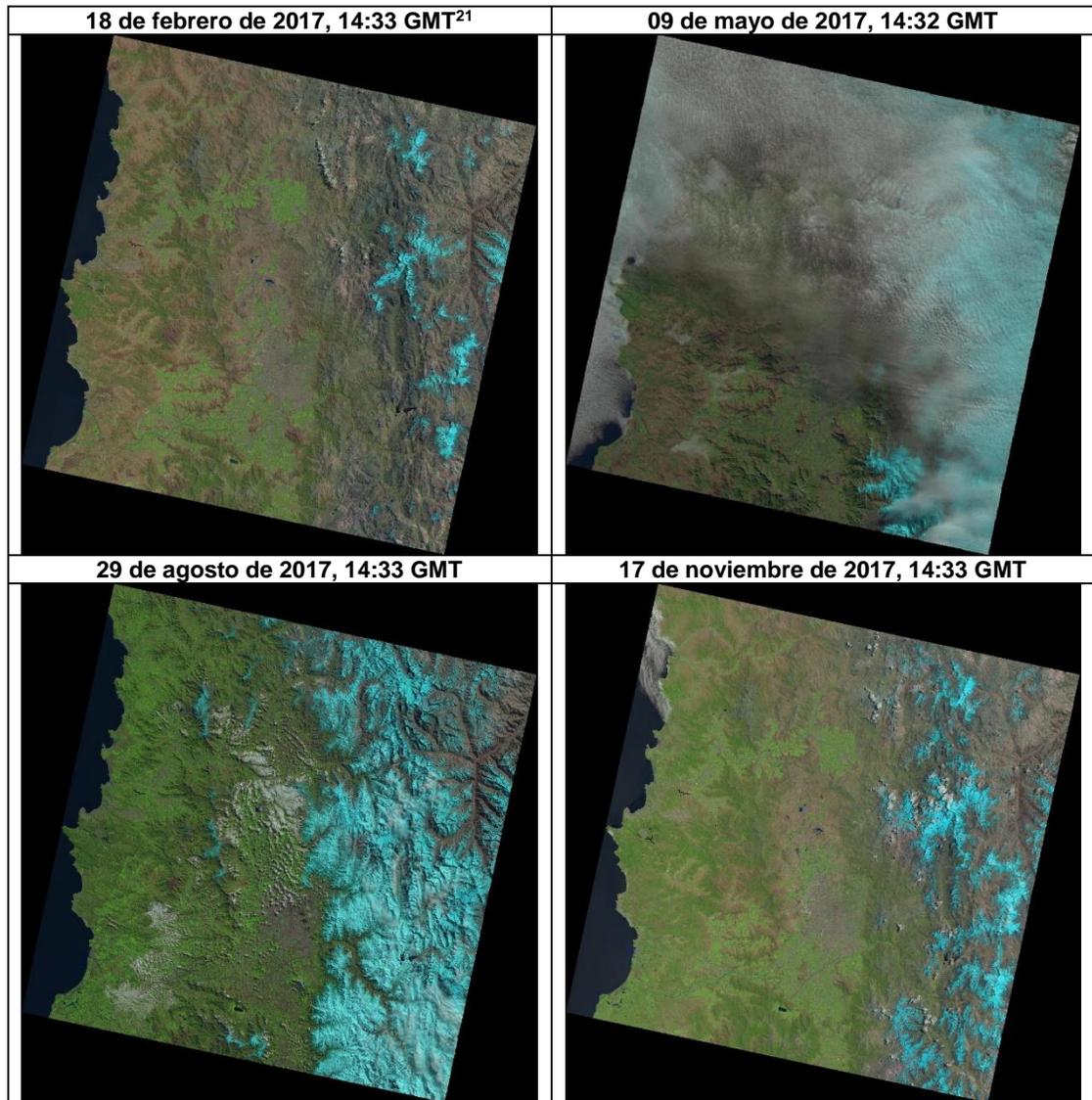
Dirección General de Aguas (2018), "Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea" [base de datos en línea], <http://http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes> [fecha de consulta: agosto de 2018].

Censo (2018), "Servicio de mapas del Censo 2017" [base de datos en línea], <http://http://www.censo2017.cl/servicio-de-mapas/> [fecha de consulta: junio de 2018].

7 ANEXOS

7.1. Descripción del medio físico

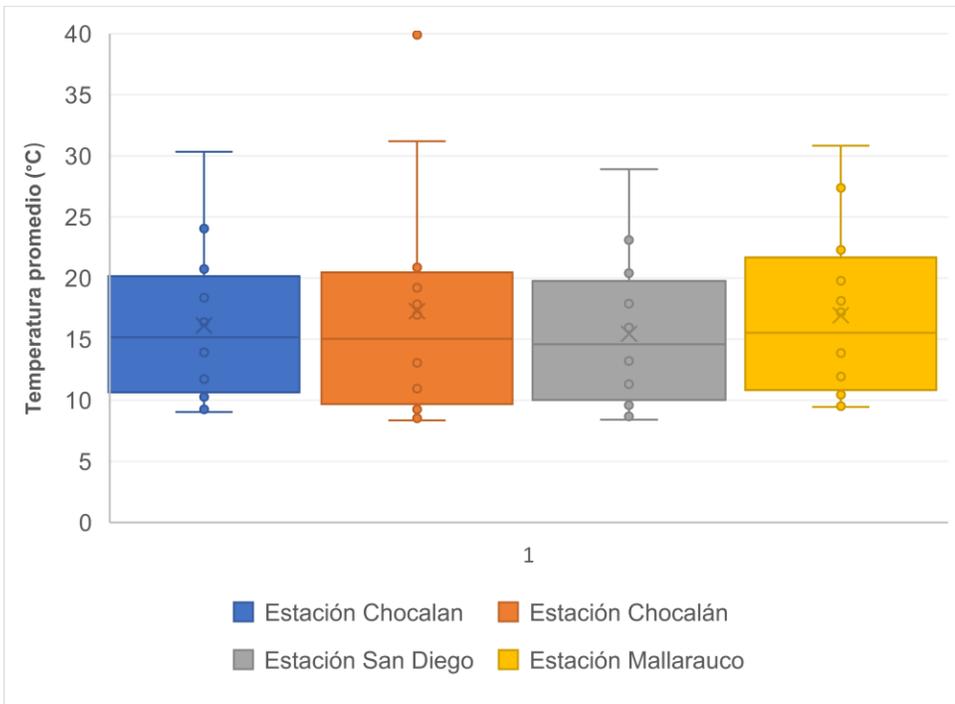
7.1.1. Imágenes falso color Landsat 8



Fuente: U.S. Geological Survey

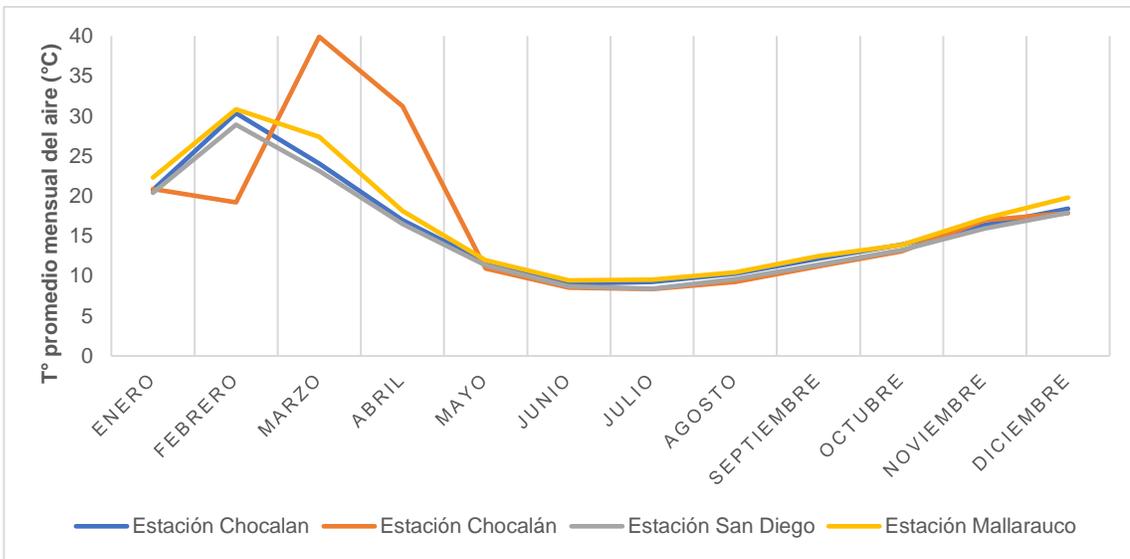
²¹ GMT corresponde a la sigla en inglés Greenwich Mean Time (hora del meridiano de Greenwich) equivalente al tiempo universal coordinado (UTC). La hora 14:33 GMT equivale a 11:33 en Chile en horario de verano.

7.1.2. Temperaturas promedio anuales (2017)



Fuente: Elaboración propia con datos de Agroclima

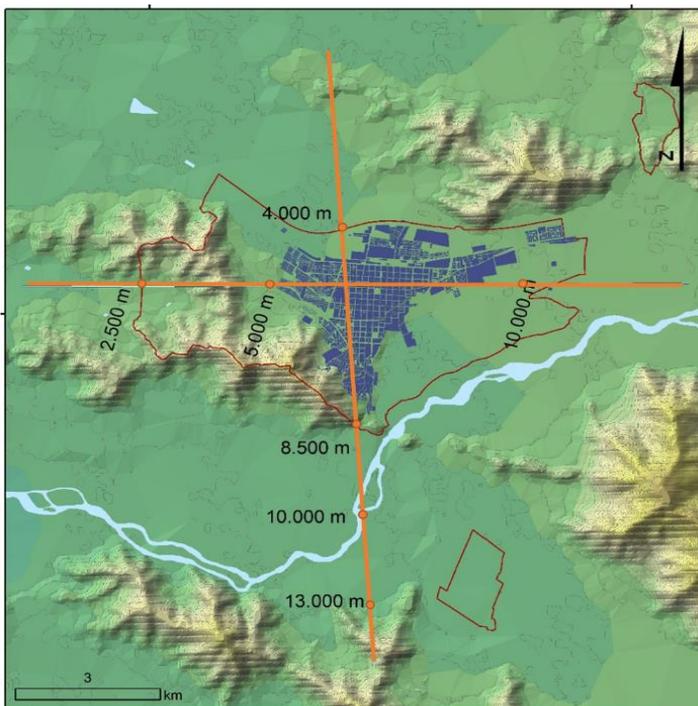
7.1.3. Temperatura media mensual



Fuente: Elaboración propia con datos de Agroclima

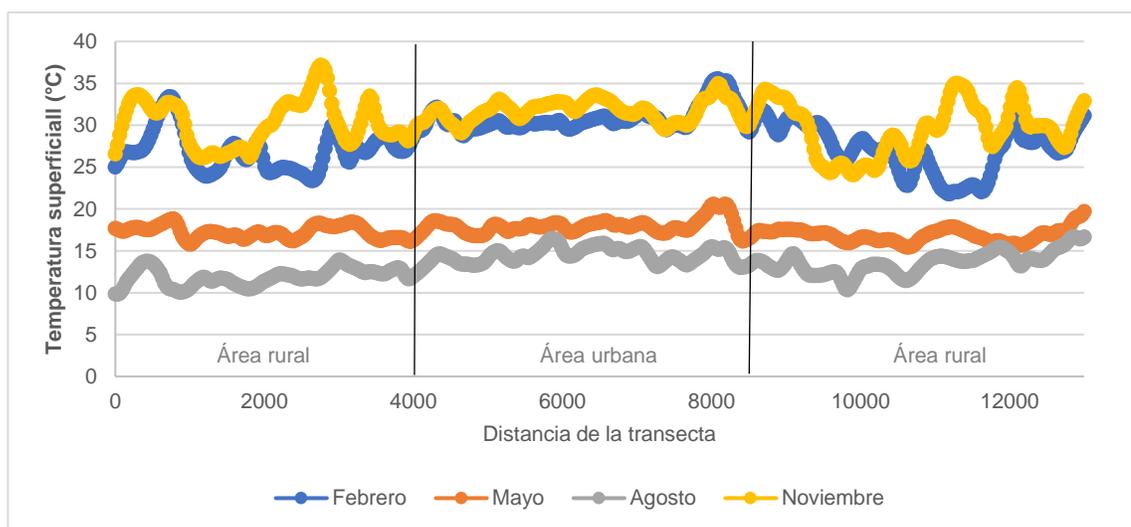
7.1.4. Transectos de temperaturas superficiales

a) Transectos para estudio de temperatura superficial del suelo.



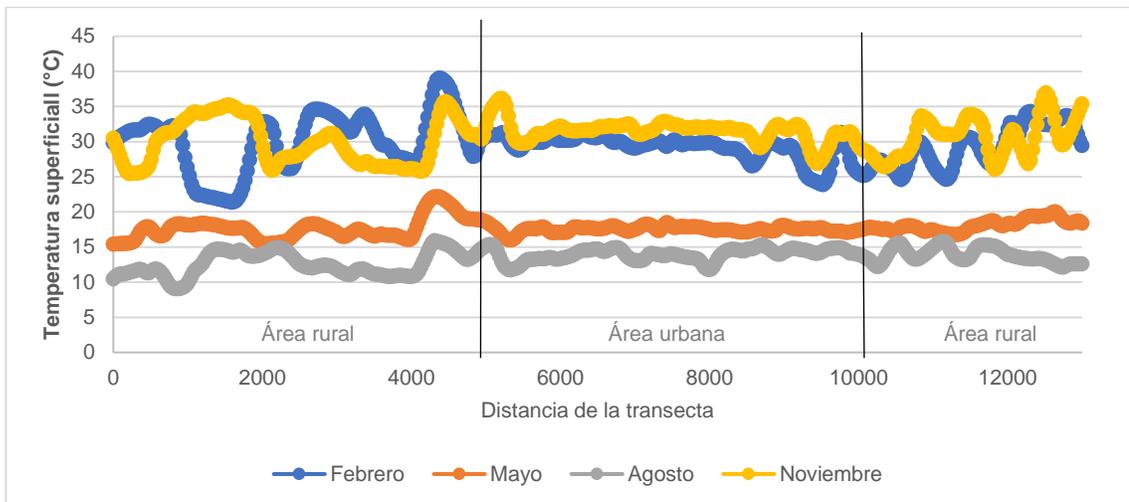
Fuente: Elaboración propia.

b) Transecto Norte-Sur de temperatura superficial del suelo



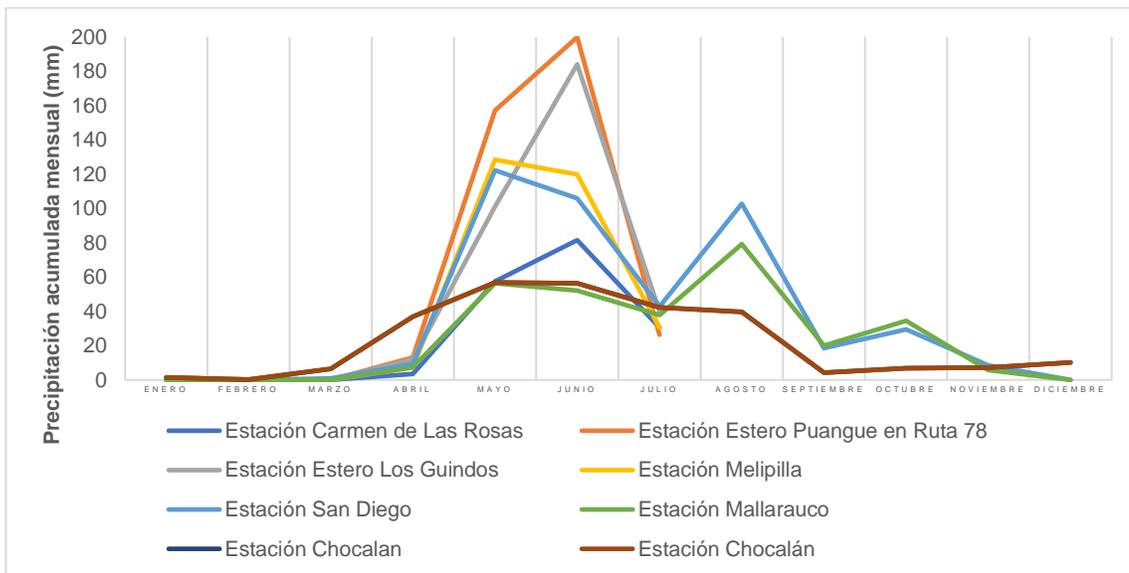
Fuente: Elaboración propia.

c) *Transecto Oeste - Este de temperatura superficial del suelo.*



Fuente: Elaboración propia.

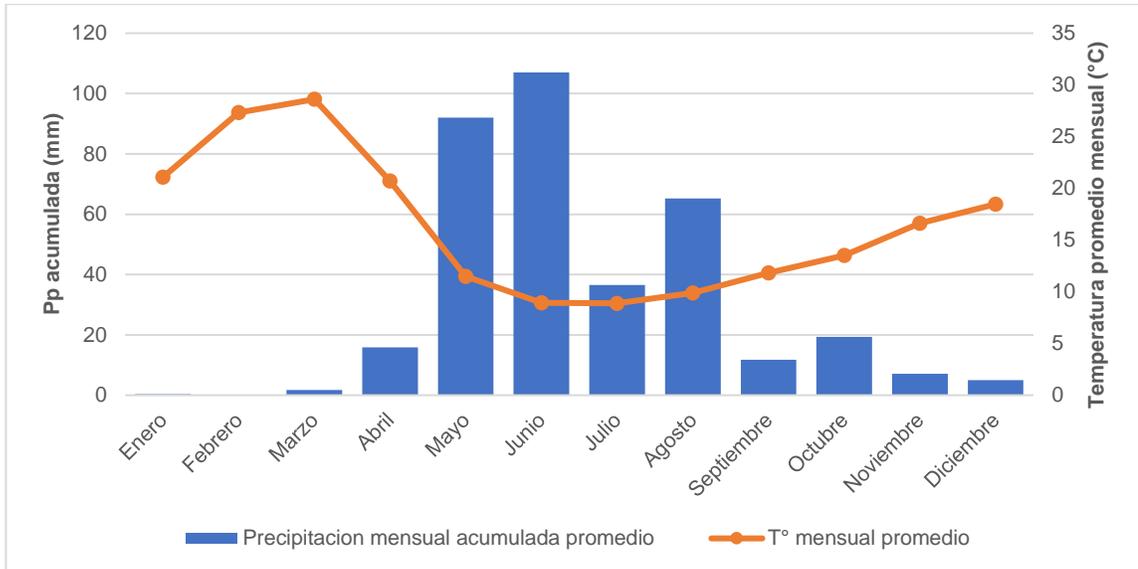
7.1.5. *Precipitación acumulada mensual en mm por estación meteorológica²².*



Fuente: Elaboración propia con datos de DGA y Agroclima.

²² Las estaciones Carmen de Las Rosas, Estero Puangue en Ruta 78 y Estero Los Guindos sólo cuentan con información de precipitaciones desde enero hasta julio del 2017.

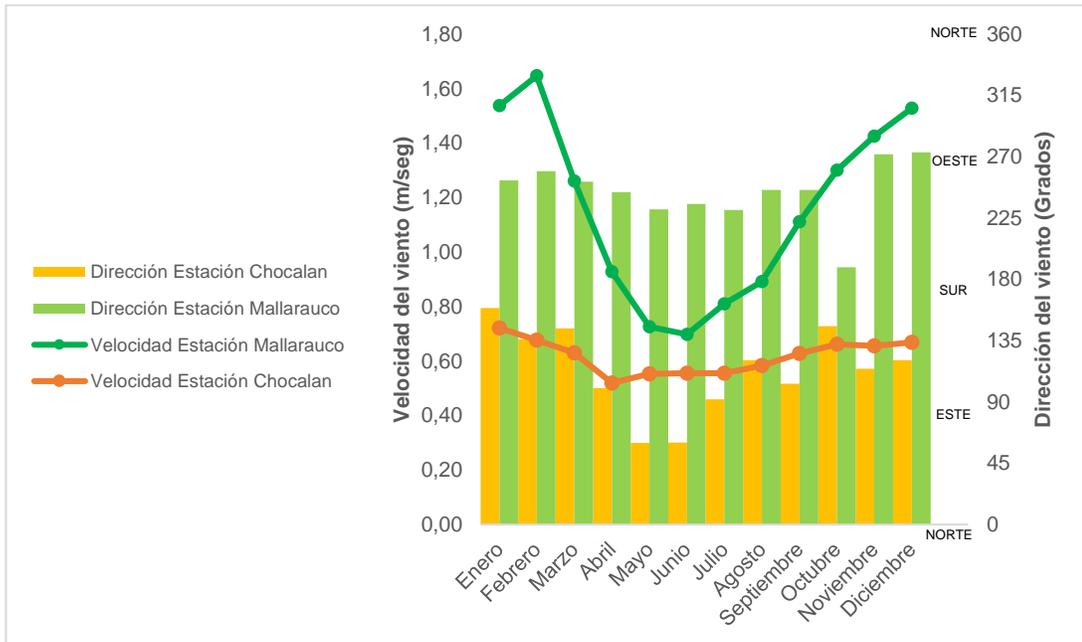
7.1.6. Climograma promedio de área de estudio



Fuente: Elaboración propia con datos de DGA y Agroclima.

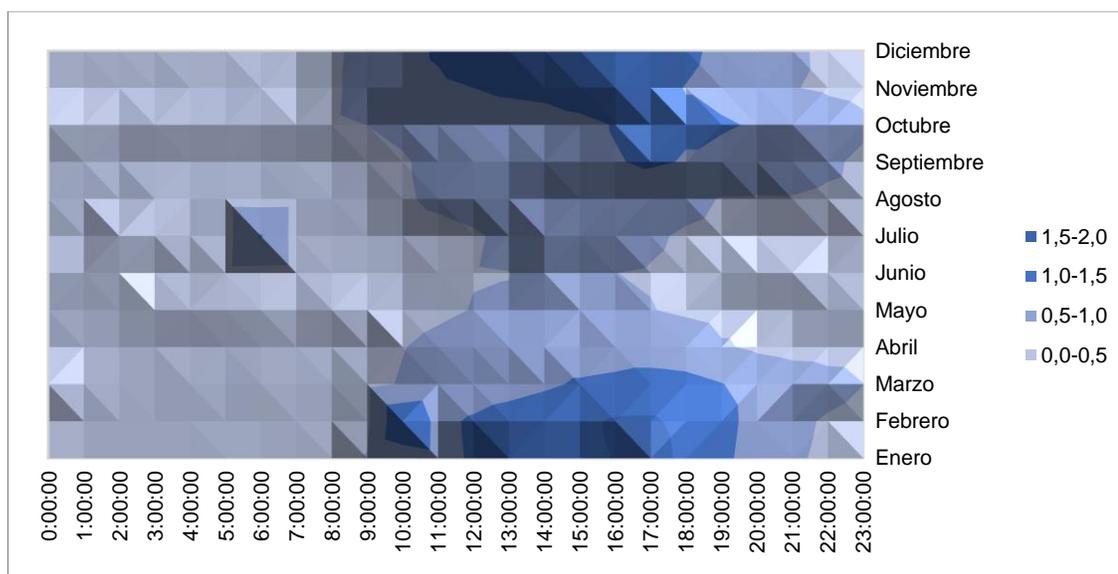
7.1.7. Velocidad y dirección del viento

a) Velocidad y dirección del viento por mes



Fuente: Elaboración propia con datos de Agroclima.

b) Velocidad del viento promedio (m/seg) de las estaciones Chocalan ⁽¹⁾, Chocalán ⁽²⁾ y Mallarauco según mes y hora.



Fuente: Elaboración propia con datos de Agroclima.

7.1.8. Vegetación

a) Formaciones vegetacionales

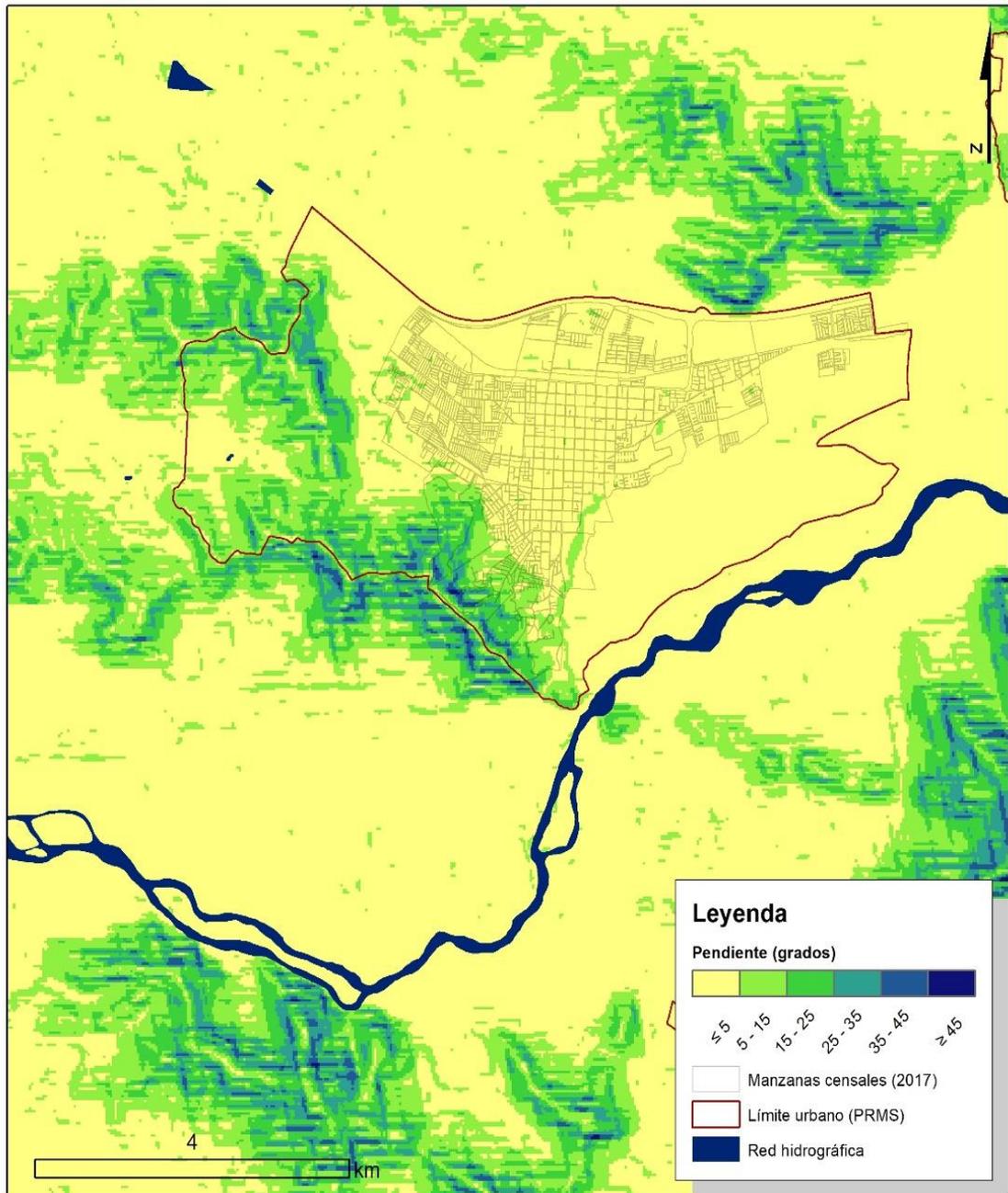
Según Gajardo (1983, citado en Ubilla, 2007) la comuna presenta las siguientes formaciones vegetacionales:

- **Matorral Espinoso de la serranía transversal:** Corresponde a una formación vegetal situada en sectores montañosos de posición intermedia entre mar y cordillera al norte y centro de la Región Metropolitana de Santiago. La heterogeneidad ambiental determina un mosaico variado de comunidades vegetales, como son las comunidades de Quillay-Guayacán (*Quillaja saponaria-Porlieria chilensis*) en las laderas más húmedas, Chagual-Palhuén

- (*Puya berteroniana-Adesmia arbórea*) en los sectores más secos y Sauce amargo-Maitén (*Salix chilensis-Maytenus boaria*) en torno a los cursos de agua.
- **Bosque espinoso abierto:** Formación constituida por arbustos y árboles espinosos, ubicados en los planos al norte de Santiago. Las principales comunidades vegetales están caracterizadas por la presencia del Espino y ellas son: Algarrobo-Espino (*Prosopis chilensis-Acacia caven*) y Espino-Huañil (*Acacia caven-Proustia cuneifolia*)
 - **Matorral espinoso de la Cordillera de la Costa:** Matorrales densos probablemente de origen secundario correspondiente a una fase degradada de un bosque esclerófilo de mayor desarrollo estructural. Las comunidades más representativas son: Trevo-Colliguay (*Trevoa trinervis-Colliguaja odorifera*) y Boldo-Trevo (*Peumus boldus-Trevoa trinervis*).
 - **Matorral espinoso del Secano Costero:** Formación ubicada en los lomajes costeros al poniente de la Cordillera de la Costa. Las comunidades vegetales típicas son Espino-Maitén (*Acacia caven-Maytenus boaria*) y Romerillo-Llantén (*Baccharis linearis-Plantago hispidula*).
 - **Bosque esclerófilo costero:** Bosque con un alto grado de intervención antrópica, que en algunos cajones y laderas presenta su máxima expresión. Entre ellas destacan Belloto-Patagua (*Beilschmiedia miersii-Crinodendron patagua*), Peumo-Molle (*Cryptocarya alba-Schinus latifolius*), Palma chilena-Litre (*Jubaea chilensis-Lithrea caustica*) y Canelo-Chequén (*Drimys winteri-Luma chequen*).

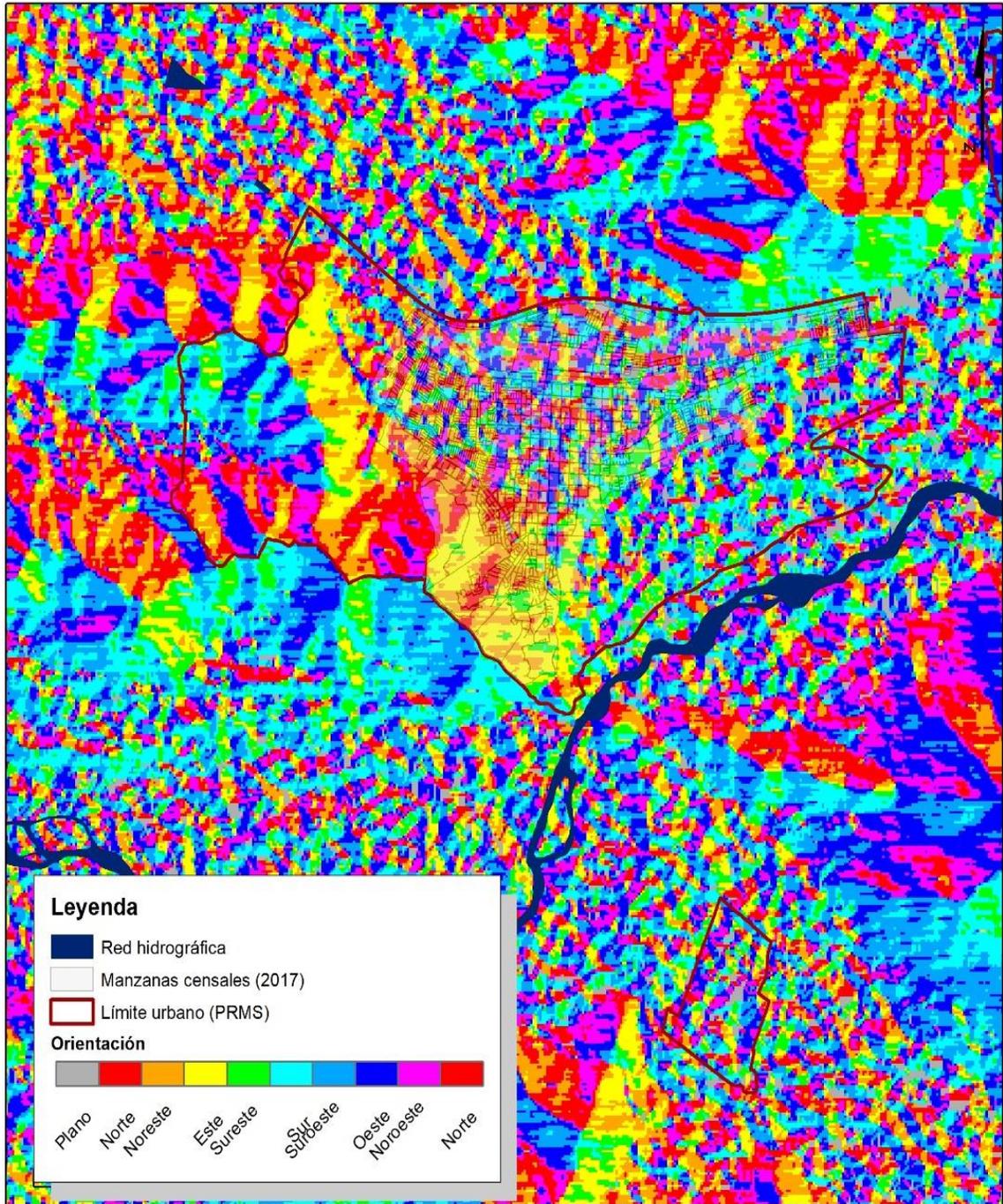
7.1.9. Geomorfología

a) Pendiente (grados)



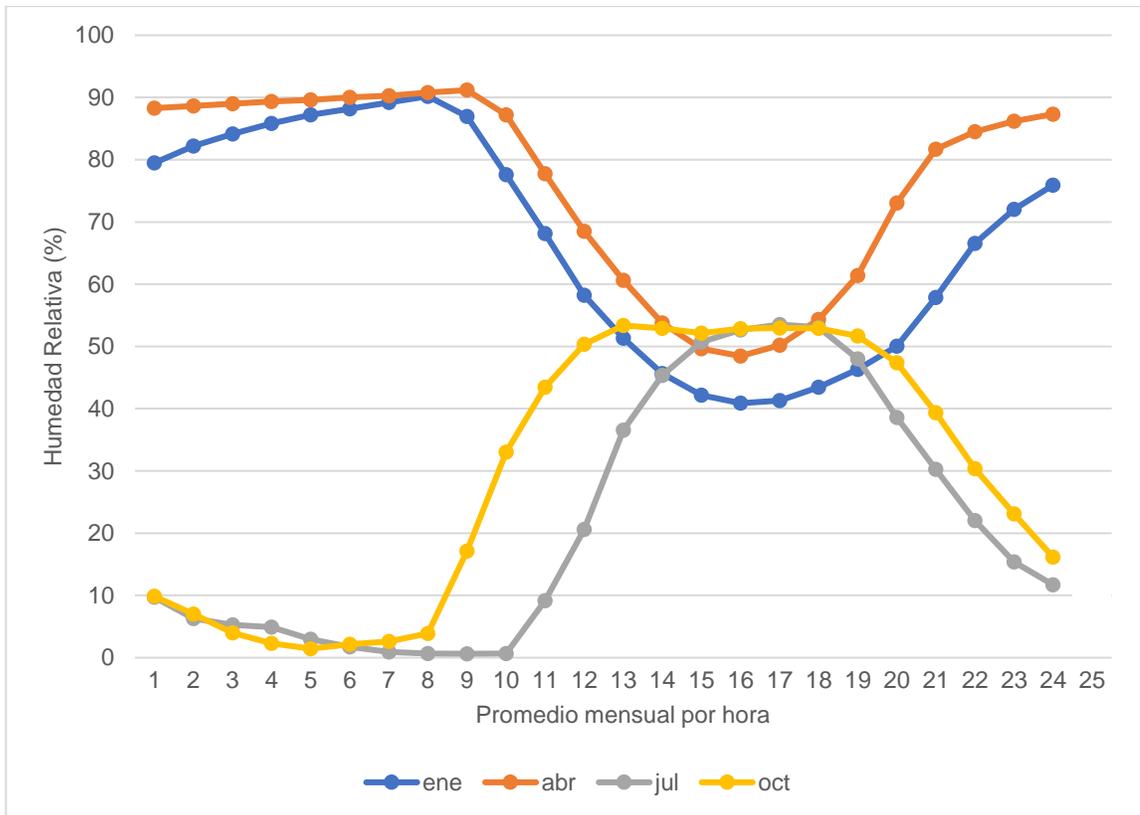
Fuente: Elaboración propia

b) Orientación de laderas



Fuente: Elaboración propia

7.1.10. Humedad relativa



Nota: Promedio mensual por hora de humedad relativa de los meses de enero, abril, julio y octubre de la Estación agroclimática Chocalan (1).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de reporte histórico de la estación Chocalan (1) del año 2017, Red Agroclimática Nacional (AGROMET)

7.2. Zonificación y Normas Urbanísticas según Uso de suelo del PRC de Melipilla

7.2.1. Zonificación del PRC

Zona PRC	Nombre Zona	Usos permitidos	Año instrumento	Observaciones	
Z-1	Zona Z1	Vivienda, equipamiento, talleres y almacenamiento inofensivos	1988	Consideradas para la revisión climática	
Z11	Zona Z 11	Vivienda, equipamiento educacional	2007		
Z1-E2	Calle Ortuzar	Vivienda, equipamiento	1990		
Z1-E3	Avenida Manso de Velasco	Vivienda, equipamiento, talleres y almacenamiento inofensivo	1990		
Z1-IA	Zona Z1-IA	Actividades productivas, espacios públicos, áreas verdes	2007		
Z-2	Zona Z2	Vivienda, equipamiento, talleres y almacenamiento inofensivos, terminales de transporte y actividades complementarias a la vialidad	1988		
Z-3	Zona Z3	Vivienda, equipamiento, talleres y almacenamiento inofensivos	1988		
Z-4	Zona Z4	Vivienda, equipamiento, transporte, talleres y almacenamiento inofensivos	1988		
Z4-A	Zona Z4-A	Vivienda en edificios colectivos, equipamiento educación, equipamiento deportivo, etc.	2007		
Z-5	Zona Z5	Vivienda, equipamiento, talleres y almacenamiento inofensivos	1988		
Z5-A	Zona Z5-A	Vivienda, equipamiento, talleres y almacenamiento inofensivos	1996		
Z-6	Zona Z6	Vivienda	1988		
Z6-A	Zona 6-A	Residencial equipamiento, espacios públicos	2007		
ZCM-1	Zona Centro de Melipilla 1	Vivienda, equipamiento a escala intercomunal y comunal, vialidad	2002		
ZCM-2	Zona centro de Melipilla 2	Vivienda, equipamiento, vialidad	2002		
ZI-1	Zona ZI-1	Vivienda	1988		
ZI-2	Zona ZI-2	Talleres artesanales inofensivos y molestos, industrias inofensivas, industrias molestias e industrias insalubres	1988		No consideradas por no permitir usos de vivienda y equipamiento
ZI-3	Zona ZI-3	Talleres artesanales inofensivos y molestos, almacenamiento inofensivo y molesto	1988		
ZR-1	Zona de restricción por alto riesgo de asentamientos humanos	Áreas verdes, forestación	1988		
ZR-2	Zona de restricción de la estación y línea ferroviaria	Edificaciones e instalaciones propias de la estación, desvíos y líneas ferroviarias	1988		
ZR-3	Zona de restricción de acueductos y canales de regadío		1988		
ZR-4	Zona de protección de pozos de captación, filtros y estanques de agua potable y plantas de tratamiento de aguas servidas		1988		
AV	Área verde				
FA	Franja arbolada				
FPA	Franja de protección				
ZE-1	Zona Cementerio	Cementerio, cuyas normas se regirán por los servicios competentes	1988		
ZE-2	Zona deportiva	deporte, recreación, áreas verdes y similares.	1988		
ZE-3	Zona ZE-3	Talleres y almacenamiento inofensivos, equipamiento	1996		
ZE-AV	Zona Centro de Melipilla 3	Plaza de armas	2002		
Z-5B, ZE- 3S, Z2-E4	Zonas Z-5B, ZE- 3S, Z2-E4			Al momento de la revisión bibliográfica no se encontró información normativa de estas zonas	

7.2.2. Normativa que rige el Uso de Suelo Vivienda

Zona PRC	Nombre Zona	Vivienda											
		Superficie predial mínima (m ²)	Frente predial mínimo (m)	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	Coefficiente máximo de constructibilidad	Sistema de agrupamiento	Profundidad máxima de continuidad	Altura máxima de edificación continua (m)	Altura máxima de edificación pareada (m)	Altura máxima de edificación aislada (m)	Antejardín mínimo (m)	Densidad máxima (viv/ha)	Distancia mínima a medianeros (m)
Z-1	Zona Z1	300	10	50	Continuo		50% respecto al deslinde. En los frentes de manzana en que predomine la edificación aislada, se permitirá tanto aislada como pareada	8	Según rasante (Art. 479 OGUC)	Según rasante (Art. 479 OGUC)	-	-	-
Z11	Zona Z 11	250		50	1,4	Aislado, pareado (En loteos de más de 1 ha podrá optarse por solución continua)				8		40	
Z1-E2	Calle Ortuzar	segundo piso											
Z1-E3	Avenida Manso de Velasco	500	10	50	2		50% respecto al deslinde, En los frentes de manzana en que predomine la edificación aislada, se permitirá tanto aislada como pareada	8	Según rasante (art 479 OGUC)	Según rasante (art 479 OGUC)			
Z1-IA	Zona ZI-IA												
Z-2	Zona Z2	250	10	50	2	Aislado, pareado, continuo	50%. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	8	Según rasante (Art. 479 OGUC)	Según rasante (Art. 479 OGUC)	-	-	-
Z-3	Zona Z3	250	8	50	1,4	Aislado, pareado, continuo	50%	8	8	Según rasante	-	-	-
Z-4	Zona Z4	250	8	50	1,4	Aislado, pareado (En loteos de más de 1 ha podrá optarse por solución continua)	50%	8	8	Según rasante (Art. 479 OGUC)	-	-	-
Z4-A	Zona Z4-A	250		60	2	Aislado, pareado		-	9	Según rasante (Artículo 2.6.3 OGUC)		200hab/ha	
Z-5	Zona Z5	150	6	60	1,8	Aislado, pareado, continuo	60	10	10	10	-	-	-
Z5-A	Zona Z5-A	150	6	60	1,8	aislado, pareado, continuo	60	10	10	10		630	
Z-6	Zona Z6	2000	25	12	0,2	Aislado	-	-	-	8	5	5	-
Z6-A	Zona 6-A	1000		40	0,8	aislado	-	-	-	14	5	50hab/ha	
ZCM-1	Zona Centro de Melipilla 1	500	15	70	3	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	No podrá exceder el 100% del deslinde común	14		36			
ZCM-2	Zona centro de Melipilla 2	400	12	70	2,5	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.		10,5		26			
ZI-1	Zona ZI-1	1500	25	50	0,5	Aislado		-		Según rasante (Art. 479 OGUC)	5 m en esta zona se contemplará		

Zona PRC	Nombre Zona	Vivienda												
		Superficie predial mínima (m ²)	Frente predial mínimo (m)	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	Coficiente máximo de constructibilidad	Sistema de agrupamiento	Profundidad máxima de continuidad	Altura máxima de edificación continua (m)	Altura máxima de edificación pareada (m)	Altura máxima de edificación aislada (m)	Antejardín mínimo (m)	Densidad máxima (viv/ha)	Distancia mínima a medianeros (m)	
												una faja privada de aislación no edificable de 40 m de ancho según se indica en el plano		
Zi-2	Zona Zi-2	1200	25	60	0,6	Aislado	-				Según rasante (Art. 479 OGUC)	5	-	5
Zi-3	Zona Zi-3	1200	25	60	0,6	Aislado					Según rasante (Art. 479 OGUC). En esta zona se contemplará una faja privada de aislación no edificable, de 40 m de ancho según se indica en el plano	5	-	5

7.2.3. Normativa que rige el Uso de Suelo Equipamiento

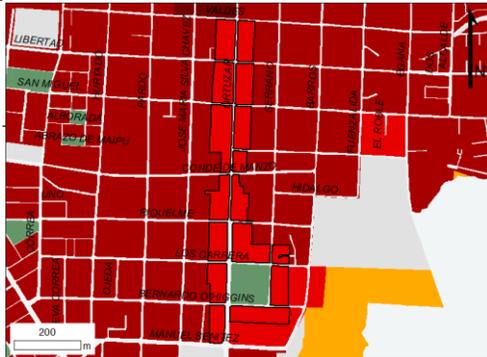
Zona PRC	Nombre Zona	Equipamiento									
		Superficie predial mínima (m)	Frente predial mínimo (m)	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	Coficiente máximo de constructibilidad	Sistema de agrupamiento	Profundidad de continuidad	Altura máxima de edificación continua	Altura máxima en edificación aislada	Altura máxima en edificación pareada	
Z-1	Zona Z1	250	8	80	3,2	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	80	8	-	-	
Z11	Zona Z 11	2000		50	1,5	aislado			10,5		
Z1-E2	Calle Ortuzar	450	8	80	2,8	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	80	8 m en la línea oficial	12		
Z1-E3	Avenida Manso de Velasco	500	8	80	2,5	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	80	8 m en la línea oficial			
Z1-IA	Zona Z1-IA										
Z-2	Zona Z2	250	8	60	2	Aislado, pareado, continuo	50%. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	8	Según rasante (Art. 479 OGUC)	Según rasante (Art. 479 OGUC)	
Z-3	Zona Z3	250	10	50	1,8	Aislado, pareado, continuo	5000%	8	Según rasante (Art. 479 OGUC)	Según rasante (Art. 479 OGUC)	
Z-4	Zona Z4	250	8	60	1,6	Aislado, pareado, continuo	60	8	Según rasante (Art. 479 OGUC)	8	
Z4-A	Zona Z4-A	250		60	2	Aislado, pareado, continuo	60		Según rasante (Artículo 2.6.3 OGUC)	8	
Z-5	Zona Z5	200	8	60	1,2	Aislado, pareado, continuo	50	8	8	8	
Z5-A	Zona Z5-A	200	8	60	1,2	Aislado, pareado, continuo	50	8	8	8	

Zona PRC	Nombre Zona	Equipamiento								
		Superficie predial mínima (m)	Frente predial mínimo (m)	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	Coefficiente máximo de constructibilidad	Sistema de agrupamiento	Profundidad de continuidad	Altura máxima de edificación continua	Altura máxima en edificación aislada	Altura máxima en edificación pareada
Z-6	Zona Z6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z6-A	Zona 6-A	2000		40	0,8	aislado	-	-	Según rasante (Artículo 2.6.3 OGUC)	-
ZCM-1	Zona Centro de Melipilla 1	500	15	100	6	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada. Para las edificaciones aisladas sobre la altura de la placa se deberá respetar 5 m de distanciamiento a los deslindes y la línea de cierre hasta una altura de 14 m máximo	No podrá exceder el 100% del deslinde común	3		36
ZCM-2	Zona centro de Melipilla 2	400	12	100	4	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada. Para las edificaciones aisladas sobre la altura de la placa se deberá respetar 5 m de distanciamiento a los deslindes y la línea de cierre hasta una altura de 14 m máximo		10,5	26	

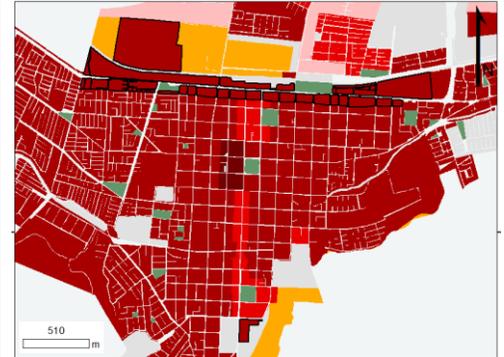
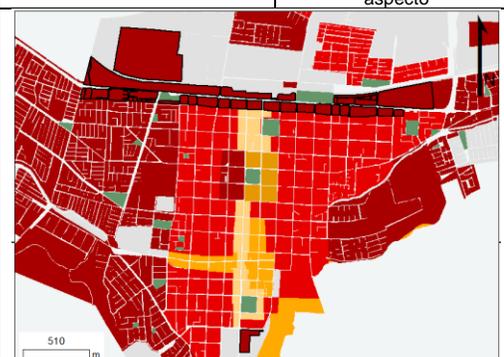
7.3. Ficha resumen por Unidad de Análisis

Unidad de análisis		Z-1			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z-1	Nombre Zona	Zona Z1	Año IPT	1990
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: Según rasante (art 479 OGUC) A: Según rasante (art 479 OGUC)
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Sistemas de agrupamiento	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 m en la línea oficial P: 0 A: 0
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	1	Nombre calle 1	ARZA	Nombre calle 2	ORTUZAR
		Ancho calle 1 (m)	15	Ancho calle 2 (m)	16
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	9,77	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	8	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Relación de Aspecto	0,5
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,485	Zona Local Climática	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo superficie de	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,62	Zona Local Climática	ZCL6	Observaciones	Ajuste en Superficie Construida
Clase de rugosidad del terreno	5 - 6	Albedo superficie de	0,12 - 0,35		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<25	Admitancia térmica del sistema	1.200 - 1.800		

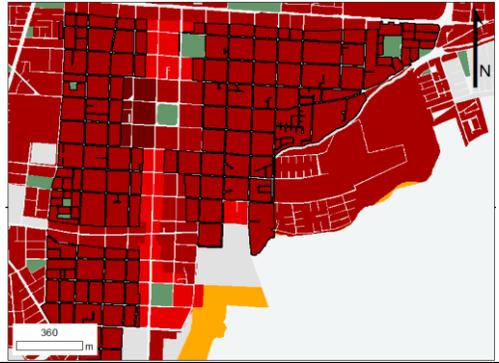
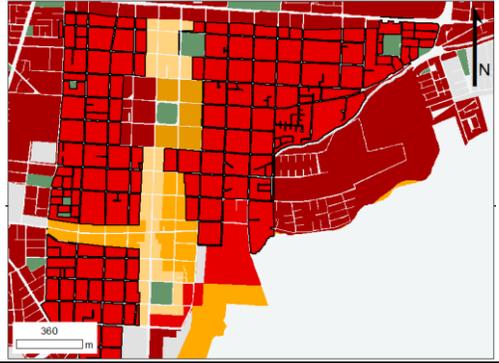
Unidad de análisis		Z11				
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN						
Zona PRC	Z11	Nombre Zona	Zona Z 11	Año IPT	1990	
<i>Uso Vivienda</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: Según rasante (art 479 OGUC) A: Según rasante (art 479 OGUC)	
<i>Uso Equipamiento</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Sistemas de agrupamiento	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 m en la línea oficial P: 0 A: 0	
<i>Intersección de referencia</i>						
Intersección de referencia (ID)	2	Nombre calle 1	SAGREDO	Nombre calle 2	RIVEROS	
		Ancho calle 1 (m)	15	Ancho calle 2 (m)	12	
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN						
<i>Uso Vivienda</i>						
Altura máxima (m)	8	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,53	
<i>Uso equipamiento</i>						
Altura máxima (m)	10,5	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,7	
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE						
<i>Uso Vivienda</i>						
Sky View Factor	0,505	Zona Climática Local	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto	
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo de superficie	0,10 - 0,20			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800			
<i>Uso Equipamiento</i>						
Sky View Factor	0,294	Zona Climática Local	ZCL3	Observaciones	-	
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo de superficie	0,10 - 0,20			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800			

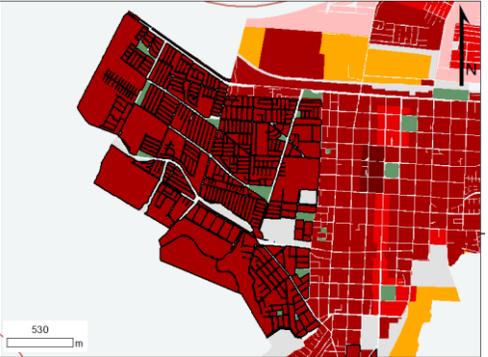
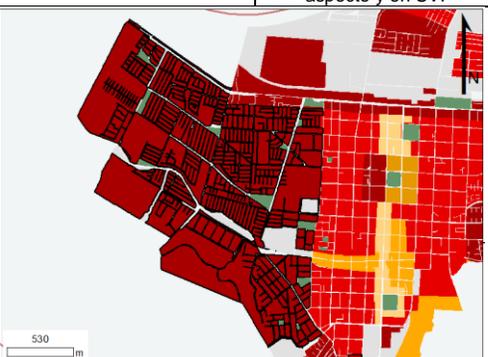
Unidad de análisis		Z1-E2				
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN						
Zona PRC	Z1-E2	Nombre Zona	Calle Ortuzar	Año IPT	1990	
<i>Uso Vivienda</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: Según rasante (art 479 OGUC) A: Según rasante (art 479 OGUC)	
<i>Uso Equipamiento</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Sistemas de agrupamiento	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 m en la línea oficial P: 0 A: 0	
<i>Intersección de referencia</i>						
Intersección de referencia (ID)	3	Nombre calle 1	ORTUZAR	Nombre calle 2	LIBERTAD	
		Ancho calle 1 (m)	16	Ancho calle 2 (m)	16	
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN						
<i>Uso Vivienda</i>						
Altura máxima (m)	9,77	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	-	Relación de Aspecto	0,61	
<i>Uso equipamiento</i>						
Altura máxima (m)	8	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Relación de Aspecto	0,5	
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE						
<i>Uso Vivienda</i>						
Sky View Factor	0,541	Zona Local Climática	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto / Se asume 50% de ocupación de suelo	
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo superficie de	0,10 - 0,20			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica sistema del	1.200 – 1.800			
<i>Uso Equipamiento</i>						
Sky View Factor	0,613	Zona Local Climática	ZCL6	Observaciones	Ajuste en Superficie Construida	
Clase de rugosidad del terreno	5 - 6	Albedo superficie de	0,12 - 0,35			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<25	Admitancia térmica sistema del	1.200 - 1.800			

Unidad de análisis		Z1-E3				
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN						
Zona PRC	Z1-E3	Nombre Zona	Avenida Manso de Velasco	Año IPT	1990	
<i>Uso Vivienda</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: Según rasante (art 479 OGUC) A: Según rasante (art 479 OGUC)	
<i>Uso Equipamiento</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Sistemas de agrupamiento	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 m en la línea oficial P: - A: 0	
<i>Intersección de referencia</i>						
Intersección de referencia (ID)	4	Nombre calle 1	MANSO	Nombre calle 2	SERRANO	
		Ancho calle 1 (m)	30	Ancho calle 2 (m)	22	
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN						
<i>Uso Vivienda</i>						
Altura máxima (m)	18,32	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61	
<i>Uso equipamiento</i>						
Altura máxima (m)	8	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Relación de Aspecto	0,26	
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE						
<i>Uso Vivienda</i>						
Sky View Factor	0,343	Zona Local Climática	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto	
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo superficie de	0,10 - 0,20			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200			
<i>Uso Equipamiento</i>						
Sky View Factor	0,522	Zona Local Climática	ZCL5	Observaciones	Ajuste en Superficie Construida	
Clase de rugosidad del terreno	5 - 6	Albedo superficie de	0,12 - 0,25			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<25	Admitancia térmica del sistema	1.400 - 2.000			

Unidad de análisis				Z-2	
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z-2	Nombre Zona	Zona Z2	Año IPT	1988
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: Según rasante (Art. 479 OGUC) A: Según rasante (Art. 479 OGUC)
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: 8 A: Según rasante (Art. 479 OGUC)
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	5	Nombre calle 1 Ancho calle 1 (m)	PARDO 18	Nombre calle 2 Ancho calle 2 (m)	VICUÑA 30
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	18,32	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	18,32	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,61
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,571	Zona Climática Local	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,568	Zona Climática Local	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		

Unidad de análisis		Z-3			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z-3	Nombre Zona	Zona Z3	Año IPT	1988
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: 8 A: Según rasante
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: 0 A: Según rasante (Art. 479 OGUC)
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	6	Nombre calle 1	CARRERA	Nombre calle 2	SILVA
		Ancho calle 1 (m)	12	Ancho calle 2 (m)	12
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	7,33	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	7,33	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,558	Zona Climática Local	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,376	Zona Climática Local	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800		

Unidad de análisis		Z-4 (A)			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z-4 (A)	Nombre Zona	Zona Z4	Año IPT	1988
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado (En loteos de más de 1 ha podrá optarse por solución continua)	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: 8 A: Según rasante (Art. 479 OGUC)
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: 0 A: Según rasante (Art. 479 OGUC)
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	7	Nombre calle 1 Ancho calle 1 (m)	EGAÑA 18	Nombre calle 2 Ancho calle 2 (m)	SAN AGUSTÍN 16
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	10,99	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	10,99	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,61
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,39	Zona Local Climática	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,46	Zona Local Climática	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800		

Unidad de análisis		Z-4 (E)			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z-4 (E)	Nombre Zona	Zona Z4	Año IPT	1988
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado (En loteos de más de 1 ha podrá optarse por solución continua)	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: 8 A: Según rasante (Art. 479 OGUC)
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: - A: Según rasante (Art. 479 OGUC)
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	8	Nombre calle 1 Ancho calle 1 (m)	MERCED 25	Nombre calle 2 Ancho calle 2 (m)	LARRAÍN 0
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	15,27	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	15,27	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,61
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,514	Zona Local Climática	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,234	Zona Local Climática	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto y en SVF
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		

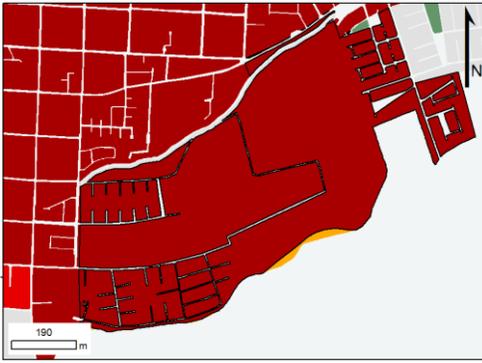
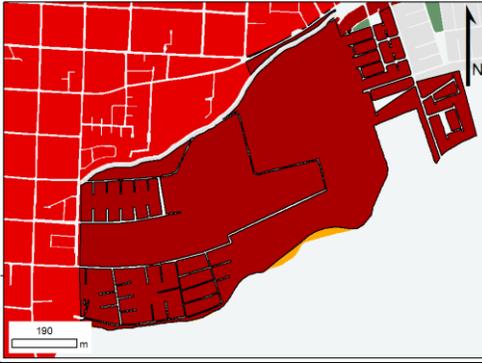
Unidad de análisis		Z-5			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z-5	Nombre Zona	Zona Z5	Año IPT	2002
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	70	Sistemas de agrupamiento	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	Altura máxima de edificación (m)	C: 10,5 P: 0 A: 26
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	100	Sistemas de agrupamiento	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	Altura máxima de edificación (m)	C: 10,5 P: 0 A: 26
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	9	Nombre calle 1	PRINCIPAL	Nombre calle 2	LOS PINOS
		Ancho calle 1 (m)	14	Ancho calle 2 (m)	12
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	10	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,71
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	8	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,57
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,368	Zona Climática Local	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,48	Zona Climática Local	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		

Unidad de análisis		Z5-A			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z5-A	Nombre Zona	Zona Z5-A	Año IPT	2002
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	70	Sistemas de agrupamiento	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	Altura máxima de edificación (m)	C: 10,5 P: 0 A: 26
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	100	Sistemas de agrupamiento	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	Altura máxima de edificación (m)	C: 10,5 P: Según rasante (Art. 479 OGUC) A: 26
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	10	Nombre calle 1	MARAMBIO	Nombre calle 2	ARIZTÍA
		Ancho calle 1 (m)	16	Ancho calle 2 (m)	16
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	10	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,625
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	8	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,5
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,427	Zona Climática Local	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,863	Zona Climática Local	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800		

Unidad de análisis		Z-6			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z-6	Nombre Zona	Zona Z6	Año IPT	2002
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	70	Sistemas de agrupamiento	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	Altura máxima de edificación (m)	C: 10,5 P: 0 A: 26
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	100	Sistemas de agrupamiento	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	Altura máxima de edificación (m)	C: 10,5 P: 0 A: 26
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	11	Nombre calle 1	PASAJE	Nombre calle 2	PASAJE
		Ancho calle 1 (m)	20	Ancho calle 2 (m)	8
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	8	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	12	Relación de Aspecto	0,4
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	-	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	-	Relación de Aspecto	-
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,524	Zona Climática Local	ZCL9	Observaciones	Ajuste en altura
Clase de rugosidad del terreno	5 - 6	Albedo de superficie	0,12 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<10	Admitancia térmica del sistema	1.000 - 1.800		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,999	Zona Climática Local	N/A	Observaciones	-
Clase de rugosidad del terreno	-	Albedo de superficie	-		
Densidad de flujo de calor antropogénico	-	Admitancia térmica del sistema	-		

Unidad de análisis		ZCM-1			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	ZCM-1	Nombre Zona	Zona Centro de Melipilla 1	Año IPT	1990
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	0	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: Según rasante (art 479 OGUC) A: Según rasante (art 479 OGUC)
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Sistemas de agrupamiento	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 m en la línea oficial P: 0 A: 0
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	12	Nombre calle 1 Ancho calle 1 (m)	PLAZA 18	Nombre calle 2 Ancho calle 2 (m)	SERRANO 22
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	36	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	70	Relación de Aspecto	1,63
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	36	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	100	Relación de Aspecto	1,63
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,399	Zona Local Climática	ZCL2	Observaciones	Considerando menos altura
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo superficie de	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,425	Zona Local Climática	ZCL4	Observaciones	Ajuste en Superficie construida
Clase de rugosidad del terreno	7 - 8	Albedo superficie de	0,12 - 0,25		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<50	Admitancia térmica del sistema	1.400 – 1.800		

Unidad de análisis		ZCM-2				
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN						
Zona PRC	ZCM-2	Nombre Zona	Zona centro de Melipilla 2	Año IPT	1990	
<i>Uso Vivienda</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	0	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: Según rasante (art 479 OGUC) A: Según rasante (art 479 OGUC)	
<i>Uso Equipamiento</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Sistemas de agrupamiento	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 m en la línea oficial P: 0 A: 0	
<i>Intersección de referencia</i>						
Intersección de referencia (ID)	13	Nombre calle 1	SILVA	Nombre calle 2	PRAT	
		Ancho calle 1 (m)	16	Ancho calle 2 (m)	16	
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN						
<i>Uso Vivienda</i>						
Altura máxima (m)	26	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	70	Relación de Aspecto	1,62	
<i>Uso equipamiento</i>						
Altura máxima (m)	26	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	100	Relación de Aspecto	1,62	
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE						
<i>Uso Vivienda</i>						
Sky View Factor	0,165	Zona Local Climática	ZCL1	Observaciones	Ajuste en SVF	
Clase de rugosidad del terreno	8	Albedo superficie de	0,10 - 0,20			
Densidad de flujo de calor antropogénico	50 – 300	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 1.800			
<i>Uso Equipamiento</i>						
Sky View Factor	0,23	Zona Local Climática	ZCL2	Observaciones	Ajuste en Superficie construida	
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo superficie de	0,10 - 0,20			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.500 – 2.200			

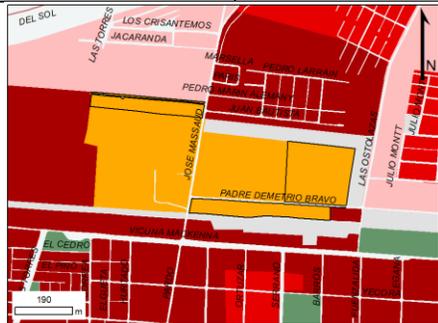
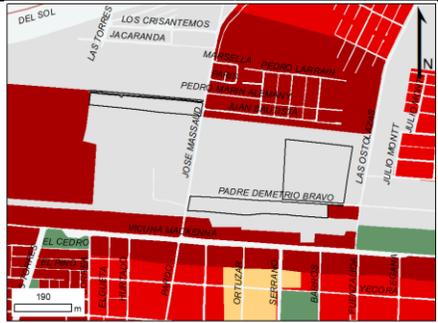
Unidad de análisis		Z4-A				
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN						
Zona PRC	Z4-A	Nombre Zona	Zona Z4-A	Año IPT	2007	
<i>Uso Vivienda</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado	Altura máxima de edificación (m)	C: 0 P: 9 A: Según rasante (Artículo 2.6.3 OGUC)	
<i>Uso Equipamiento</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Sistemas de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo	Altura máxima de edificación (m)	C: 0 P: 0 A: Según rasante (Artículo 2.6.3 OGUC)	
<i>Intersección de referencia</i>						
Intersección de referencia (ID)	14	Nombre calle 1	LIBERTAD	Nombre calle 2	HERNÁNDEZ	
		Ancho calle 1 (m)	20	Ancho calle 2 (m)	0	
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN						
<i>Uso Vivienda</i>						
Altura máxima (m)	12,21	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,61	
<i>Uso equipamiento</i>						
Altura máxima (m)	12,21	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Relación de Aspecto	0,61	
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE						
<i>Uso Vivienda</i>						
Sky View Factor	0,319	Zona Climática Local	ZCL2	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto	
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo superficie	de 0,10 - 0,20			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica sistema	del 1.500 – 2.200			
<i>Uso Equipamiento</i>						
Sky View Factor	0,404	Zona Climática Local	ZCL2	Observaciones	Ajuste en Relación de aspecto y en superficie construida	
Clase de rugosidad del terreno	6 – 7	Albedo superficie	de 0,10 - 0,20			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica sistema	del 1.500 – 2.200			

Unidad de análisis		Zi-2			
SECCIÓN I – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Zi-2	Nombre Zona	Zona Zi-2	Año IPT	1988
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Sistemas de agrupamiento	Aislado	Altura máxima de edificación (m)	C: 0 P: 0 A: Según rasante (Art. 479 OGUC)
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	0	Sistemas de agrupamiento	0	Altura máxima de edificación (m)	C: 0 P: 0 A: 0
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	16	Nombre calle 1	PASAJE	Nombre calle 2	PASAJE
		Ancho calle 1 (m)	16	Ancho calle 2 (m)	16
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	9,77	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,61
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	-	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	-	Relación de Aspecto	-
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,433	Zona Climática Local	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,999	Zona Climática Local	N/A	Observaciones	-
Clase de rugosidad del terreno	-	Albedo de superficie	-		
Densidad de flujo de calor antropogénico	-	Admitancia térmica del sistema	-		

Unidad de análisis		Z1-IA			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z1-IA	Nombre Zona	Zona Z1-IA	Año IPT	1990
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	0	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 P: Según rasante (art 479 OGUC) A: Según rasante (art 479 OGUC)
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	80	Sistemas de agrupamiento	Continuo. Se permite edificación aislada por sobre la máxima altura de continuidad	Altura máxima de edificación (m)	C: 8 m en la línea oficial P: - A: 0
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	17	Nombre calle 1	BARRALES	Nombre calle 2	FUENZALIDA
		Ancho calle 1 (m)	16	Ancho calle 2 (m)	16
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	-	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	-	Relación de Aspecto	-
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	9,77	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,568	Zona Climática Local	N/A	Observaciones	-
Clase de rugosidad del terreno	-	Albedo de superficie	-		
Densidad de flujo de calor antropogénico	-	Admitancia térmica del sistema	-		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,49	Zona Climática Local	ZCL3	Observaciones	Ajuste en relación de aspecto
Clase de rugosidad del terreno	6	Albedo de superficie	0,10 - 0,20		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<75	Admitancia térmica del sistema	1.200 – 1.800		

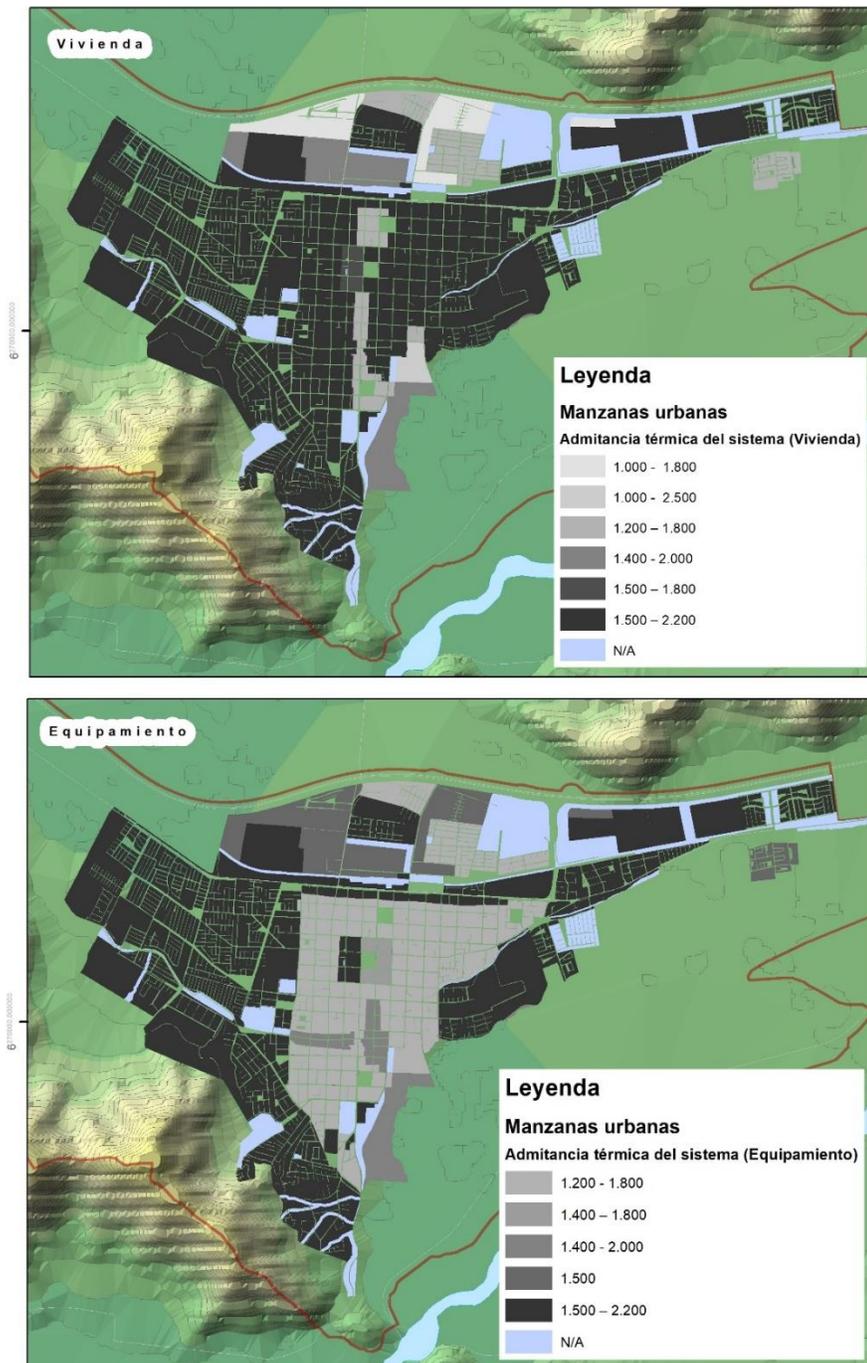
Unidad de análisis		Z6-A			
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN					
Zona PRC	Z6-A	Nombre Zona	Zona Z6-A	Año IPT	2002
<i>Uso Vivienda</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	70	Sistemas de agrupamiento	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	Altura máxima de edificación (m)	C: 10,5 P: 0 A: 26
<i>Uso Equipamiento</i>					
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	100	Sistemas de agrupamiento	Continuo en primer plano de fachada y aislado en segundo plano de fachada.	Altura máxima de edificación (m)	C: 10,5 P: 8 A: 26
<i>Intersección de referencia</i>					
Intersección de referencia (ID)	19	Nombre calle 1	EGAÑA	Nombre calle 2	-
		Ancho calle 1 (m)	20	Ancho calle 2 (m)	-
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN					
<i>Uso Vivienda</i>					
Altura máxima (m)	14	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	40	Relación de Aspecto	0,7
<i>Uso equipamiento</i>					
Altura máxima (m)	12,21	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	40	Relación de Aspecto	0,61
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE					
<i>Uso Vivienda</i>					
Sky View Factor	0,616	Zona Local Climática	ZCL5	Observaciones	-
Clase de rugosidad del terreno	5 - 6	Albedo superficie de	0,12 - 0,25		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<25	Admitancia térmica del sistema	1.400 - 2.000		
<i>Uso Equipamiento</i>					
Sky View Factor	0,582	Zona Local Climática	ZCL5	Observaciones	-
Clase de rugosidad del terreno	5 - 6	Albedo superficie de	0,12 - 0,25		
Densidad de flujo de calor antropogénico	<25	Admitancia térmica del sistema	1.400 - 2.000		

Unidad de análisis		ZI-1				
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN						
Zona PRC	ZI-1	Nombre Zona	Zona ZI-1	Año IPT	1988	
<i>Uso Vivienda</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Sistemas de agrupamiento	Aislado	Altura máxima de edificación (m)	C: 0 P: 0 A: Según rasante (Art. 479 OGUC)	
<i>Uso Equipamiento</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	0	Sistemas de agrupamiento	0	Altura máxima de edificación (m)	C: 0 P: - A: 0	
<i>Intersección de referencia</i>						
Intersección de referencia (ID)	20	Nombre calle 1	MASSAUD	Nombre calle 2	BRAVO	
		Ancho calle 1 (m)	34	Ancho calle 2 (m)	20	
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN						
<i>Uso Vivienda</i>						
Altura máxima (m)	20,77	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	50	Relación de Aspecto	0,61	
<i>Uso equipamiento</i>						
Altura máxima (m)	-	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	-	Relación de Aspecto	-	
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE						
<i>Uso Vivienda</i>						
Sky View Factor	0,986	Zona Climática Local	ZCL5	Observaciones	Ajuste en Superficie Construida	
Clase de rugosidad del terreno	5 - 6	Albedo de superficie	0,12 - 0,25			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<25	Admitancia térmica del sistema	1.400 - 2.000			
<i>Uso Equipamiento</i>						
Sky View Factor	0,988	Zona Climática Local	N/A	Observaciones	-	
Clase de rugosidad del terreno	-	Albedo de superficie	-			
Densidad de flujo de calor antropogénico	-	Admitancia térmica del sistema	-			

Unidad de análisis		ZI-3				
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN						
Zona PRC	ZI-3	Nombre Zona	Zona ZI-3	Año IPT	1988	
<i>Uso Vivienda</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Sistemas de agrupamiento	Aislado	Altura máxima de edificación (m)	C: 0 P: 0 A: Según rasante (Art. 479 OGUC). En esta zona se contemplará una faja privada de aislación no edificable, de 40 m de ancho según se indica en el plano	
<i>Uso Equipamiento</i>						
Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	0	Sistemas de agrupamiento	0	Altura máxima de edificación (m)	C: 0 P: 8 A: 0	
<i>Intersección de referencia</i>						
Intersección de referencia (ID)	21	Nombre calle 1	BRAVO	Nombre calle 2	-	
		Ancho calle 1 (m)	20	Ancho calle 2 (m)	-	
SECCIÓN II - ESCENARIO DE MÁXIMA EDIFICACIÓN						
<i>Uso Vivienda</i>						
Altura máxima (m)	12,21	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	60	Relación de Aspecto	0,61	
<i>Uso equipamiento</i>						
Altura máxima (m)	-	Porcentaje máximo de ocupación de suelo (%)	-	Relación de Aspecto	-	
SECCIÓN III – ZONA CLIMÁTICA LOCAL CORRESPONDIENTE						
<i>Uso Vivienda</i>						
Sky View Factor	0,985	Zona Climática Local	ZCL5	Observaciones	Ajuste en Superficie Construida	
Clase de rugosidad del terreno	5 - 6	Albedo de superficie	0,12 - 0,25			
Densidad de flujo de calor antropogénico	<25	Admitancia térmica del sistema	1.400 - 2.000			
<i>Uso Equipamiento</i>						
Sky View Factor	0,993	Zona Climática Local	N/A	Observaciones	-	
Clase de rugosidad del terreno	-	Albedo de superficie	-			
Densidad de flujo de calor antropogénico	-	Admitancia térmica del sistema	-			

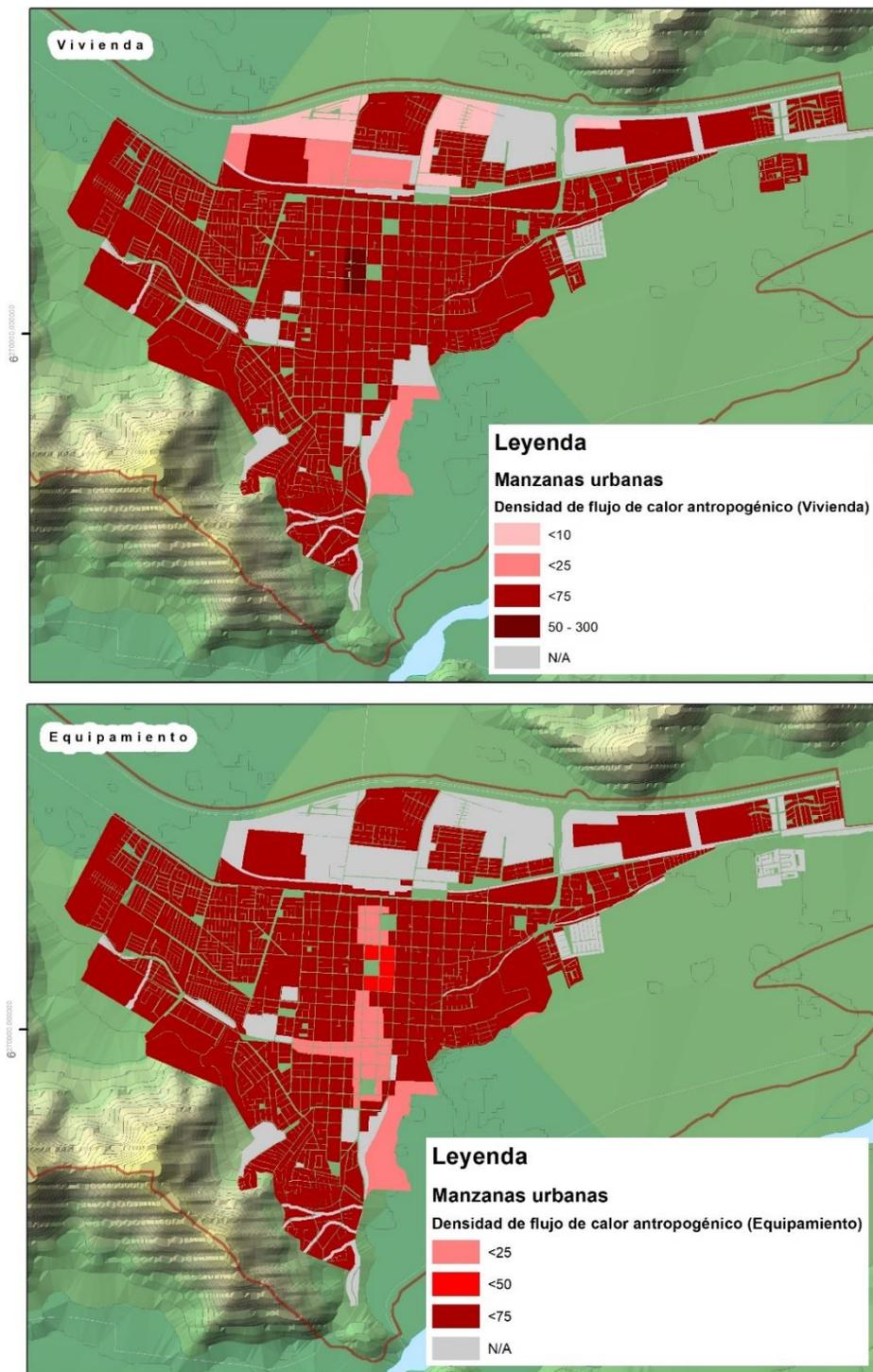
7.4. Cartografías complementarias de las Zonas Climáticas Locales

7.4.1. Admitancia térmica del sistema (Jm-2s-1/2K-1)



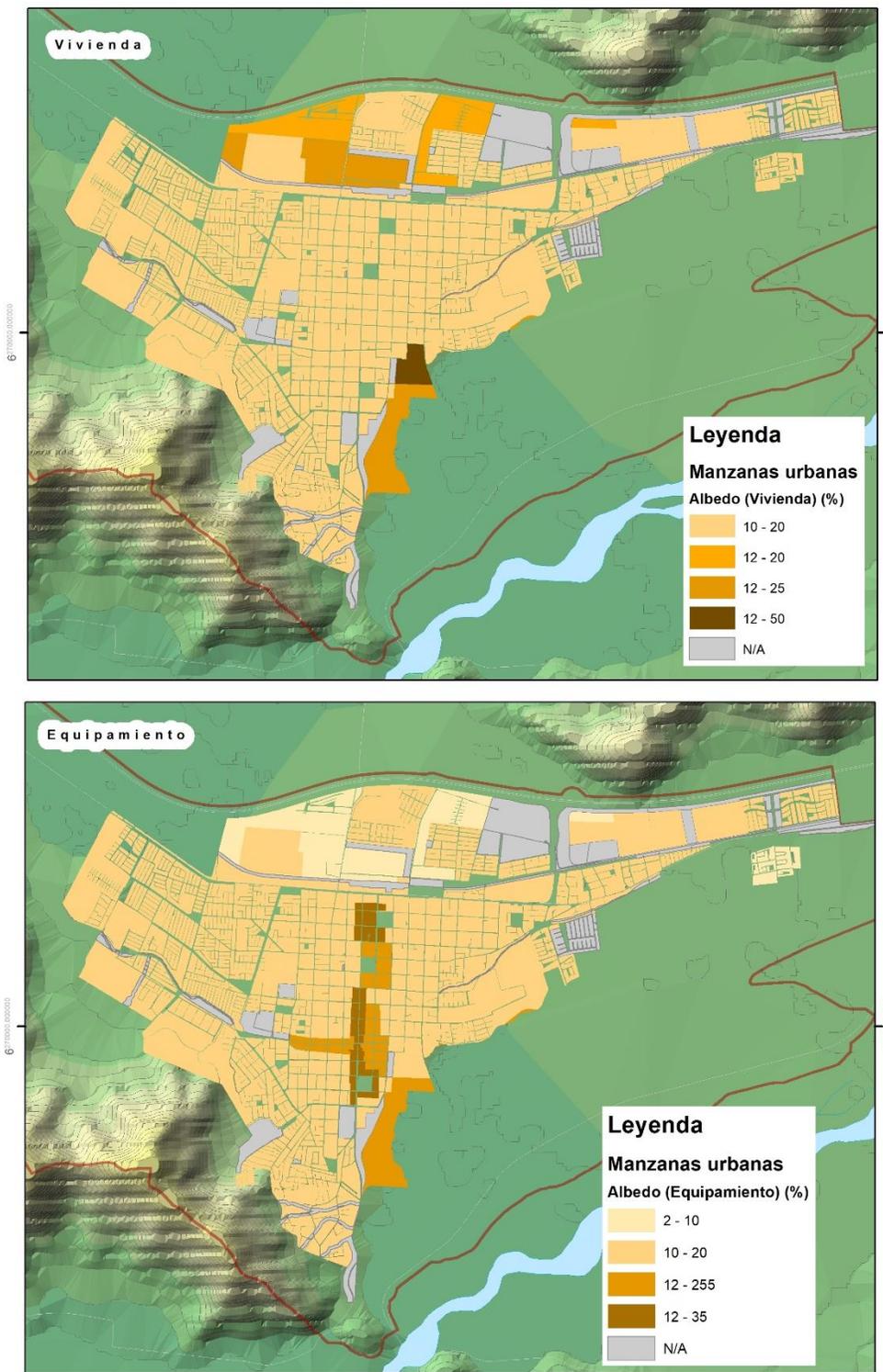
Fuente: Elaboración propia

7.4.2. Densidad de flujo de calor antropogénico (Wm-2)



Fuente: Elaboración propia

7.4.3. Albedo superficial (porcentaje de radiación reflejada)



Fuente: Elaboración propia

7.5. Formulario de Entrega de Tesis /AFE (Anexo 1).

Nombre completo del/de la estudiante	Lorena Paz Mondaca Guajardo
Correo electrónico del/de la estudiante	lpmondac@uc.cl
Fecha de entrega de documento	31 de diciembre de 2018
Nombre del profesor guía	Luz Alicia Cárdenas Jirón
Nombre de Co-Guía	No aplica
Tipo de Investigación	Tesis
Fase	Final
Título de la investigación	Incidencia del Plan Regulador Comunal en la formación de Zonas Climáticas Locales. Caso de Ciudad de Melipilla
Palabras clave (máximo 3)	Climatología urbana Zonas climáticas locales Planificación ambiental urbana
¿Profesor Guía aprueba entrega? (SI/NO)	SI
Calificación de Profesor Guía	7.0
Firma del/ de la profesor/a guía	
Comentarios	El trabajo de investigación, enfoque y su coherencia interna es sobresaliente, traspasando barreras propias de la interdisciplina, uno de sus principales méritos. Vincular Instrumentos de Planificación Urbana IPT desde el urbanismo con aspectos de la climatología urbana es el

	<p>aporte principal de la presente investigación, aplicado a una ciudad pequeña, Melipilla. Responde a los objetivos y preguntas iniciales, terminando con una previsualización de probables comportamientos climáticos en Plan Regulador Comunal. En términos formales, el desarrollo de cartografía, planimetrías y esquemas arrojados por distintos softwares, contribuyen a una comprensión espacial y manejo sobresaliente. Las referencias APA se presentan casi completas, faltando detalles muy menores y recordar citar autoría en párrafo final de conclusiones.</p>
--	--

7.6. Pauta de Evaluación Informe Tesis

7.6.1. Profesor Informante N°1

ANEXO 4 PAUTA DE EVALUACION DE INFORME DE TESIS/AFE

PROFESOR/A INFORMANTE: Constantino Mawromatis P.

NOMBRE DE CANDIDATA: Lorena Mondaca G.

TÍTULO DE TESIS: Evaluación de criterios climáticos para su inclusión en Instrumentos de Planificación Territorial. Caso de ciudad de Melipilla

FECHA DE INFORME: 16 de enero, 2019

Sobresaliente 7.0–6.5

Muy bueno 6.4–6.0

Bueno 5.9–5.0

Aceptable 4.9–4.0

Deficiente 3.9- 2.0

	ÍTEM	ASPECTOS A CONSIDERAR	%	NOTA
1	Valoración Trabajo de Investigación			
1.1	Problematización	Identifica y expone de manera clara la formulación del problema, con un caso de estudio que presenta escenarios de desruralización en un proceso de transformaciones aceleradas propias de una región metropolitana. Los impactos que acarrearán las dinámicas productivas y el proceso de urbanización de una ciudad, en respuesta al nodo logístico relacionado al puerto de San Antonio, involucra nuevos desafíos en cuanto a la necesidad de plantearse frente al desarrollo sustentable. En tal sentido, los instrumentos vigentes parecieran no recoger dichos desafíos, obviando la generación de zonas climáticas locales.	10%	6,5
1.2	Pertinencia Relevancia y Originalidad	Frente a las transformaciones sobre el territorio referidas a la expansión urbana y los fenómenos derivados de los procesos productivos, que alteran los equilibrios ecosistémicos y la habitabilidad, se reconoce la importancia de los climas locales y su relación con las normativas comunales; una línea de investigación poco desarrollada a nivel nacional, siendo esta investigación, por tanto, de relevancia, pertinencia y originalidad.	10%	6,5
1.3	Manejo Teórico/ Antecedentes	La tesis demuestra un manejo disciplinar y de especialización que respalda los resultados obtenidos, observándose una apropiada utilización de conceptos y literatura especializada. Exhibe con especificidad las fuentes y sustenta adecuadamente lo expuesto.	15%	7,0
1.4	Estrategia Metodológica y Resultados de Investigación	Se exponen objetivos claros, coherentes con los resultados esperados, delineando una metodología conducente a dichos objetivos. Se aprecia un control respecto a lo que se investiga, con actividades que conllevan satisfactoriamente a una buena conclusión.	15%	6,5
1.5	Desarrollo y Conclusiones	Tanto el tema y su relevancia, como la problematización y claridad de la estructura que presenta el escrito, derivan en un excelente desarrollo de la tesis. La incidencia de los instrumentos de planificación y, específicamente los Planes	10%	6,5

		Reguladores Comunales, sobre Zonas Climáticas, deben ser abordados para reformular el cuerpo normativo en función de un desarrollo sustentable. En ese sentido, las conclusiones son claras y consecuencia de la investigación, exponiendo, a la vez, una serie de recomendaciones orientadas a la inclusión de variables ambientales, particularmente climáticas, a los instrumentos de planificación territorial.		
2	Valoración Aspectos Formales			
2.1	Presentación y Forma	Buena presentación, ordenada, rigurosa y clara. Las ilustraciones son de calidad y fácil legibilidad.	5%	7,0
2.2	Coherencia e Integralidad	El texto presentado es coherente en cuanto a lo que declara el título, las preguntas de investigación y los objetivos formulados, entendiéndose una progresión de los contenidos hacia el posterior desarrollo de la tesis y sus resultados.	10%	6,5
2.3	Recursos Bibliográficos	Amplia y actualizada bibliografía.	10%	6,5
3	Apreciación Global del Evaluador		15%	6,5
	NOTA FINAL		100 %	6,6

COMENTARIOS GENERALES (campo obligatorio, máximo 300 palabras)

Tanto el tema y su relevancia, como la problematización y claridad de la estructura que presenta el escrito, dan cuenta de una excelente tesis, con un desarrollo adecuado y completo, cumpliendo con los objetivos planteados.

Se destaca el manejo de la especificidad de lo tratado, el rigor y la presentación, complementando los contenidos escritos con cartografía y material gráfico que facilita la comprensión de lo expuesto. La tesis constituye un aporte a la línea de investigación liderada por la Profesora Guía, abriendo oportunidades de seguir explorando y ahondando en el caso de estudio, como también en otros contextos similares, sujetos a fenómenos de transformación.

NOMBRE Y FIRMA DE PROFESOR/A INFORMANTE: Constantino Mawromatis P.

FECHA: 16 de enero, 2019

7.6.2. Profesor Informante N°2

ANEXO 4 PAUTA DE EVALUACION DE INFORME DE TESIS/AFE

PROFESOR/A INFORMANTE: Gonzalo Horaco Arze Arce

NOMBRE DE CANDIDATO/A: Lorena Paz Mondaca Guajardo

TÍTULO DE TESIS O AFE: Incidencia del Plan Regulador Comunal en la formación de Zonas Climáticas Locales. Caso de Ciudad de Melipilla

FECHA DE INFORME: 16.01.2019

Sobresaliente 7.0–6.5

Muy bueno 6.4–6.0

Bueno 5.9–5.0

Aceptable 4.9–4.0

Deficiente 3.9- 2.0

	ÍTEM	ASPECTOS A CONSIDERAR	%	NOTA
1	Valoración Trabajo de Investigación			
1.1	Problematización	El problema se encuadra en un contexto bastante claro. Entrega los elementos necesarios para delinear un caso específico, es decir, existe la acotación correspondiente generando la articulación entre las condiciones normativas que demanda un territorio y condiciones climáticas y variables de orden local y particular. En este sentido, se pone en cuestión la validez de los instrumentos normativos-regulatorios propuestos para un contexto local.	10%	6,5
1.2	Pertinencia Relevancia y Originalidad	El tema presentado es relevante y pertinente para desarrollar una investigación, considerando que un factor fundamental se sustenta en los equilibrios ecosistémicos que tienen un impacto importante en la habitabilidad. Paralelamente a ello, es importante destacar aquellos mecanismos con los cuales el territorio e instrumentos normativos-regulatorios se validan y en definitiva, de que manera se avala y legitima aquellos proyectos orientados en esa dirección en tanto discusión e inclusión en la política urbana. En este sentido, el tema propuesto considera una condición importante de originalidad, y relevancia.	10%	6,5
1.3	Manejo Teórico/ Antecedentes	Buena construcción del marco teórico y discusión bibliográfica, los conceptos que maneja los despliega de forma clara y a su vez, incorpora conceptos que complementan el contexto teórico-conceptual. Por otra parte, demuestra buen manejo correlacional de ideas y articula de forma clara este ámbito conceptual con los antecedentes propios del caso en términos normativos reglamentarios y procedimentales.	15%	6,0
1.4	Estrategia Metodológica y Resultados de Investigación	La estrategia metodológica que presenta esta muy bien construida y planteada. Denota una recopilación, levantamiento y procesamiento de la información requerida para validar el estudio. Los resultados son esperados de acuerdo a los objetivos que inicialmente se planteaba.	15%	6,0
1.5	Desarrollo y Conclusiones	El desarrollo de la investigación es claro, concordante con los objetivos que se propone inicialmente. Las conclusiones están planteadas en función de cada una de las variables que se establecen en el análisis, no cuentan con una	10%	6,0

		sistematización (cuadro resumen) que pueda dar cuenta de la articulación de aquellos resultados y reflexiones en cuanto a la identificación y pertinencia sobre zonas climáticas. No obstante, está claro que la articulación de dichas variables está presente en los resultados.		
2	Valoración Aspectos Formales			
2.1	Presentación y Forma	La presentación del documento es prolija, clara y de fácil lectura. Cumple con los requerimientos exigidos, tanto en el texto como en cuanto al material gráfico, tablas y cuadros. Se denotan algunos errores de sintaxis.	5%	6,0
2.2	Coherencia e Integralidad	La investigación muestra coherencia en todo el desarrollo	10%	5,8
2.3	Recursos Bibliográficos	Amplia bibliografía actualizada.	10%	6,0
3	Apreciación Global del Evaluador		15%	6,0
	NOTA FINAL		100 %	6,1

COMENTARIOS GENERALES (campo obligatorio, máximo 300 palabras)

Expone una investigación que contribuye favorablemente a la discusión, reflexión, crítica sobre los instrumentos normativos y/o regulatorios que operan en un territorio con características particulares.

En este sentido, la contribución al conocimiento y específicamente al caso de estudio es importante, posiblemente replicable para contextos con condiciones similares o parecidas y que por tanto se orienta a convertirse en un aporte para posibles futuras investigaciones.

NOMBRE Y FIRMA DE PROFESOR/A INFORMANTE: Gonzalo Horacio Arze Arce
FECHA: 16.01.2019