

El Sistema Verde – Azul en el ámbito del Confort Térmico y su influencia en la Percepción del Usuario

Casos de estudio: Plaza de Machalí y Parque Cerro San Juan

AUTOR: MACARENA FERNANDA JORQUERA UGARTE

PROFESORA GUÍA: LUZ ALICIA CÁRDENAS JIRÓN

Índice

Capítulo 1: Propuesta de Investigación	3
1.1 Resumen	3
1.2 Palabras Clave	5
1.3 Problemática	5
1.4 Preguntas de Investigación	6
1.5 Hipótesis	6
1.6 Objetivos	6
1.7 Metodología de Investigación	7
Capítulo 2: Marco Teórico	9
1.1 Factores que influyen	9
1.1.1 Servicios Ecosistémicos:	9
1.1.2 Confort Térmico:	9
1.1.3 Confort Térmico Exterior:	10
1.1.4 Sistema Verde – Azul:	10
1.2 Componentes de los Factores	10
1.2.1 Servicios Ecosistémicos:	10
1.2.2 Confort Térmico:	11
1.3 Parámetros físicos	12
1.3.1 Temperatura del Aire:	12
1.3.2 Velocidad del Aire:	12
1.3.3 Humedad Relativa:	12
1.3.4 Temperatura Media Radiante:	12
Capítulo 3: Casos de Estudio : Plaza de Machalí Cerro San Juan	13
3.1 Antecedentes	13
3.1.1 Localización geográfica	13
3.2 Obtención de Data	15
3.2.1 Data Climática	15
3.2.2 Data Materialidades	19
3.3 Simulación	20
3.3.1 Proceso Modelado	21
3.3.2 Proceso de Simulado	28
3.3.3 Proceso de Visualización de Resultados	30
3.4 Encuesta de percepción	31
3.4.1 Antecedentes	32
3.4.2 Proceso de Encuesta	32
Capítulo 4: Análisis de Resultados	35
4.1 Resultados simulación ENVI-met	35

4.1.1	Resultados Simulaciones Plaza de Machalí	35
4.1.2	Resultados Simulaciones Cerro San Juan y comparación entre ambos casos	41
4.2	Resultados Encuesta de Percepción	46
	<i>Capítulo 5: Conclusiones</i>	55
	<i>Bibliografía</i>	56

Capítulo 1: Propuesta de Investigación

1.1 Resumen

En los últimos dos siglos, el crecimiento exponencial de la población y los niveles promedio de consumo individual impulsó un vertiginoso incremento de la demanda global de todo tipo de recursos y modificó casi completamente la superficie continental del planeta. (Barros, 2005)

El cambio climático se define como la modificación que el clima ha tenido a lo largo del tiempo en una escala tanto regional como global. Estos, antes del siglo XIX, eran de orden natural, pero debido a la industrialización y otras acciones humanas, estos se han transformado en un complejo fenómeno, el cual no solo genera cambios en la temperatura, sino que también a su vez genera cambios en el ciclo del agua, en los vientos y la radiación entre otros.

En virtud de lo anterior, la calidad de vida de las personas y la biodiversidad se están viendo afectadas gravemente. El IPCC, en su reporte “Climate Change 2022, Mitigation of Climate” (IPCC, 2022), señala que anualmente a nivel mundial tenemos un incremento en las temperaturas de 1,5 °C, el cual se encuentra relacionado con los gases invernadero y la industrialización que aumentó la emisión de estos gases en nuestra atmósfera generando un aumento constante de las temperaturas

Los siguientes gráficos extraídos del reporte del IPCC, muestran un aumento constante de los gases invernadero en el periodo comprendido entre el año 1990 y el año 2019, situación que refleja la importancia de contrarrestar la producción de estos gases para detener el aumento de las temperaturas en los años que vienen.

Global net anthropogenic emissions have continued to rise across all major groups of greenhouse gases.

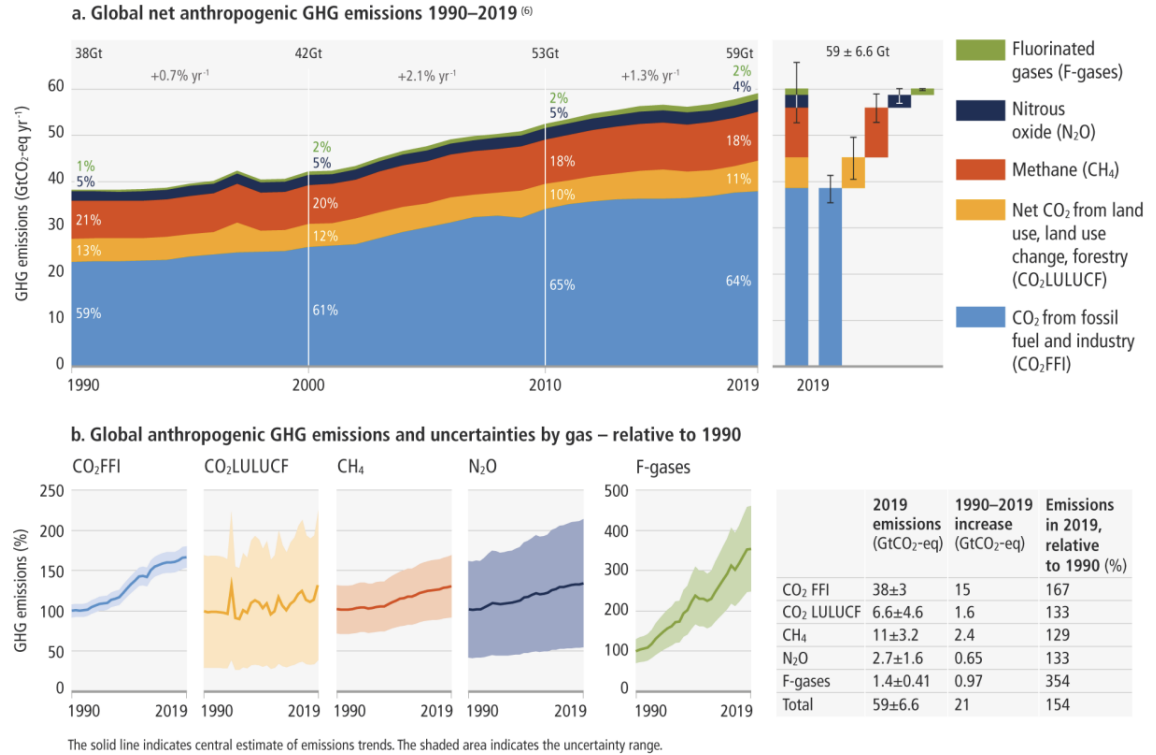


Gráfico 1: Emisiones de Gases 1990 - 2019, extraído de *Climate Change 2022 Mitigation of Climate*

Como una forma de detener el incremento de las temperaturas, se comenzó a diseñar e implementar tecnologías de baja emisión, dentro de las cuales, está la producción de energía limpia, con el uso de paneles solares y la energía eólica. En paralelo con lo anterior se comienzan a generar formas de combatir este cambio mediante el diseño urbano, uno de los cuales es la implementación de los sistemas verde – azul.

Los sistemas verde – azul, se definen como “redes interconectadas planificadas de áreas naturales y semi-naturales, los cuales incluyen cuerpos de agua, y espacios abiertos verdes, que proveen diferentes servicios ecosistémicos” (Comisión de Europa, 2013). Son herramientas de carácter estratégico para la adaptación y mitigación climática, y debido a que son sistemas dinámicos, pueden fácilmente adaptarse a distintas dinámicas territoriales y socioambientales.

Estos sistemas, al reconocer las capacidades de los espacios verdes, de los cuerpos de agua y de los ecosistemas en los que se encuentran inmersos, permiten producir beneficios ambientales y de calidad de vida, dentro de los cuales está la mitigación de la isla de calor, prevención de aluviones e inundaciones entre otros.

En contexto descrito previamente, la presente investigación busca entender los sistemas verde – azul, corroborar cómo éstos permiten combatir la situación del cambio climático y comprender cómo los sistemas verde – azul entregan beneficios de calidad de vida y confort térmico a los usuarios y a su vez cómo los usuarios perciben estos espacios en el ámbito del confort térmico.

En esta investigación se consideran 3 grandes factores, los **Servicios Ecosistémicos, el Confort Térmico, y los Sistemas Verde-Azul**, debido a la influencia que tienen en la percepción del usuario y cómo estos sistemas entregan servicios ecosistémicos que permiten el desarrollo sociocultural y el confort térmico que es sentido por el usuario al encontrarse en el lugar. Estos tres factores serán definidos y explicados más adelante.

1.2 Palabras Clave

Espacios públicos, infraestructura verde – azul, confort térmico exterior, sensación térmica, servicios ecosistémicos.

1.3 Problemática

“Las condiciones climatológicas en un espacio público abierto, espacio exterior, determinan el uso y permanencia de los usuarios en este, a diferencia de los espacios interiores en donde las condiciones de habitabilidad pueden ser controladas, aislando al ser humano de las variables climatológicas que le afecten “. (Guzmán Bravo & Ochoa de la

Torre, 2014)

Considerando el impacto del cambio climático en la calidad de vida de las personas y cómo éste ha generado cambios en las temperaturas, las precipitaciones, los vientos y la radiación, produciendo un incremento de desastres naturales relacionados con éste, tales como, las inundaciones, sequías, aluviones y olas de calor (IPCC, 2022), es relevante evaluar el impacto de la implementación del sistema verde – azul, como una solución al cambio climático y verificar si este, de existir, es percibido por las personas.

En virtud de lo anterior, se intenta verificar si aun cuando existe evidencia de que estos sistemas efectivamente generan un cambio cuantificable en relación con el confort térmico, este cambio es percibido por los usuarios del espacio y ,por tanto, impacta en la calidad de vida y el confort térmico de los usuarios.

1.4 Preguntas de Investigación

Pregunta General:

¿Perciben las personas confort térmico cuando están haciendo uso de espacios con implementación verde – azul?

1.5 Hipótesis

Los usuarios de espacios con implementación verde -azul perciben confort térmico durante su permanencia en dichas áreas.

1.6 Objetivos

Objetivo General:

Verificar la percepción de los usuarios de espacios con implementación de sistemas verde – azul, respecto al confort térmico.

1.7 Metodología de Investigación

Esta investigación se llevará a cabo haciendo uso de un método mixto de investigación; cualitativo y cuantitativo, para así poder abordar la temática desde distintas perspectivas; la primera, en el ámbito numérico, a través de una simulación sistémica (ENVI-met) de las relaciones climáticas presentes en el espacio, utilizando las variables del confort térmico como base; y la segunda, en el ámbito cualitativo y consiste en la aplicación directa de una encuesta de percepción a una muestra de usuarios en cada uno de los dos sectores seleccionados.

Para el estudio, se escogieron dos sectores de la localidad de Machalí, ubicada en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, con un total de 52.505 habitantes (BCN Censo, 2017), en verano presenta una temperatura máxima de 29 °C y una mínima de 13 °C, y en invierno presenta una máxima de 17 °C y una mínima de 4 °C, se definió que ambos deberían ser concurridos, que se encontraran uno del otro a una distancia caminable una de las áreas debería presentar sistema verde – azul y la otra debería mostrar su ausencia.

Se decide hacer uso de una simulación, ya que esta permite entregar data cuantificable de las variables pertenecientes al confort térmico, respecto a lo que ocurre en el ambiente, permitiendo un estudio de todas las relaciones existente en este, permitiendo ver su influencia en el entorno estudiado.

Para la simulación se modelaron ambos sectores en 3D, definiendo las materialidades de los edificios; tanto muros como techos, la materialidad de las calles y veredas, además de las masas verdes en el ámbito de cantidad y tipo, junto con el uso de la base de datos del clima en dos días específicos del año, siendo uno el 21 de enero y el otro el 21 de junio. Se escogen estas fechas para el análisis, debido a en el mes de enero Machalí presenta mayores temperaturas en comparación a los otros meses perteneciente a verano, y se escoge junio, ya que los cambios en los últimos años han

hecho que el inicio de las temporadas frías inicie antes del comienzo del invierno. De esta manera, obteniendo una data en relación con verano e invierno, esta data debe incluir la temperatura, humedad, y radiación, de ambos días seleccionados, una vez obtenida esta base de datos, se puede traspasar la información al software de simulación ENVI met para hacer el análisis de las relaciones ambientales.

En paralelo se realiza la encuesta de percepción para saber cómo se sienten las personas en las áreas seleccionadas con relación a la temperatura del aire, humedad relativa y corrientes de viento, encuestando a las personas que se encuentran en ellos en un periodo específico de horas durante el semestre de otoño del 2022.

Una vez concluida la recolección de estos datos, se realizará un análisis conjunto de los resultados de las encuestas y la data de las relaciones del ambiente de la simulación, considerando las variables del confort térmico y la percepción de los usuarios.

Capítulo 2: Marco Teórico

1.1 Factores que influyen

Se entenderá como aquellos conceptos que serán considerados en la investigación, considerando los beneficios entregados, tanto a nivel general como particular, y las definiciones y funciones de cada uno.

1.1.1 Servicios Ecosistémicos:

Son aquellos beneficios irremplazables para la humanidad y para el resto de la biodiversidad, los cuales son entregados por los ecosistemas y son conocidos como servicios ecosistémicos. Según el programa International Millennium Ecosystem Assessment, el cual está encargado de evaluar las consecuencias del cambio climático global en los ecosistemas y su conservación para el bienestar del humano, estos servicios fueron clasificados de la siguiente forma:

- **Servicios de Provisión:** recursos y bienes que extraemos de los ecosistemas para construir, fabricar y elaborar todo tipo de elementos útiles para la sociedad.
- **Servicios de Regulación:** procesos de regulación de fenómenos naturales, tales como; olas de calor, inundaciones, aluviones, entre otros.
- **Servicios Culturales:** los ecosistemas proporcionan las bases para el desarrollo cultural, proporcionando identidad y sentido de pertenencia a sus habitantes.
- **Servicios de Soporte:** los ecosistemas mantienen procesos de mayor escala que dan soporte a los demás servicios.

1.1.2 Confort Térmico:

Es la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico, el cual se define por la pluralidad de sensaciones y está asegurado por todos los factores que influyen en la condición térmica experimentada por el usuario. La sensación de confort térmico está asegurada por los factores que dependen del intercambio

de calor entre el cuerpo humano y el ambiente. Es decir, la sensación térmica del ser humano respecto al entorno. (Simion, Socaciu, & Unguresan, 2016)

1.1.3 Confort Térmico Exterior:

La definición termo-fisiológica del confort se basa en el disparo de los receptores térmicos en la piel y en el hipotálamo. En este sentido, el confort se define como el índice mínimo de señales nerviosas de estos receptores. Según su definición energética, el estado de confort térmico se alcanza cuando los flujos de calor hacia y desde el cuerpo humano están equilibrados y la temperatura de la piel y la tasa de sudoración están dentro de un rango de confort que depende únicamente del metabolismo. (Höppe P. , 2002)

1.1.4 Sistema Verde – Azul:

Son aquellos sistemas que permiten establecer soluciones eficientes en las ciudades o zonas urbanas, para la rehabilitación y manejo de sus espacios, que impulsen la protección y provisión de servicios ecosistémicos estratégicos en los sistemas urbanos – ecológicos. Este se encuentra compuesto por masas vegetales y cuerpos de agua que en conjunto trabajan para el beneficio del usuario como del entorno. (Vergara Buitrago, 2019)

1.2 Componentes de los Factores

1.2.1 Servicios Ecosistémicos:

Sistemas Biofísicos: son aquellos en los que se ubican los procesos naturales que permiten la provisión de los servicios ecosistémicos. Tales como, el suelo, agua, clima, plantas, animales y microorganismos.

Sistemas Sociales: son aquellos en los que se refleja la estructura de poder, la organización social, la dinámica cultural, y en general las características propias de los pobladores locales. Entendiendo los sistemas sociales como las relaciones se manifiestan a través de la cultura, la ideología y la economía.

1.2.2 Confort Térmico:

El confort térmico tiene una serie de variables a considerar, dentro de las cuales se encuentran, la temperatura ambiente del aire (T_a), la velocidad del aire (v), la humedad relativa (HR), y la temperatura radiante media (T_{mrt}). Estas variables serán definidas más adelante. Cabe considerar que existen índices de confort térmico, los cuales son:

PET: se define como la temperatura del aire a la que, en un entorno interior típico (sin viento ni radiación solar), se equilibra el balance térmico del cuerpo humano con la misma temperatura central y de la piel que en las complejas condiciones exteriores que se van a evaluar. De este modo, la PET permite a una persona comparar los efectos integrales de las condiciones térmicas complejas en el exterior con su propia experiencia en el interior. (Höppe P. , 1999)

UTCI: sigue el concepto de temperatura equivalente. Las condiciones meteorológicas se comparan con un entorno de referencia, que tiene un 50% de humedad relativa, aire en calma y la temperatura radiante media es igual a la temperatura del aire (Jendritzky et al., 2012). La temperatura equivalente UTCI para una condición meteorológica determinada se define como la temperatura del aire del entorno de referencia que produce el mismo estrés fisiológico (tensión). Estas reacciones fisiológicas dinámicas son multidimensionales (temperatura central, tasa de sudoración, hidratación de la piel, etc. en diferentes tiempos de exposición). (Ketterer & Matzarakis, 2014)

1.3 Parámetros físicos

VARIABLES CLIMÁTICAS CONSIDERADAS EN LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 Temperatura del Aire:

Afecta a los intercambios secos y húmedos, así como al coeficiente de transferencia de calor.

1.3.2 Velocidad del Aire:

Afecta en gran medida las pérdidas por convección y evaporación. Cerca del cuerpo vestido, el movimiento del cuerpo puede aumentarla. Siempre existe una velocidad mínima de 0,1 m/s, debido a un movimiento natural permanente del aire en todas partes.

1.3.3 Humedad Relativa:

Presenta un pequeño impacto cuando no hay sudoración, entonces, el intercambio respiratorio latente y de la transpiración imperceptible de la piel son las dos únicas transferencias asociadas a la humedad. En caso contrario, la humedad del aire afecta fuertemente a la evaporación del sudor y, por lo tanto, a la humedad de la piel.

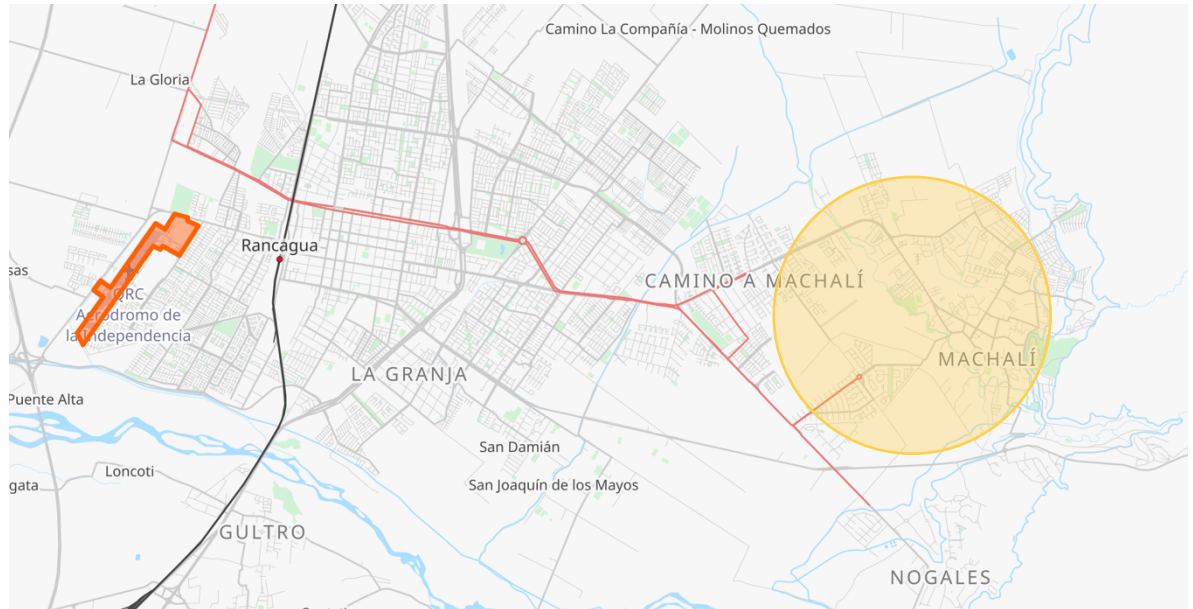
1.3.4 Temperatura Media Radiante:

Es la temperatura superficial uniforme de un recinto negro con la que un (Pecelj, et al., 2021) individuo intercambia el mismo calor por radiación que el entorno real considerado. En el caso de los exteriores, la temperatura media radiante resume todos los flujos de radiación de onda corta y de onda larga que llegan al cuerpo humano, que los cuales pueden ser muy complejos (variables de manera espacial y también temporal) en entornos urbanos. (Kántor & Unger, 2011)

Capítulo 3: Casos de Estudio: Plaza de Machalí | Cerro San

Juan

3.1 Antecedentes



1: Mapa con las zonas relevantes para la investigación, extraído de Open Street Mapa

Cabe considerar que Machalí se encuentra en la Región de O’Higgins, y colinda con Rancagua. Los datos climáticos requeridos para esta investigación son entregados por el Aeródromo de la Independencia, el cual se encuentra marcado en la Figura 1.

3.1.1 Localización geográfica

Definida la localidad de Machalí para la realización de esta investigación, por considerarse que cumple razonablemente los requisitos establecidos para la realización de la misma, tales como la presencia de sistemas verde – azul y la de sectores con ausencia de estos, ambos de uso público y con una distancia que cumple el requisito de ser caminable, se presenta plano general con la identificación de ambos sectores seleccionados para el estudio.

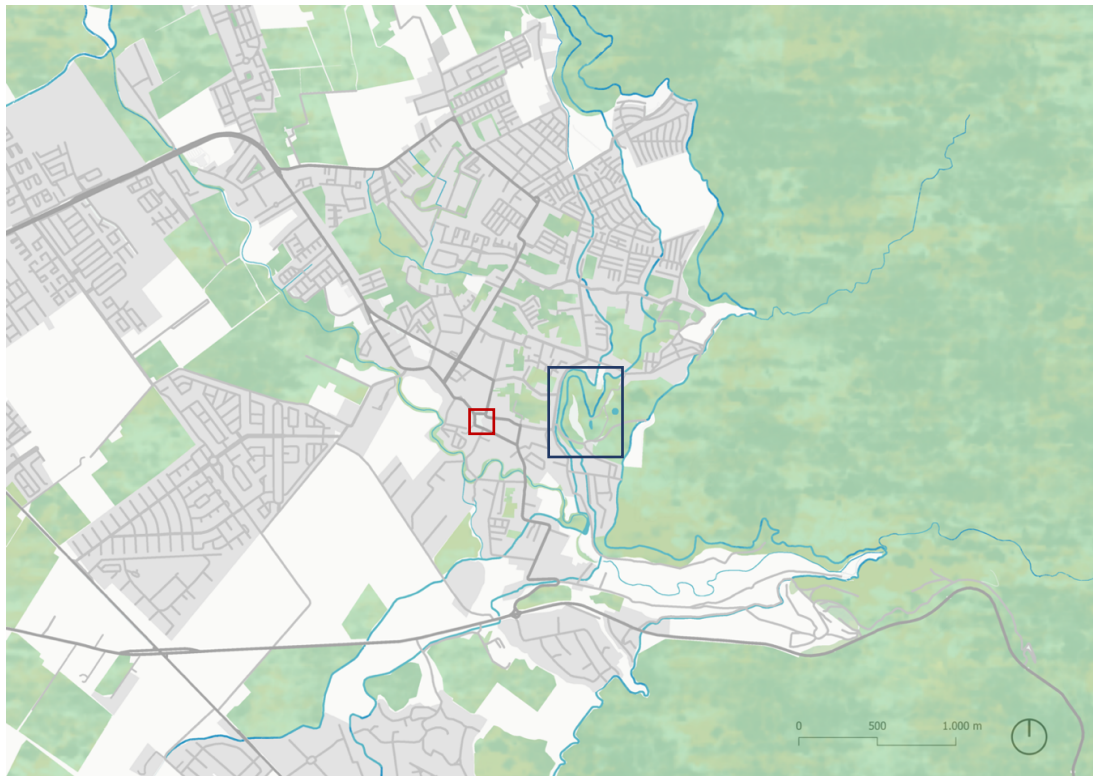


Figura 2: Mapa de Machalí, elaboración propia

El primer sector corresponde a la Plaza de Machalí, lugar de uso público, concurrido por los pobladores, centro de la localidad y donde se encuentran ubicados la Municipalidad, oficinas de Correo, colegios, tiendas, restaurantes, entre otros servicios comunitarios.



Figura 3: Plaza de Machalí, extraída de Google Earth

El segundo sector corresponde al Cerro San Juan de Machalí, el que cumple la función de parque en el cual las familias se reúnen los fines de semana, además de cumplir el requisito de ser un sistema verde – azul.



Figura 4: Cerro San Juan, extraída de Google Earth

3.2 Obtención de Data

Como se expuso anteriormente, se utilizarán dos fuentes de obtención de datos, siendo la primera una simulación en el software de ENVI-met (ENVI_MET, n.d.), y la segunda una encuesta de percepción de confort térmico aplicada a una muestra de usuarios de los casos de estudio.

3.2.1 Data Climática

Para la simulación, los primeros datos que se necesitan son los de las variables del confort térmico, valores obtenidos de la página de meteorología Weather Spark (Weather Spark, 2021), la cual sistematiza la información entregada por las estaciones meteorológicas de Chile para calcular las temperaturas que se tienen durante cada día a lo largo del año. Para este estudio se utilizó la información del día 21 de enero y del día 21 de junio del año 2021, lo que se presenta en gráficos a continuación.

Temperatura del Aire

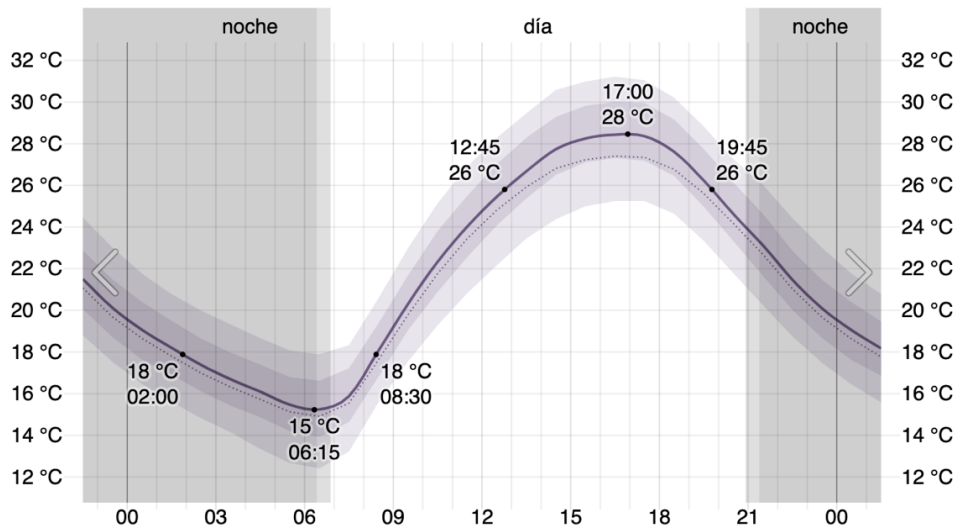


Gráfico 2: Temperatura Promedio 21 de enero Machalí, extraído de Weather Spark

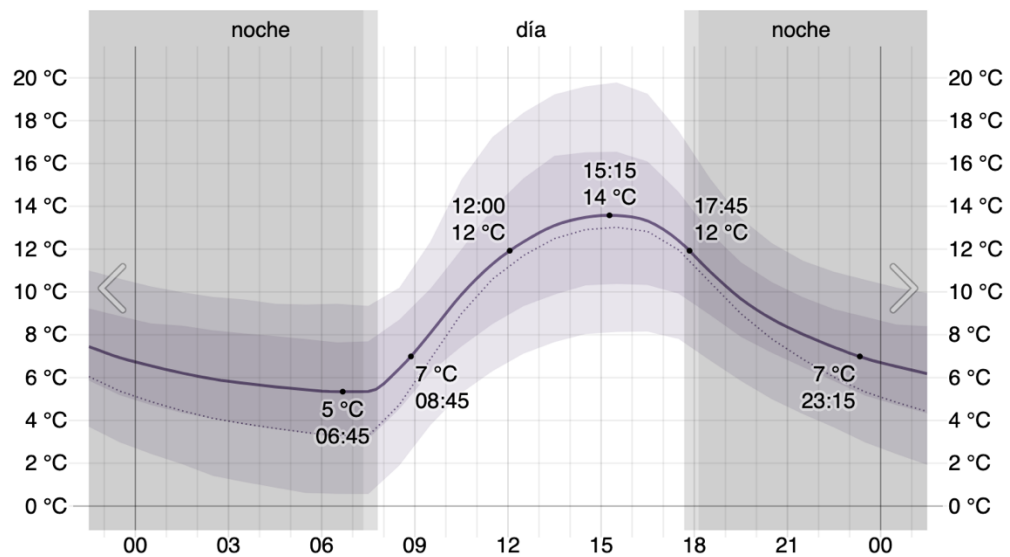


Gráfico 3: Temperatura Promedio 21 de junio Machalí, extraído de Weather Spark

Con base en estas tablas, se obtiene que la temperatura máxima y mínima para invierno y verano son: verano 28° C y 15° C, invierno 14° C y 5° C, datos que sirven de base para la implementación del sistema de simulación.

Humedad Relativa

La información de esta variable se obtiene en la página Meteored (Meteored, 2021). La cual utiliza la información entregada por el Aeropuerto de la Independencia

(Región de O’Higgins), datos que se presentan en las siguientes tablas respecto de las fechas elegidas.

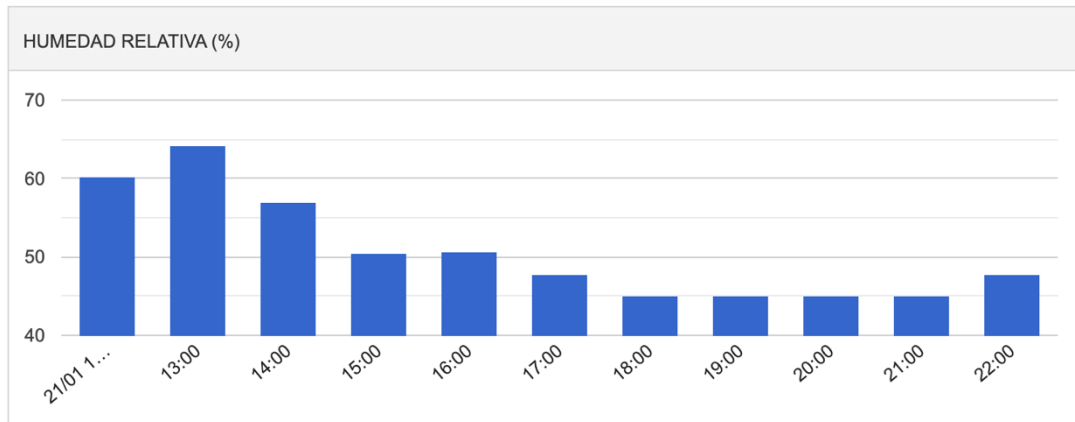


Gráfico 4: Humedad Relativa (%) 21 de enero Machalí, extraído de Meteored

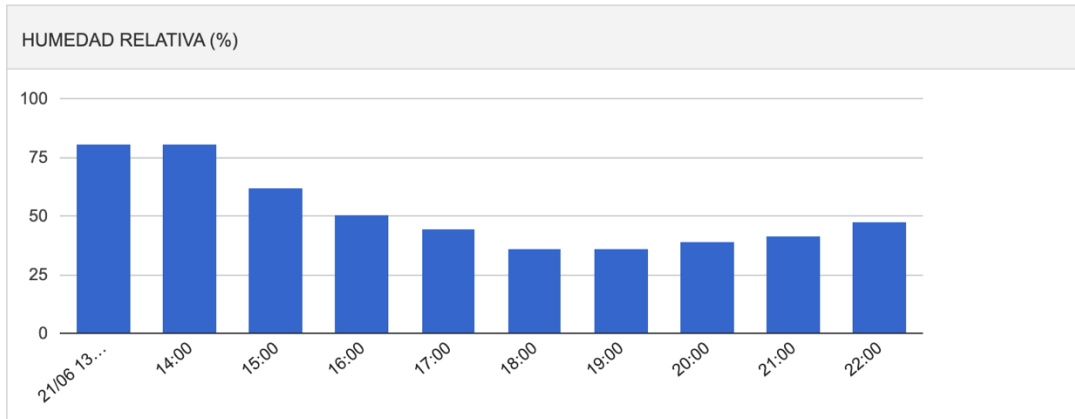


Gráfico 5: Humedad Relativa (%) 21 de junio Machalí, extraído de Meteored

En base a estas tablas se obtiene que para enero la humedad relativa máxima es de 64,3% a las 13:00 hrs. y la humedad relativa mínima de 45,1 % a las 18:00 hrs. y para junio se obtiene una humedad relativa máxima de 81% a las 13:00 hrs y una humedad relativa mínima de 36,1% a las 18:00 hrs.

Velocidad de los Vientos

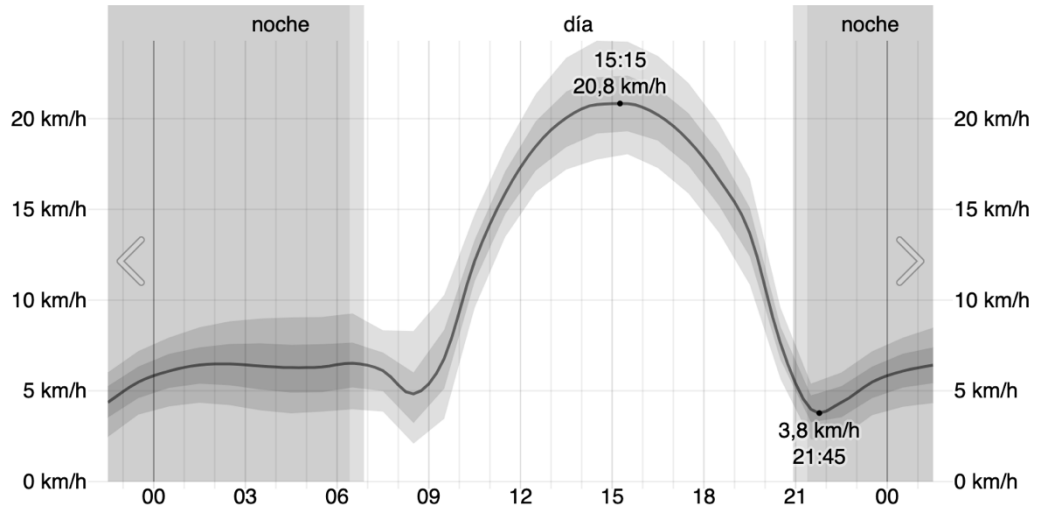


Gráfico 6: Velocidad del Viento, 21 de enero Machalí, extraído de Weather Spark

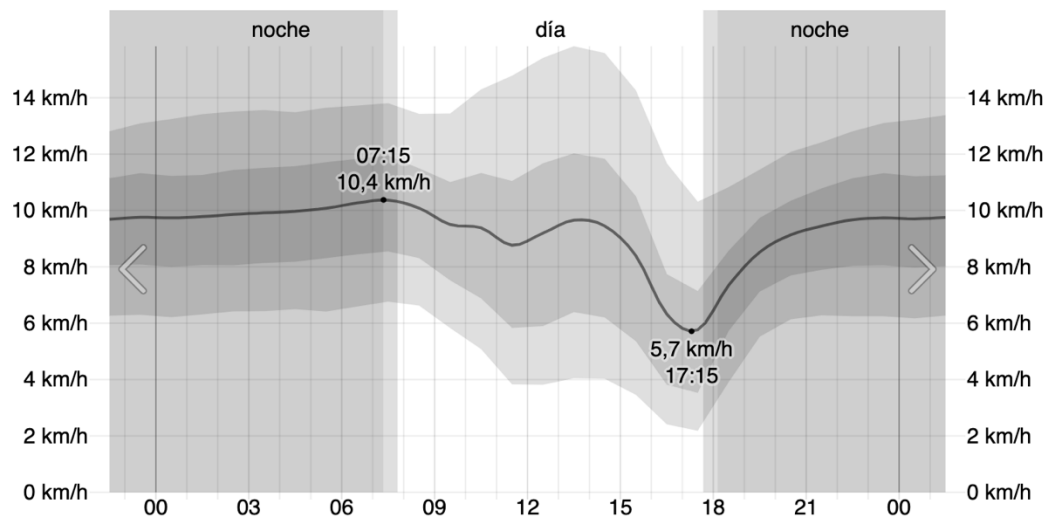


Gráfico 7: Velocidad del Viento, 21 de junio Machalí, extraído de Weather Spark

En base a estas tablas, se obtiene la máxima y la mínima velocidad del viento. Para enero una máxima 20,8 km/h y una mínima de 3,8 km/h, y para junio una máxima de 10,4 km/h y mínima de 5,7 km/h.

Radiación

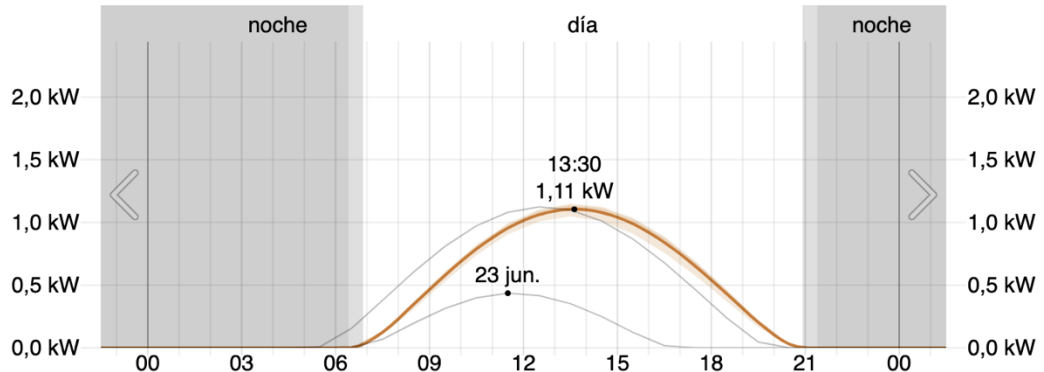


Gráfico 8: Energía Solar de Onda Corta, 21 de enero Machalí, extraído de Weather Spark

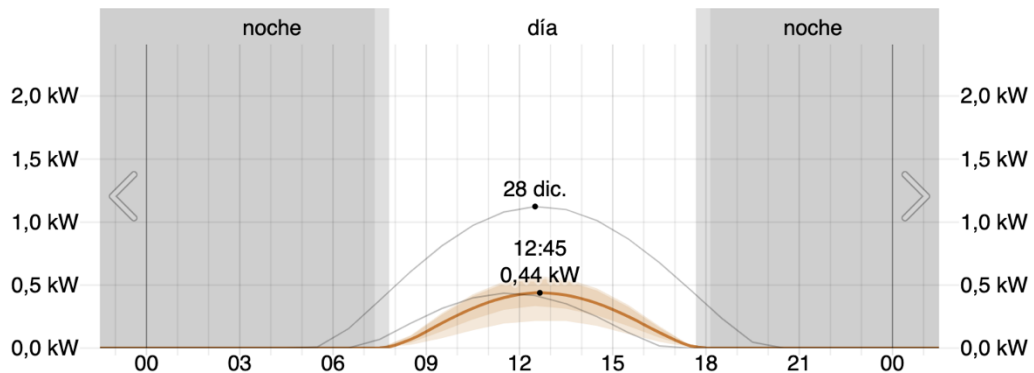


Gráfico 9: Energía Solar de Onda Corta, 21 de junio Machalí, extraído de Weather Spark

Las tablas de radiación permiten tener el máximo de radiación de onda corta para ambas fechas, enero con 1,11 kW y junio con 0,44 kW.

Con la información de estas variables se genera la información base de data del ambiente necesaria para generar la simulación en el software de ENVI-met.

3.2.2 Data Materialidades

Esta data consisten en identificar las materialidades de los edificios, las calles, y las veredas, tipo de suelo y cantidad de vegetación existente en la Plaza de Machalí y las zonas aledañas, información que fue levantada mediante fotografías, observación directa en terreno y consultado a las personas presentes en los lugares señalados, para poder generar la base de datos de materialidades. Solo se hace este

levantamiento en la plaza de Machalí dado que en el Cerro San Juan no existen este tipo construcciones. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 1: Información Térmica de los Materiales

Materialidad	Conductividad Térmica	Densidad	Calor Específico	Capacidad de Reflejar calor %	Capacidad de Absorber calor %	Emisividad %
Latón	116 W/mk	8550 kg/m ³	397 J/kg K	0,9	0,1	0,9
Madera de Pino	0,140 W/mk	640 kg/m ³	2512 J/kg K	0,8	0,2	0,9
Hormigón Armado	1,63 W/mk	2400 kg/m ³	837 J/kg K	0,9	0,1	0,97
Ladrillo de Arcilla	0,814 W/mk	1800 kg/m ³	921 J/kg K	0,8	0,2	0,93
Adobe	0,635 W/mk	1450 kg/m ³	850 J/kg K	0,1	0,9	0,9
Teja de Arcilla	0,75 W/mk	500 kg/m ³	840 J/kg K	0,6	0,4	0,9
Teja Asfáltica	0,76 W/mk	2120 kg/m ³	1700 J/kg K	0,9	0,1	0,9

Fuente: Elaboración propia con base en las fichas técnicas de los materiales

3.3 Simulación

La simulación se plantea haciendo una comparación de la data climática obtenida en verano e invierno de los dos sectores seleccionados, la Plaza de Machalí y el Cerro San Juan, de manera de comprender cómo se comportan los lugares en base al cambio de las estaciones.

3.3.1 Proceso Modelado

Una vez completadas la data climática y de materialidades, se genera la base de datos del Software ENVI-met.

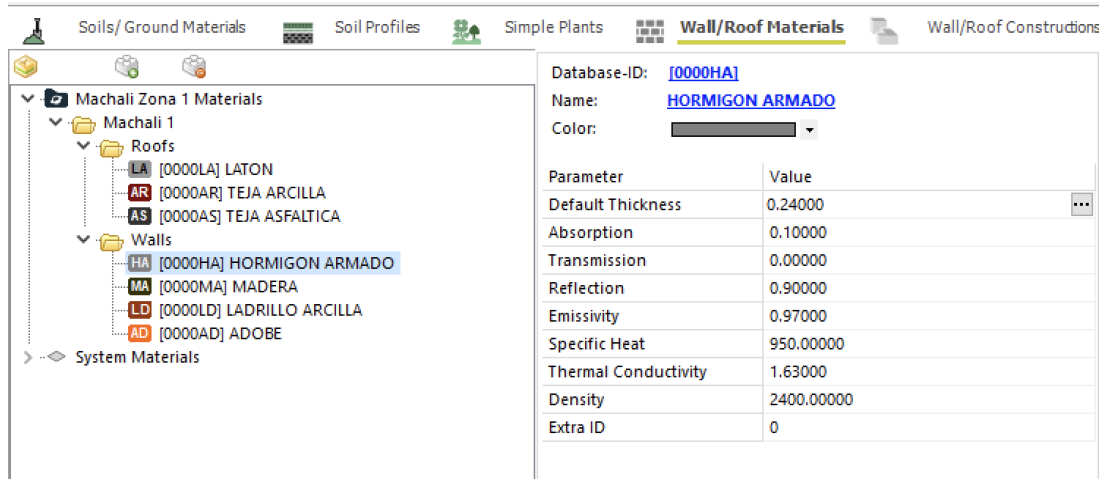


Figura 5: Base de Datos de materialidades ENVI-met, elaboración propia

A continuación, en la carpeta del proyecto se debe crear una carpeta de materialidades en la que se introducen los datos de los materiales que están presentes en las zonas de estudio, clasificándolos en materialidades de muros y techos, una vez completado estos, se inicia la construcción de los muros y techos en base a las materialidades definidas.

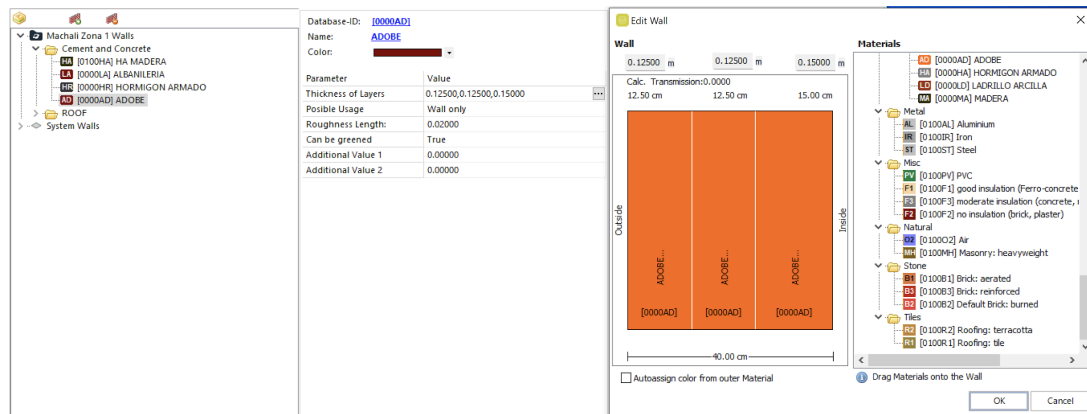


Figura 6: Base de Datos Construcción de Muros, elaboración propia

Una vez completada la definición de los muros y de los techos, se define el grosor que estos presentan, quedando así listos para ser agregados en el modelo 3D que se producirá en Sketchup.

Con la base de datos completada en el software, se inicia el modelado 3D en el programa Sketchup, el cual tiene una extensión de ENVI met para facilitar el modelado, debido a que ENVI met utiliza un modelado en base a píxeles. Se modelan ambos sectores seleccionados:

Plaza de Machalí: primero se hace un modelo de la plaza, sin definir materialidades, solo se genera la definición de los espacios que serán analizados.

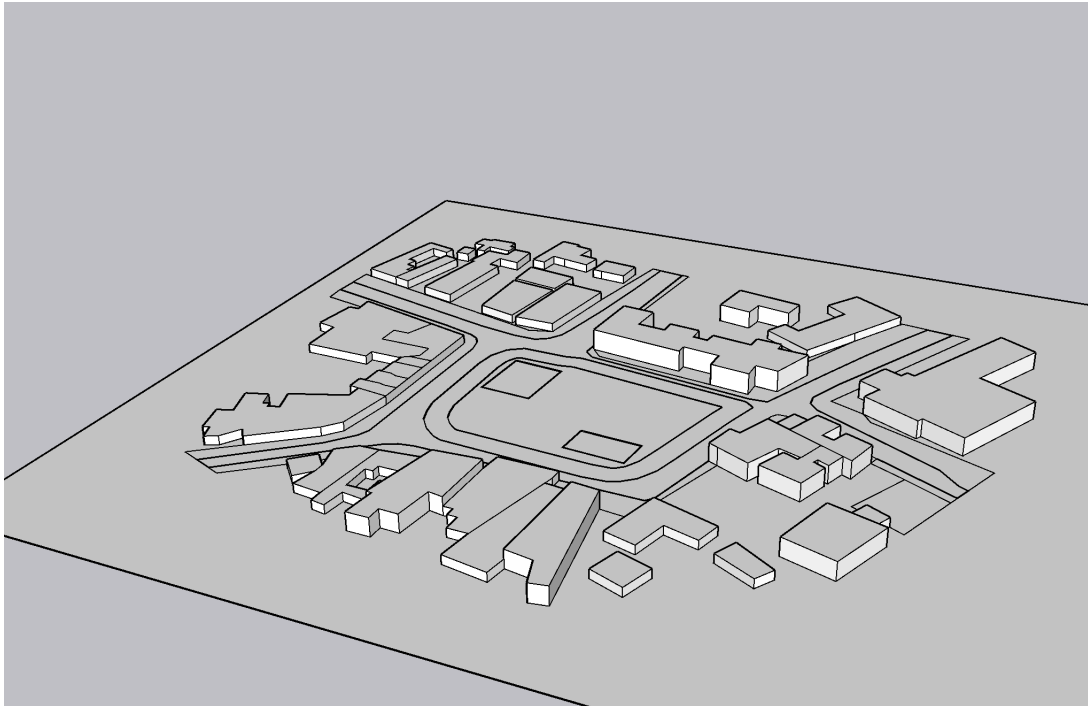


Figura 7: Modelo 3D, Plaza de Machalí, elaboración propia

Ya definida el área de estudio 1 a nivel volumétrico, se inicia el proceso de definición de materiales de las construcciones y los suelos. Para esto se utilizan capas de información, las cuales son: suelos, plantas 2D, plantas 3D, edificaciones y grilla. Estas

capas son utilizadas para poder definir fácilmente las materialidades de los distintos componentes del modelo 3D.

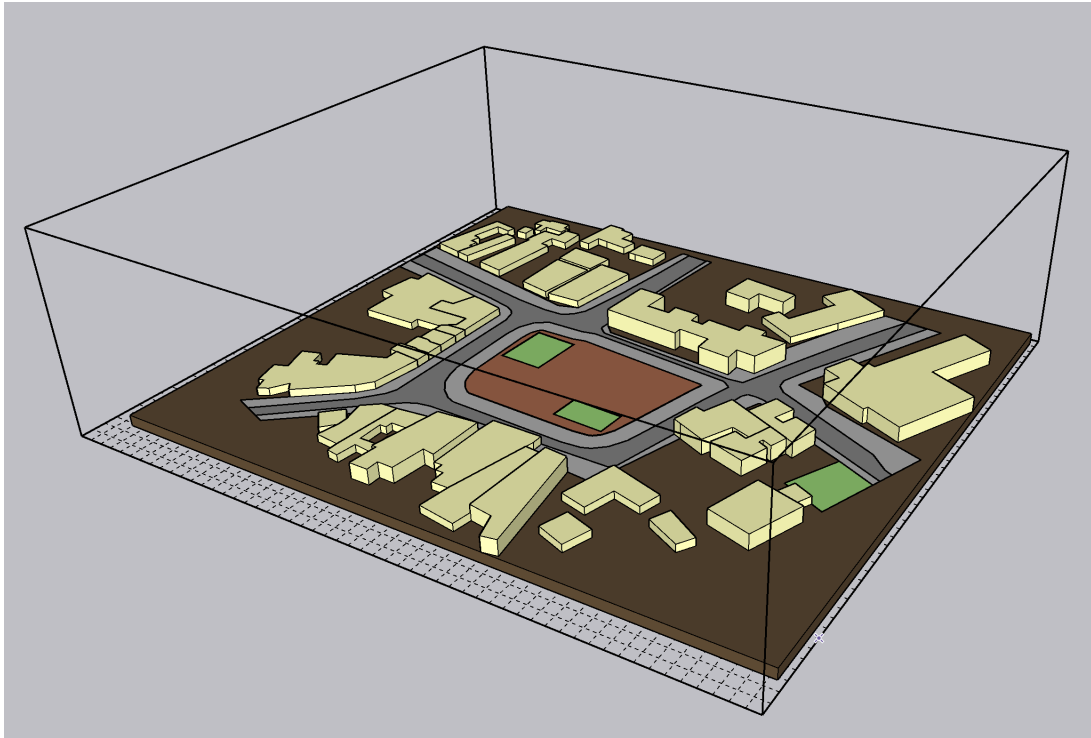


Figura 8: Modelo con Materialidades, Plaza de Machalí, elaboración propia

Una vez completada la definición de las materialidades, se inicia la definición de las áreas verdes en base a la cantidad de vegetación que se encuentran en el lugar, considerando su altura y espesor.

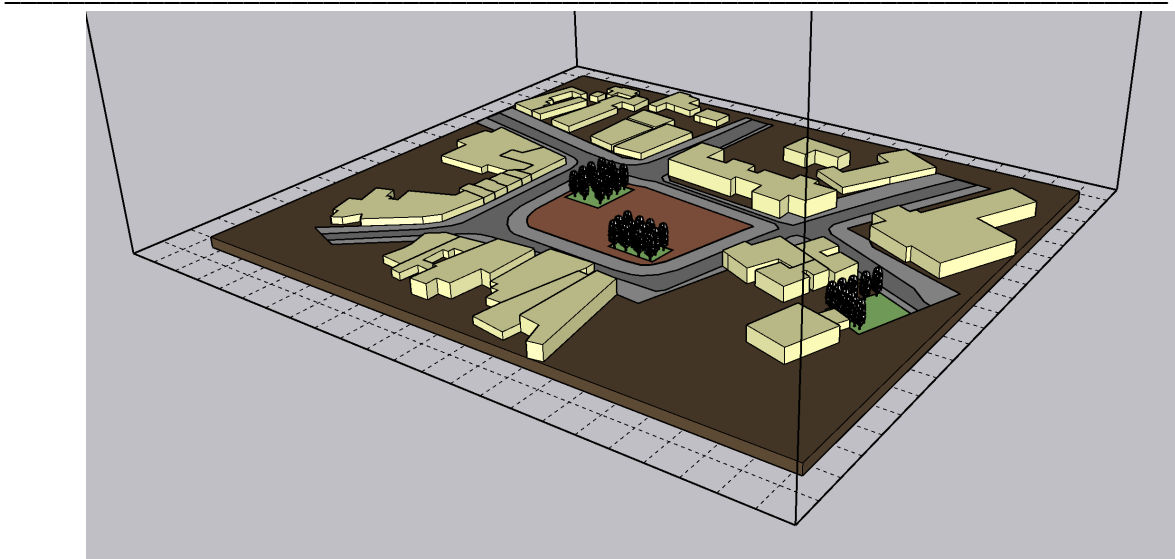


Figura 9: Modelo Plaza de Machalí Completo, elaboración propia

Completando lo anterior, el modelo 3D, se encuentra listo para ser exportado y trasladado a software de ENVImet.

Cerro San Juan: el segundo caso de estudio sigue el mismo procedimiento, se genera el modelo 3D definiendo los volúmenes presentes en el lugar.

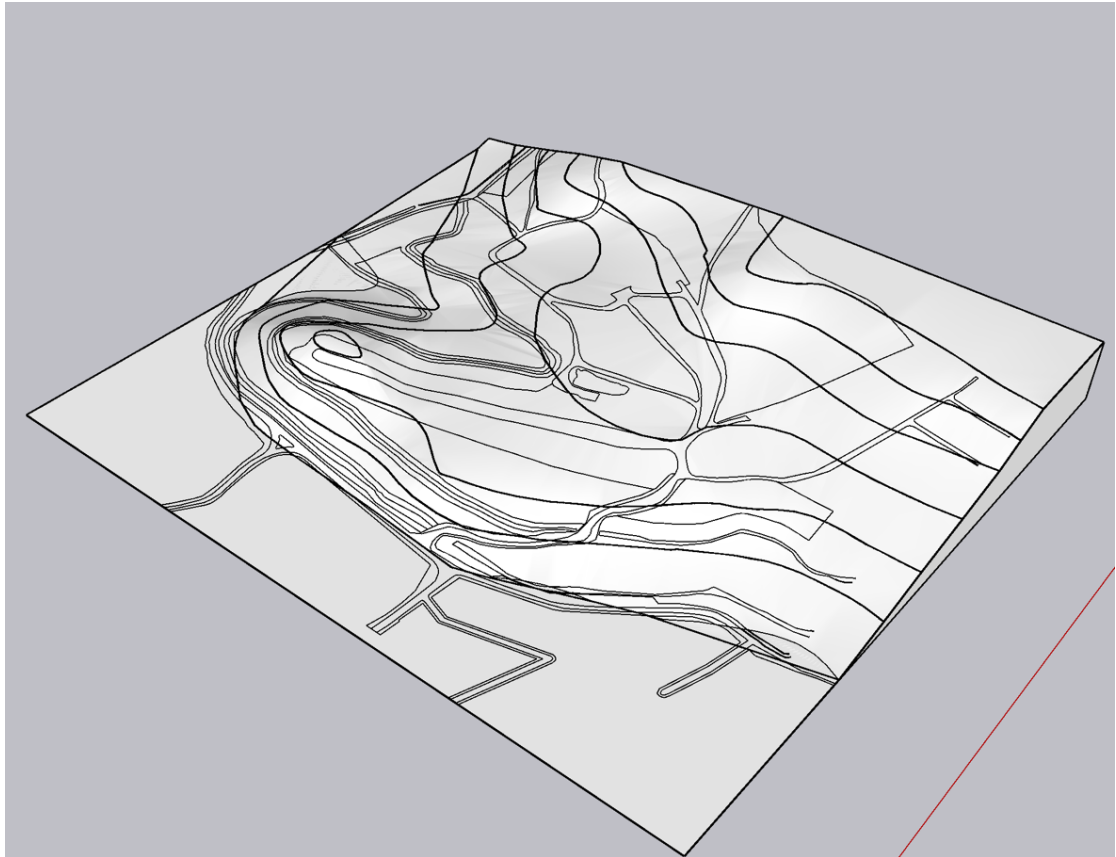


Figura 10: Modelo 3D, Cerro San Juan, elaboración propia

Luego se definen las materialidades que se encuentran presentes en el cerro. Siendo estas, los tipos de suelo, definiendo cuáles son las áreas verdes, y los cuerpos de agua presentes en el cerro.

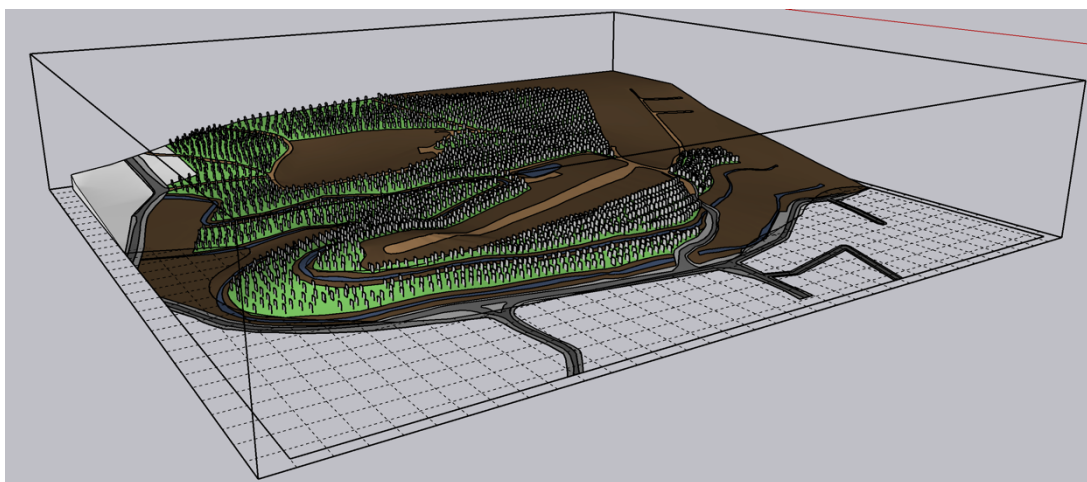


Figura 11: Modelo 3D, Cerro San Juan con materialidades, elaboración propia

Con los dos modelos de las áreas de estudio completos, se exportan para poder abrirlos en ENVI-met para poder corroborar que las materialidades se encuentren correctas.

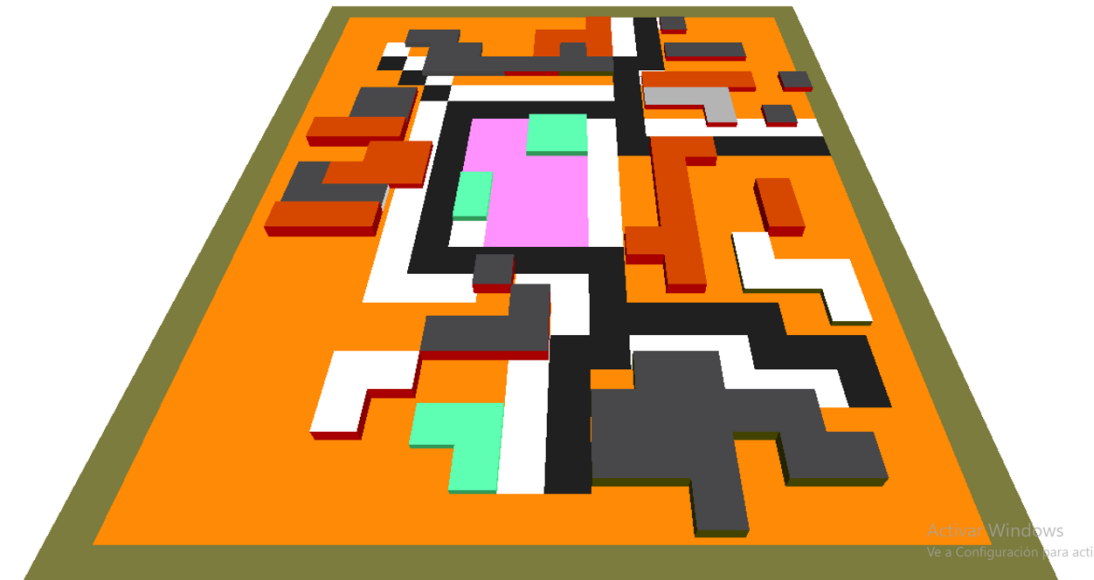
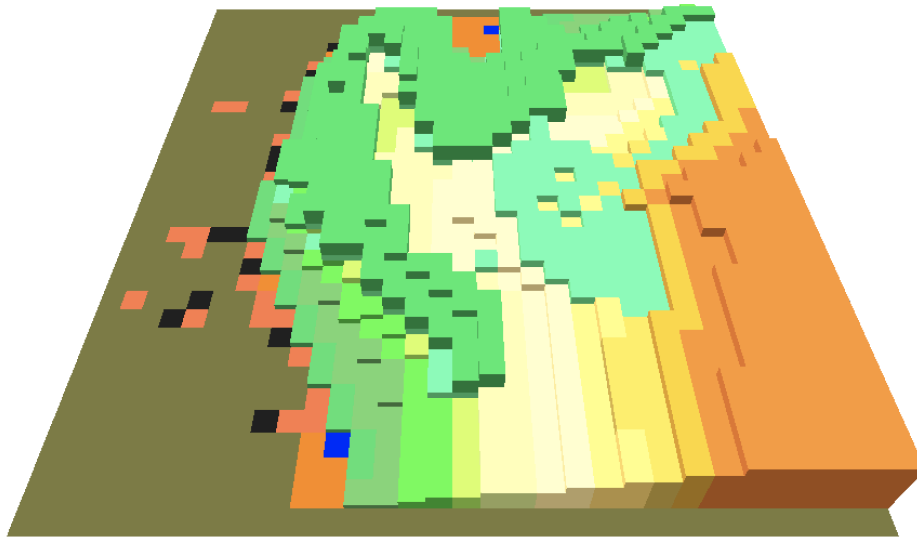


Figura 12: Modelo en Spaces de ENVI-met de la Plaza de Machalí, elaboración propia

Se verifican las materialidades de la Plaza de Machalí en el software de ENVI-met, cuando se corrobora que estas están correctas, se verifican del mismo modo las materialidades del modelo del Cerro San Juan.



Activar Windows

Figura 13: Modelo en Spaces de ENVI-met del Cerro San Juan, elaboración propia

Una vez realizado este proceso, se elige una sección del parque, la cual presente un tamaño similar al de la Plaza de Machalí, para que cuando se haga la comparación de ambos sectores una vez hecha la simulación, estos sean similares en características en base a la influencia que tiene en el espacio, como se puede apreciar en la Figura 13.

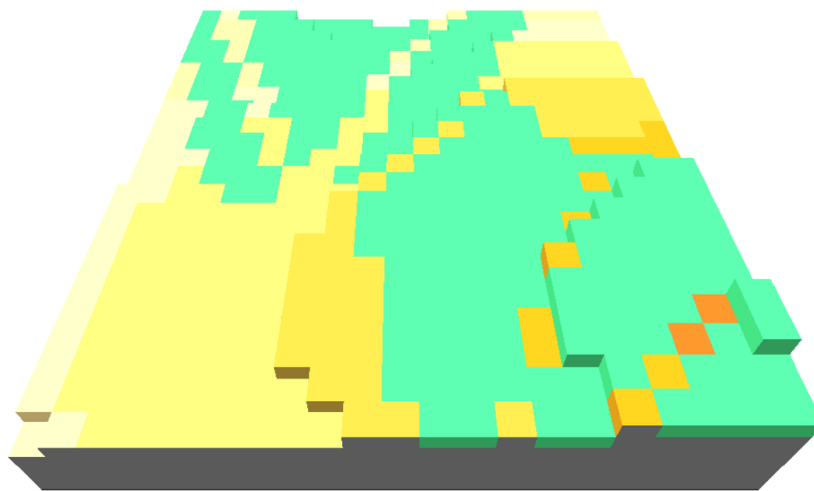


Figura 14: Modelo Seccionado del Cerro San Juan en Spaces de ENVI-met, elaboración propia

Ya completada esta etapa, se puede proceder a iniciar el proceso de simulación, para obtener la información necesaria para el análisis de datos.

3.3.2 Proceso de Simulado

Una vez revisado el modelo en Spaces, se exporta para poder trasladarlo a ENVI – guide, donde se utiliza la base de datos del ambiente en base a los días seleccionados para generar las bases de la simulación.

En esta se definen los factores que van a influir en el proceso de simulación, los factores que influirán en estas simulaciones serán, temperatura, humedad relativa, radiación, influencia de las áreas verdes, influencia de los cuerpos de agua y las edificaciones que se encuentran en el lugar de estudio.

General Settings

Simulation Date and Time

Start Date (DD.MM.YYYY): 21.01.2021

Start Time (HH:MM): 5 0

Total Simulation Time (h): 24

Simulation name

Full name of simulation task: MACHALI 21 DE ENERO
This is used to identify your simulation and to generate labels

Short name for file names: ZONA 1 21 DE ENERO
Define the root name for your simulation files.
ENVI-met will add some information to this name, so keep it simple but unique

Folder for model outputs: Z:\Windows\ENVI-met Workspace\Ma
If left empty, the outputs will be written next to the SIMX file

Model area

Load model area (INX) file: PLAZA DE MACHALI FINAL.INX

CPU Cores (Parallel Computing)

Number of CPU cores to be used

Multi Core (parallel) Single Core

Decide whether the simulation should utilize all available CPU cores. While this typically increases speed, other applications might not run as smoothly.

(Parallel Computing is not supported in LITE and STUDENT)

Figura 15: Definición de la data de la Simulación, elaboración propia

En esta parte, se define la fecha y año, la hora en la que se inicia la simulación, y la cantidad de horas que se analizarán, para esta investigación se utilizara una simulación de 24 horas, como se puede ver en la Figura 14.

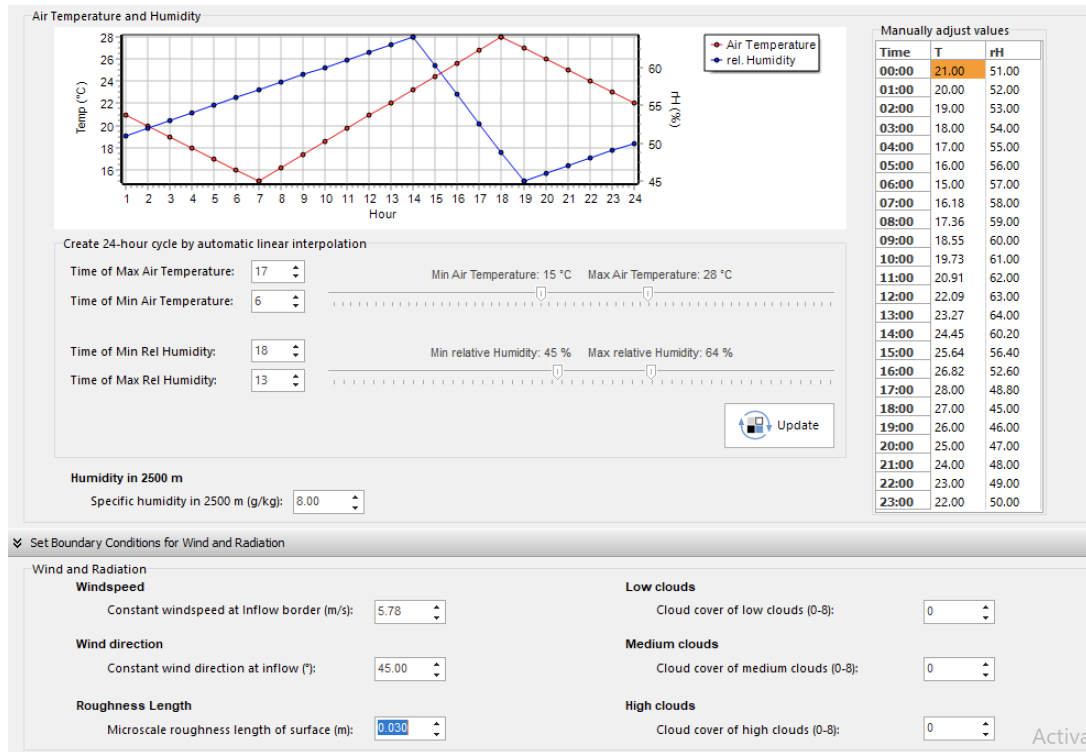


Figura 16: Data ambiental de la simulación 21 de Enero Machalí, elaboración propia

Luego se definen las siguientes variables para el día 21 de enero: la temperatura máxima y mínima, junto con la hora en que estas ocurren, luego se define la humedad relativa máxima y mínima, también en relación con la hora en que estas ocurren, para continuar con la velocidad del viento presente, como se aprecia en la Figura 15. A su vez, se agrega el cálculo de la información del suelo, radiación, áreas verdes.

Se hace lo mismo con las variables del día 21 de junio, considerando las temperaturas máximas y mínimas, la humedad relativa máxima y mínima, la velocidad del viento, como se puede ver en la Figura 16, el cálculo del suelo, y las áreas verdes.

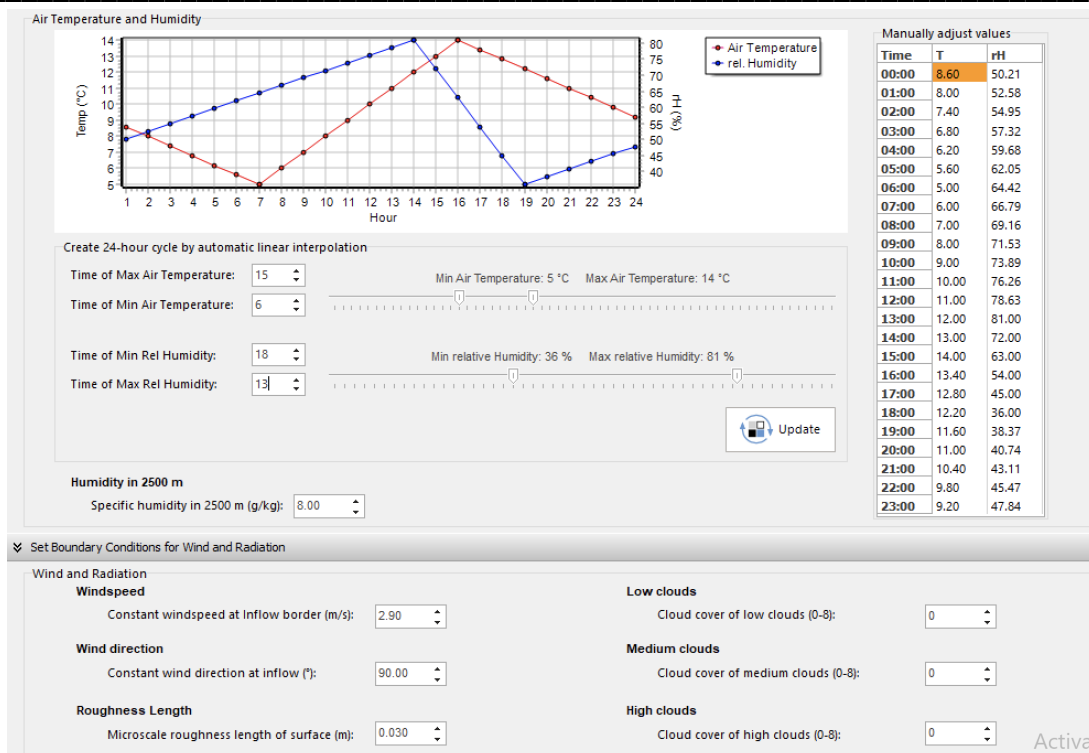


Figura 17: Data ambiental de la simulación 21 de Junio Machalí, elaboración propia

Una vez completada esta etapa, ya se puede revisar que la simulación no tenga errores en ENVI-core, ya verificada la información de la simulación y que esta no tenga errores, se puede iniciar la simulación y obtener la información requerida para el análisis comparativo de ambos casos de estudio.

3.3.3 Proceso de Visualización de Resultados

Para visualizar los resultados, se utiliza Leonardo, de ENVI-met, en Leonardo se define la información que se va a mostrar en relación con sector simulado, para el análisis de datos se utilizará la información de los días 21 de enero y 21 de junio, para los casos de estudio, se escogen estas fechas debido a que en enero se encuentran mayores temperaturas durante el día, por otro lado, se escoge el 21 de junio debido a que con el paso de los años las temperaturas han empezado a disminuir antes del inicio del invierno.

A continuación, se mostrará un ejemplo del tipo de gráfico que se puede obtener en Leonardo una vez realizada la simulación.

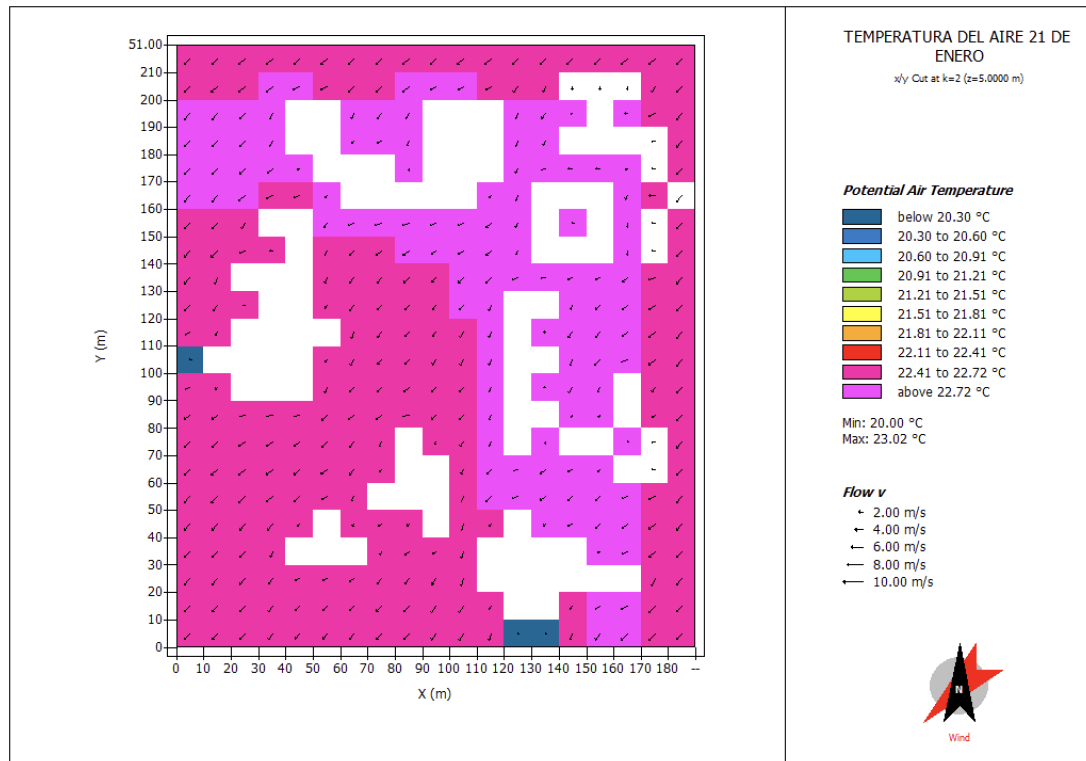


Figura 18: Temperatura del Aire 21 de Enero, Plaza de Machalí, elaboración propia

Como se puede ver en la Figura 21, los gráficos pueden mostrar una variedad de información, dependiendo de lo que será estudiado y analizando. en esta investigación se analizarán los datos de temperatura del aire, temperatura del suelo, temperatura del aire al entrar en contacto con la vegetación, junto con la influencia de los vientos presentes.

3.4 Encuesta de percepción

Como se mencionó anteriormente, el segundo proceso es una encuesta de percepción, esta encuesta plantea conocer lo que los habitantes sienten cuando se encuentran en los dos casos de estudio, para conocer esto su percepción de confort térmico.

3.4.1 Antecedentes

Para la encuesta se considera que la población total de Machalí es de 52.505 personas (BCN Censo, 2017), de este total, para la encuesta se considera la población que tiene una mayor facilidad para trasladarse, la cual se define en base al rango etario de 15 – 60 años de edad, se define este rango para poder hacer el cálculo de cuántas personas deben ser encuestadas para poder obtener un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Las personas pertenecientes al rango etario de 15 – 60 años, es un total de 35.253 habitantes (BCN Censo, 2017). Para obtener los valores que cumplan con un nivel de confianza del 95%, y un margen de error del 5%, se utiliza la página NETQUEST (netquest, n.d.), el cual resulta en un total de 381 habitantes como muestra total.

3.4.2 Proceso de Encuesta

Considerando la muestra ya antes definida de 381 habitantes, se plantean las siguientes preguntas para conocer la precepción de los habitantes al encontrases en las áreas estudiadas.

Tabla 2: Preguntas encuestas de percepción

Sujeto	Sensación térmica 1 a 7	Sensación de Humedad 1 a 7	Brisas 1 a 3	Preferencia de Tº 1 a 3	Tº en el momento	Hora encuesta
1	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: elaboración propia

La tabla N°2 muestra lo que fue preguntado a los encuestados, estas están medidas en escalas, las cuales serán explicadas a continuación.

Para las preguntas de sensación térmica se hace uso de la tabla de 7 valores mostrada en la Figura 18.

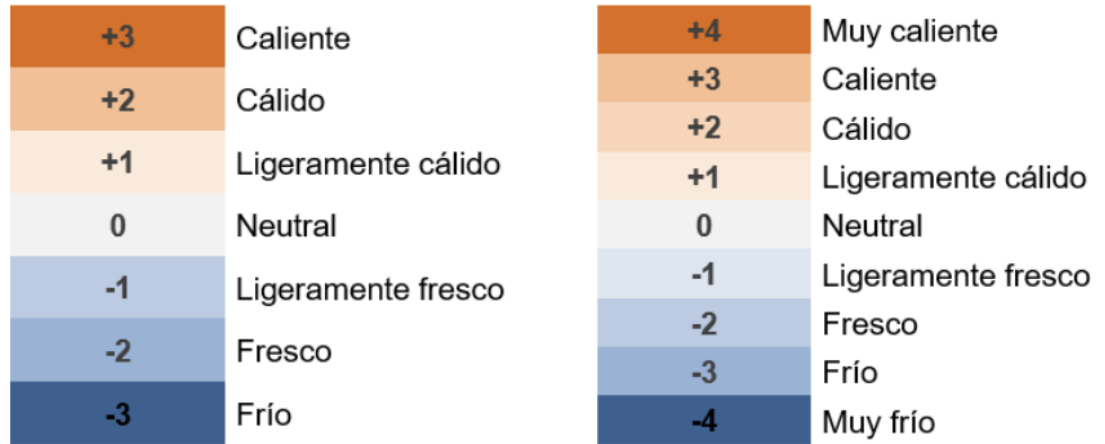


Figura 19: Escalas de sensación térmica 7 y 9 valores, extraída de (Seiscubos, 2019)

Para la sensación de humedad, se utiliza una escala de 7 valores, los cuales se muestran en la Tabla NA.

Tabla 3: Escala de sensación de humedad de 7 valores

Muy húmedo
Húmedo
Un poco húmedo
Neutral
Un poco seco
Seco
Muy seco

Fuente: elaboración propia

En el caso de las brisas se definen 3 valores, el primero es que existe la presencia de mucha brisa, el segundo que hay pocas brisas, y el último que no hay brisas presentes en el lugar.

Por último en el caso de la preferencia de temperatura, se definen 3 valores, que

prefieren más calor, que prefieren más frío, y que la temperatura presente en el lugar esta bien.

Para el ambito fisiológico de la encuesta, se hacen las siguientes preguntas:

Tabla 4: Preguntas fisiológicas de la encuesta

Sujeto	Género F/M	Rango etario 1 a 5	Estado de salud Sano/ Resfriado	Tipo de vestimenta 1 a 5
NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: elaboración propia

En el ámbito de rango etario, se definieron 5 valores, los cuales son < a 12 años, de 12 a 18 años, de 18 a 35 años, de 35 a 59 años y 60 años a <.

Y para el ámbito de tipo de vestimenta, se definieron 5 valores, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5: Categorías de clasificación de vestimenta

Muy ligera	Camiseta / Shorts
Ligera	Camiseta, blusa, polera / Pantalón
Normal	Camiseta, polera, polera manga larga / Polerón, chaleco / Pantalón
Abrigada	Camiseta, polera manga larga / Polerón, chaleco / Pantalón
Muy abrigada	Camiseta, polera manga larga / Polerón, chaleco / Chaqueta / Bufanda / Gorro / Pantalón

Fuente: elaboración propia

Capítulo 4: Análisis de Resultados

Los resultados se dividen en dos secciones, los obtenidos mediante la simulación de ENVI-met y los resultados obtenidos mediante la encuesta de percepción, estos serán analizados de forma comparativa.

4.1 Resultados simulación ENVI-met

4.1.1 Resultados Simulaciones Plaza de Machalí

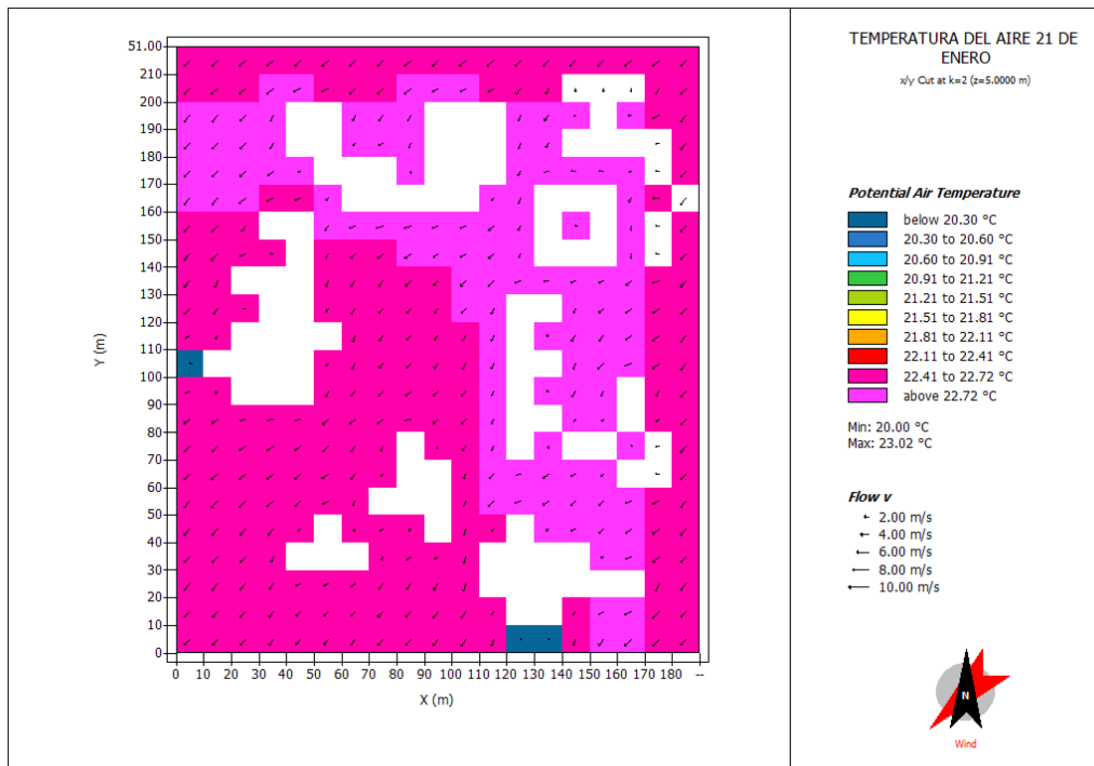


Figura 20: Gráfico Temperatura del Aire 21 de Enero Plaza de Machalí, elaboración propia

La Figura 20 muestra la variación de temperatura del aire en las distintas zonas de la Plaza de Machalí en el día 21 de enero, teniendo una variación de una máxima de 23,02 °C y una mínima de 20 °C. A su vez se puede visualizar que la plaza tiene en su mayoría una temperatura superior a los 22 °C.

En base a lo anterior, considerando que la plaza tiene una máxima de 23,02 °C, se puede decir que esta si conforma un espacio cómodo para la permanencia del usuario.

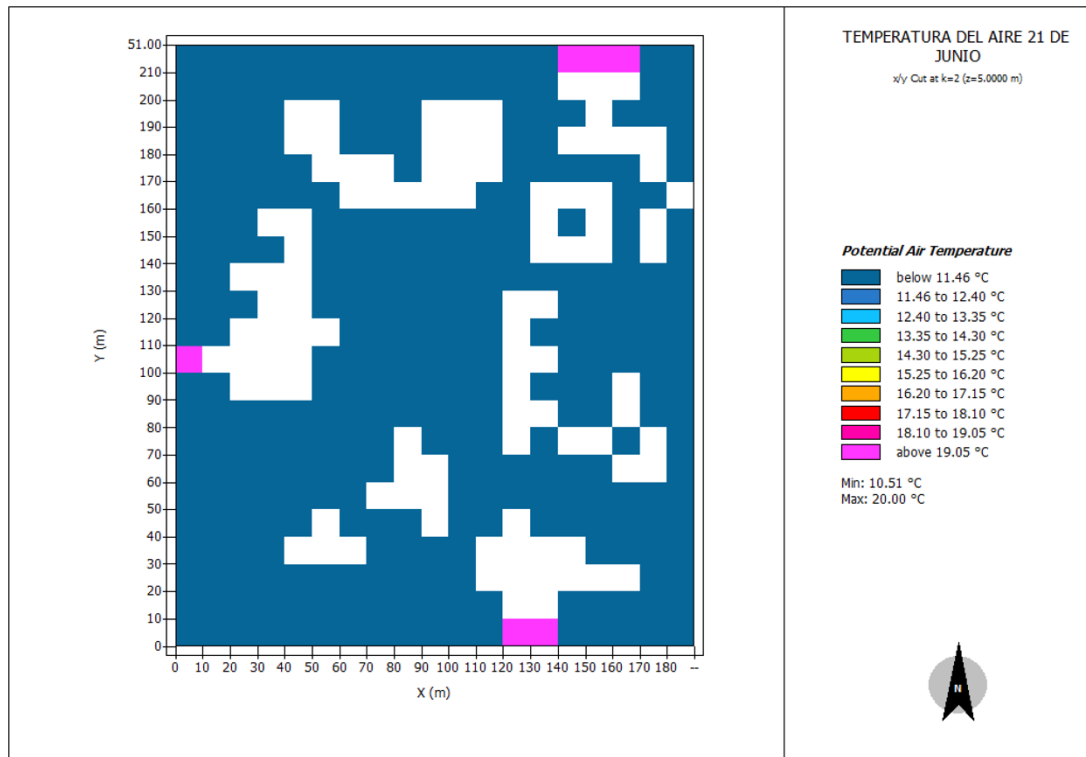


Figura 21:Gráfico Temperatura del Aire 21 de Junio Plaza de Machalí, elaboración propia

En el caso de la Figura 21, la cual muestra las variaciones de temperatura presentes en la plaza en el día 21 de junio, se puede apreciar que esta tiene una variación de temperatura con una máxima de 20 °C y una mínima de 10,51 °C. A su vez, en esta se puede ver que en su mayoría la plaza presenta temperaturas menores a 11,46 °C.

Considerando que la plaza tiene una tendencia a tener temperaturas menores a 11,4 °C, se puede decir que la plaza no sería un espacio cómodo para la permanencia de los habitantes debido a su tendencia a tener bajas temperaturas en invierno.

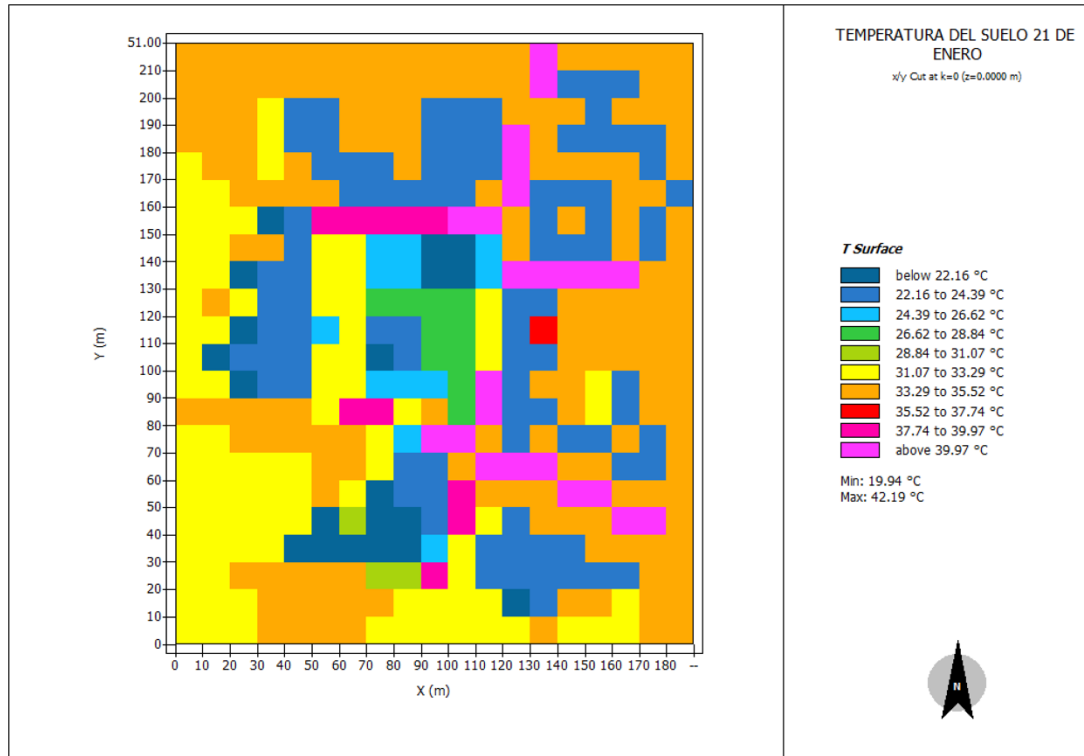


Figura 22: Gráfico Temperatura del Suelo 21 de Enero Plaza de Machalí, elaboración propia

A continuación, como se muestra en la Figura 22, se puede ver la variación de temperatura en el suelo de la plaza de Machalí el día 21 de enero, en esta se puede apreciar que existe una máxima de 42,91 °C y una mínima de 19.94 °C.

Considerando, que en la plaza hay una tendencia a tener temperaturas del suelo sobre los 30 °C, se puede decir que esto fomentaría la incomodidad que sentirían los habitantes de Machalí al encontrarse en la plaza en el perdido de verano.

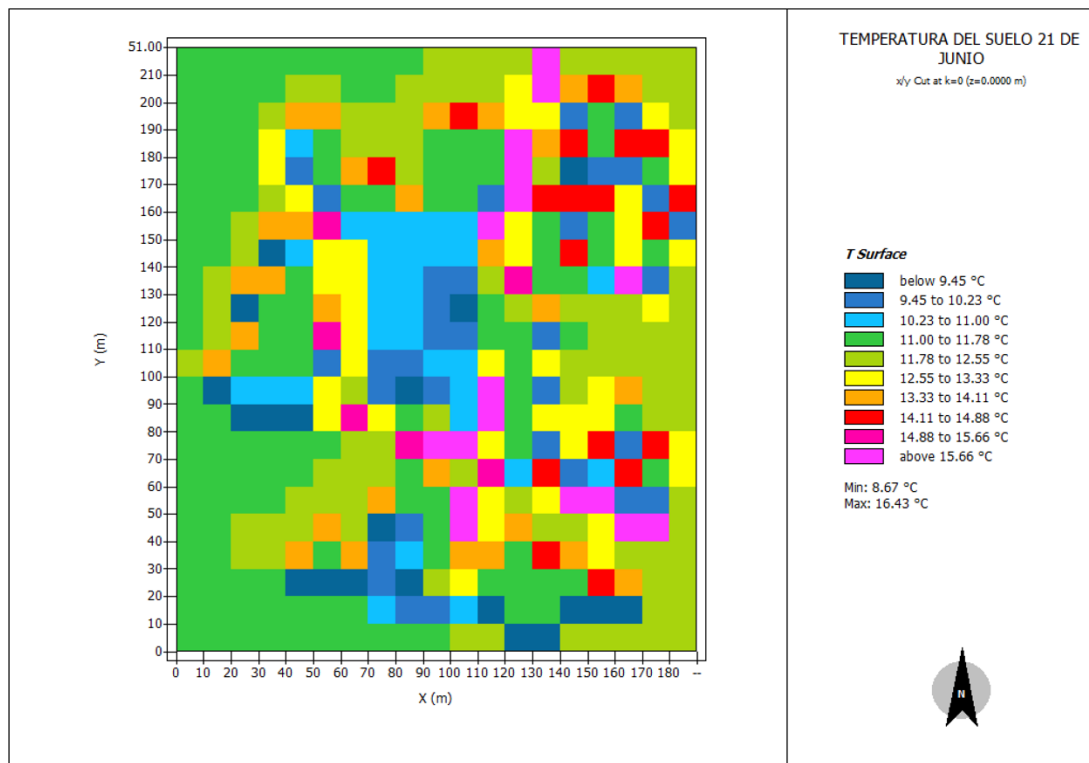


Figura 23: Gráfico Temperatura del Suelo 21 de Junio Plaza de Machalí, elaboración propia

Por otro lado, en la Figura 23, se puede ver la variación de temperaturas del suelo de la plaza el 21 de junio, el cual tiene una máxima de 16,43 °C y una mínima de 8,67 °C.

En base a lo anterior, se puede apreciar una tendencia a tener temperaturas menores a 15,6 °C, por lo que, para el periodo de invierno, se puede considerar que estas temperaturas no fomentarían la comodidad de las personas al encontrarse en la plaza.

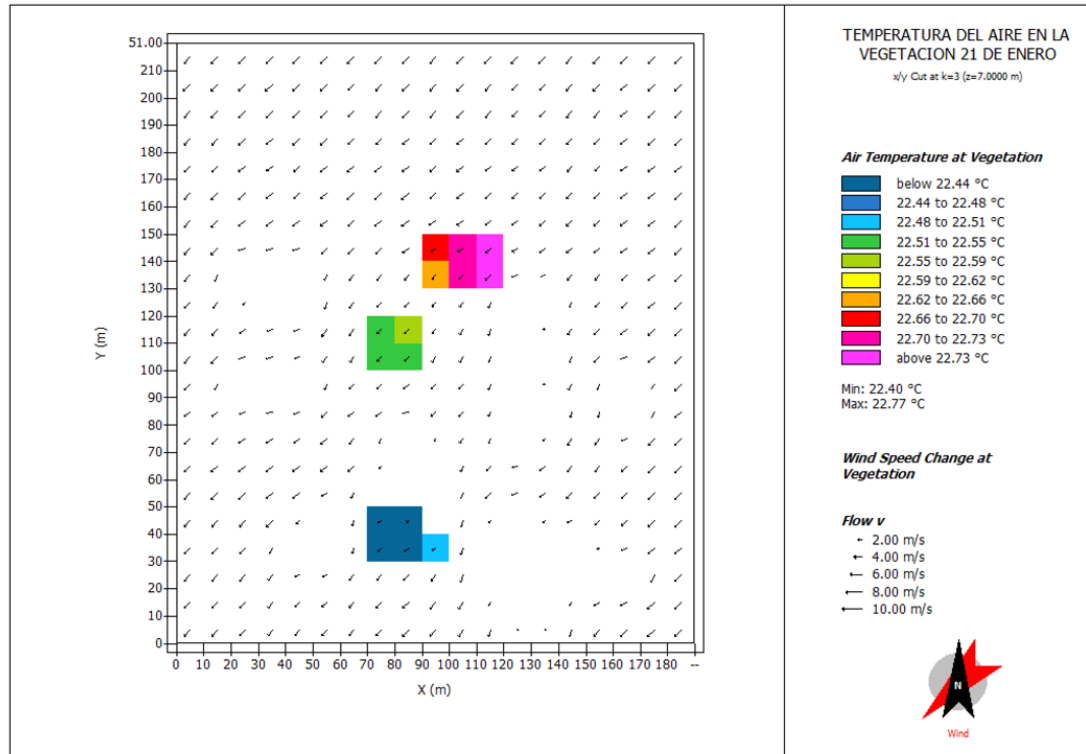


Figura 24: Gráfico Temperatura del Aire en la Vegetación 21 de enero Plaza de Machalí, elaboración propia

Continuando con la Figura 24, la cual muestra el cambio que genera la vegetación en la Plaza de Machalí el 21 de enero, y junto con esto se puede apreciar el área de influencia que presentan las áreas verdes de la plaza, la cual como se ve en la Figura 21 es bastante mínima en base con lo que se podría creer, respondiendo al tamaño del espacio. Junto con esto se puede ver que la variación de temperatura de una máxima de 22,77 °C y una mínima de 22,40 °C. Considerando que durante el día la temperatura del aire en la plaza es sobre los 22,7 °C, se puede apreciar una influencia positiva respecto a la disminución de la temperatura del aire.

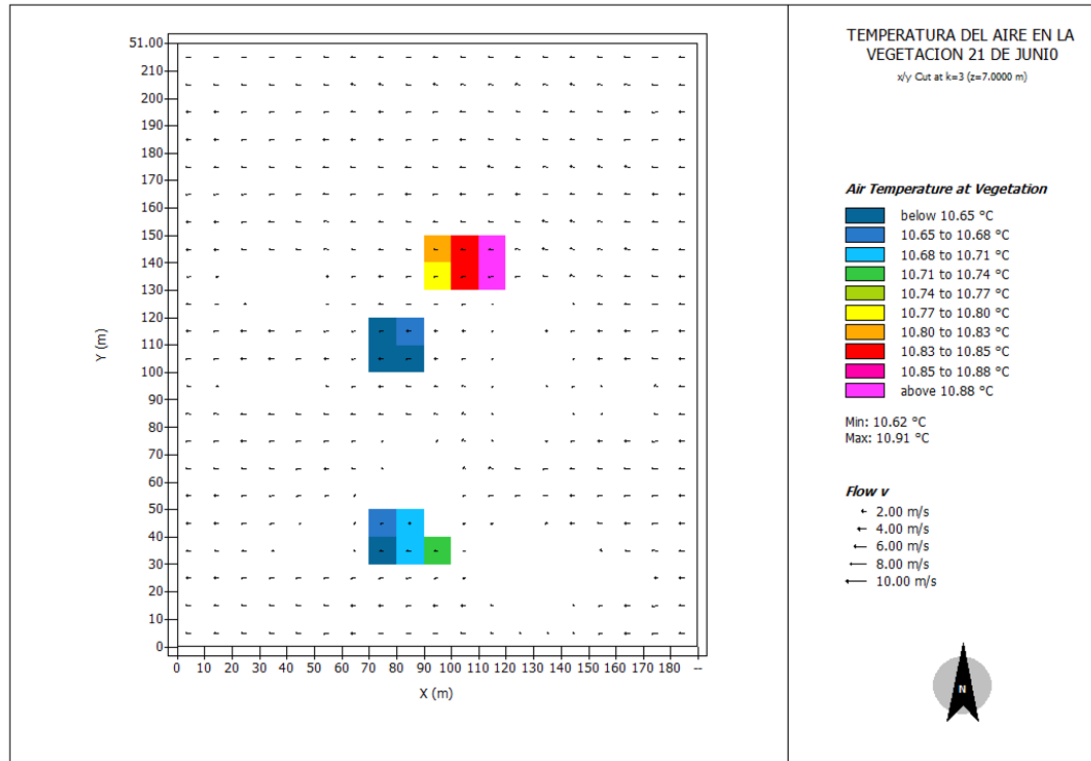


Figura 25: Gráfico Temperatura del Aire en la Vegetación 21 de Junio Plaza de Machalí, elaboración propia

Por otro lado, la Figura 25, muestra la influencia de la vegetación en la Plaza de Machalí el día 21 de junio, como se puede ver el área de influencia de la vegetación se mantiene, y presenta una máxima de $10,91\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una mínima de $10,62\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Considerando que la temperatura del aire tiende a ser menor a $11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, y que la temperatura del aire al interactuar con la vegetación tiene una máxima de $10,91\text{ }^{\circ}\text{C}$, se puede decir que esta disminución de temperatura no representaría una mejora para el confort del usuario.

4.1.2 Resultados Simulaciones Cerro San Juan y comparación entre ambos casos

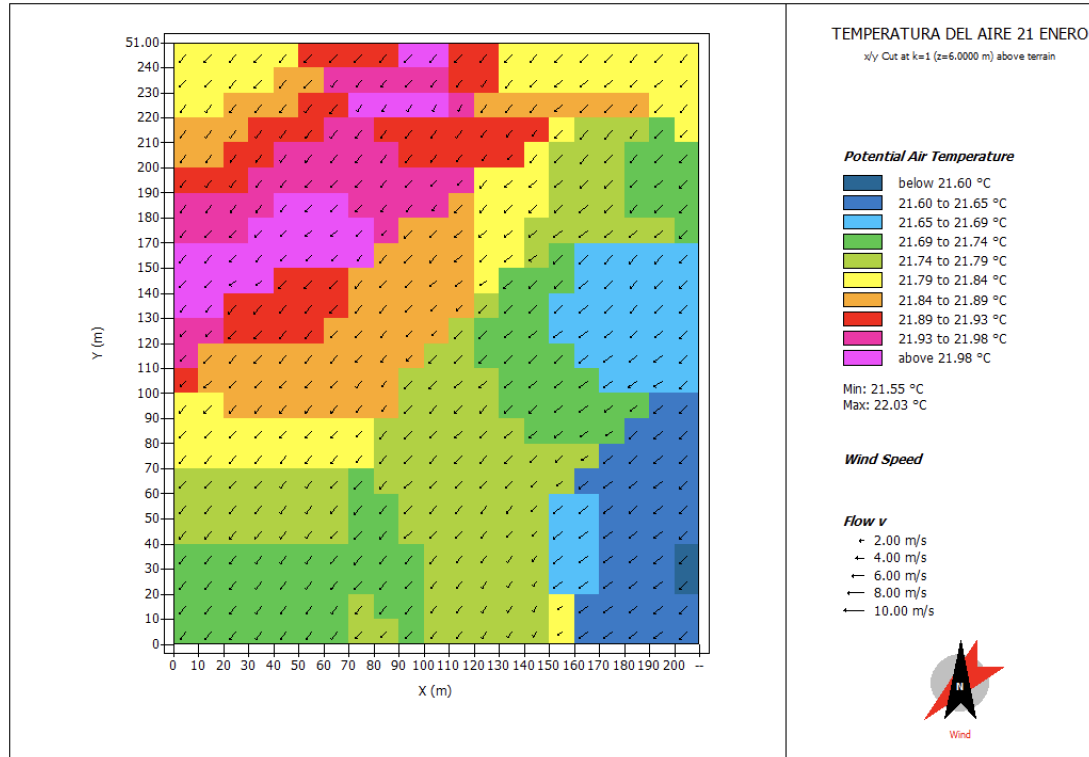


Figura 26: Gráfico Temperatura del Aire 21 de Enero Cerro San Juan, elaboración propia

La Figura 26, muestra la variación de temperatura en el Cerro San Juan el 21 de enero, el cual tiene una máxima de 22,03 °C y una mínima de 21,55 °C., comparando esto con la temperatura del aire de la plaza (Tmax = 23,02 °C, Tmin = 20 °C) se puede apreciar que, el cerro presenta una menor temperatura máxima respecto a la plaza, y en base a la temperatura mínima de ambos, se puede apreciar que la plaza tiene una menor temperatura mínima respecto a la del cerro.

En base a lo anterior se puede considerar que debido a la leve variación de temperaturas presente, tanto la plaza como el cerro deberían ser espacios cómodos para la permanencia de los usuarios.

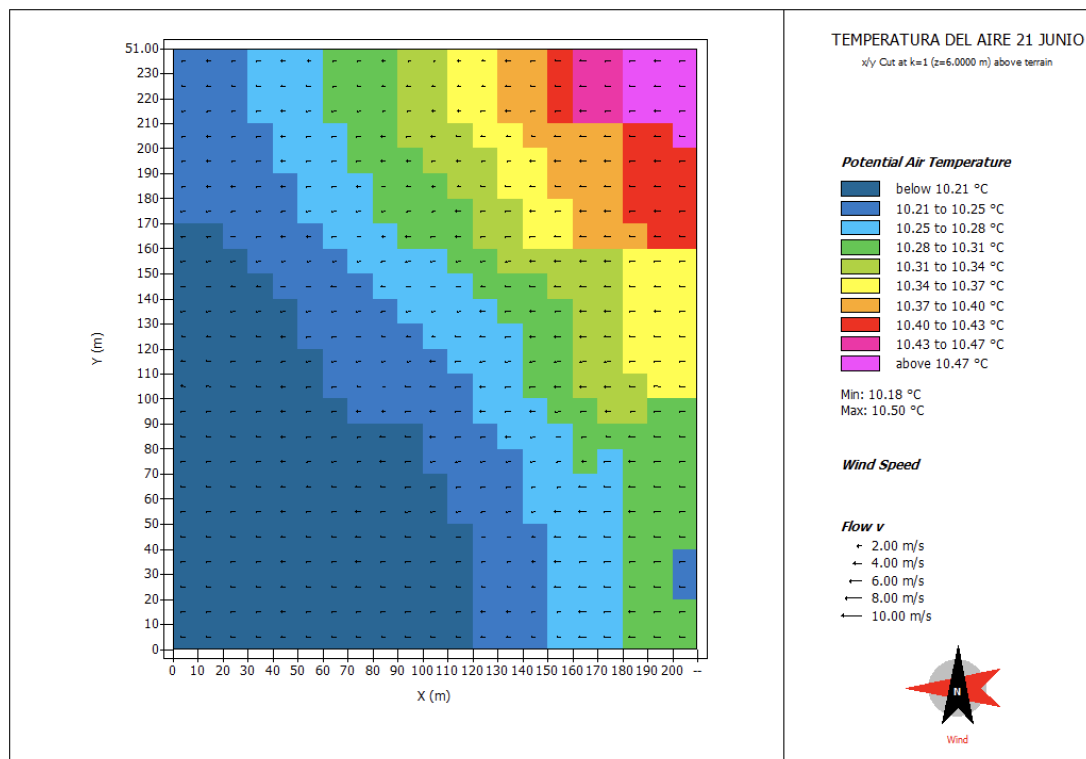


Figura 27: Gráfico Temperatura del Aire 21 de Junio Cerro San Juan, elaboración propia

Continuando con la Figura 27, el cual muestra la variación de temperaturas presentes en el cerro San Juan el 21 de Junio, el cual presentará una máxima de 10,5 °C y una mínima de 10,18 °C. Considerando que la plaza presenta una temperatura máxima de 20 °C y una mínima 10,51 °C, al compararlo con la temperatura del cerro se puede apreciar un variación leve respecto a la T_{min}, y una bastante amplia respecto a la T_{max}, por lo cual se puede decir que en este caso la plaza generaría mayor comodidad en los usuarios que el cerro.

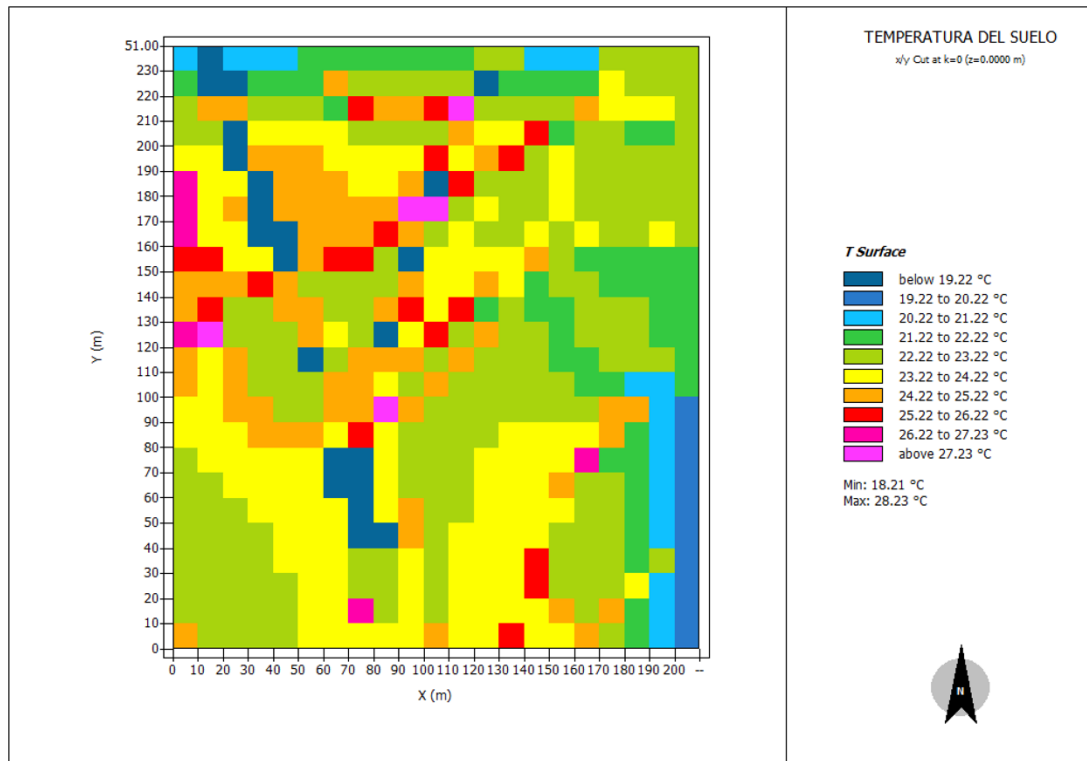


Figura 28:Gráfico Temperatura del Suelo 21 de Enero Cerro San Juan, elaboración propia

En la Figura 28, la cual muestra la temperatura del suelo en el cerro en el día 21 de enero, el cual presenta una máxima de 28,23 °C y una mínima de 18,21 °C. En comparación a las temperaturas de la plaza el cual tiene una máxima de 42,91 °C y una mínima de 19.94 °C, se puede apreciar que la variación de temperatura en este caso es bastante amplia, por lo cual se puede deducir que en ese caso el cerro es un espacio más cómodo que la plaza.

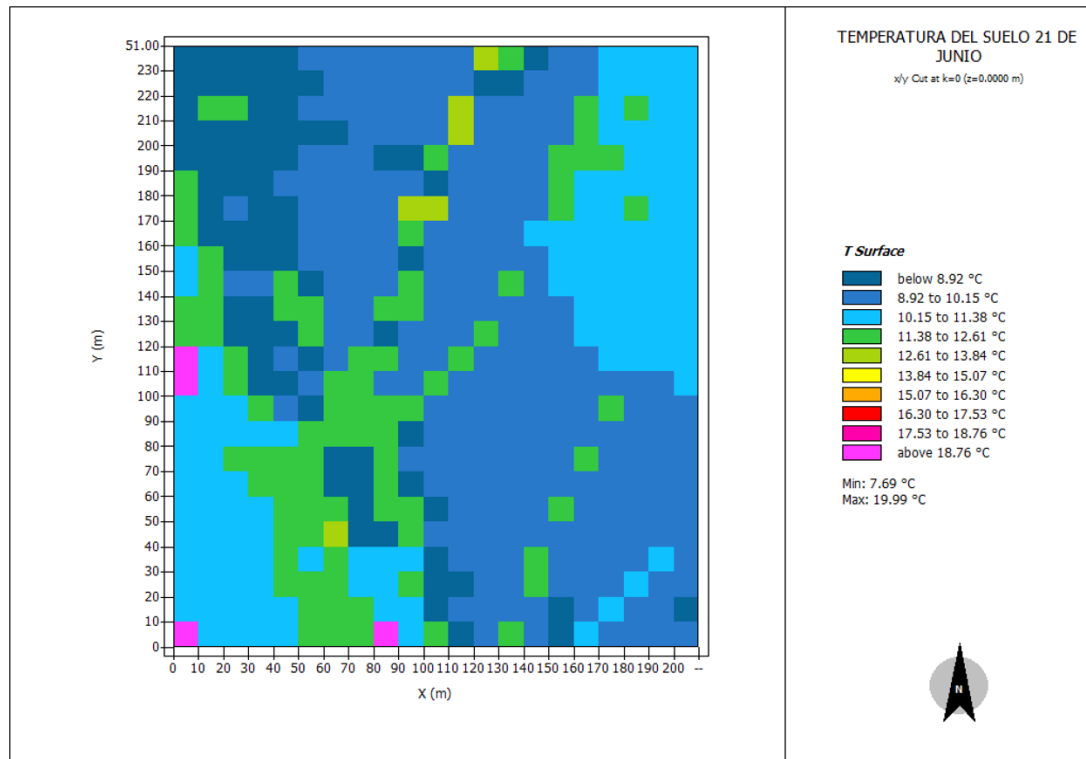


Figura 29: Gráfico Temperatura del Suelo 21 de Junio Cerro San Juan, elaboración propia

En la Figura 29, la cual muestra la variación de temperaturas del suelo en el cerro el 21 de junio, el cual presenta una máxima de 19,99 °C y una mínima de 7,69 °C. Comparando estos valores, respecto a los obtenidos en la plaza, una máxima de 16,43 °C y una mínima de 8,67 °C, se puede ver la variación de temperatura en entre ellos, la cual no es tan grande, por lo que en este caso debido a que el cerro tiene una temperatura máxima mayor se puede deducir que en este caso el cerro es más cómodo que la plaza.

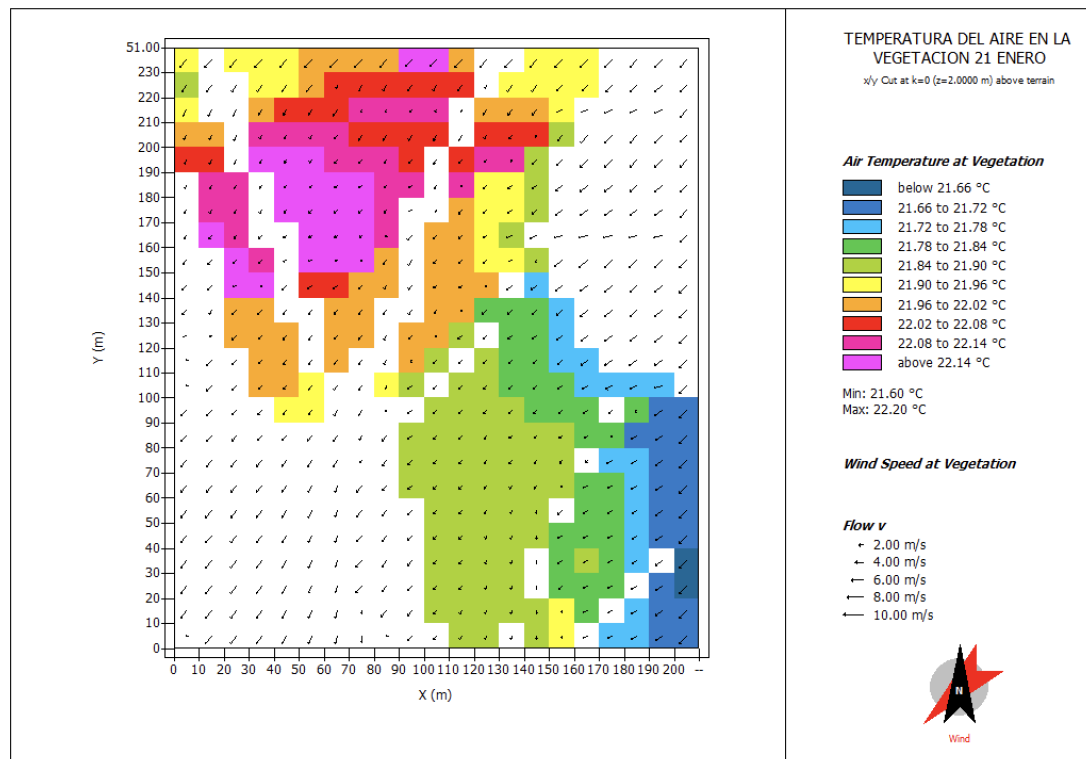


Figura 30: Gráfico Temperatura del Aire en la Vegetación 21 de Enero Cerro San Juan, elaboración propia

Continuando con la Figura 30, la cual muestra la variación de temperatura del aire cuando la vegetación influye en este el 21 de enero, en este caso se puede apreciar que tanto el área de influencia de la vegetación como la variación de temperatura, siendo la temperatura máxima de 22,2 °C y la mínima de 21,6 °C. Comparando estos valores respecto a los presentes en la plaza, la cual tiene una máxima de 22,77 °C y una mínima de 22,40 °C, nuevamente se puede ver una leve variación entre ambas, considerando que estas nos temperaturas presentes en enero, se puede decir que en este caso el cerro es mas comodo que la plaza.

Por otro lado, considerando el área influencia de la vegetación, y la variación de temperatura mostrada, se puede deducir que respecto a la cantidad de vegetación presente, tener una gran cantidad de esta no genera un gran cambio en las temperaturas de los sectores estudiados.

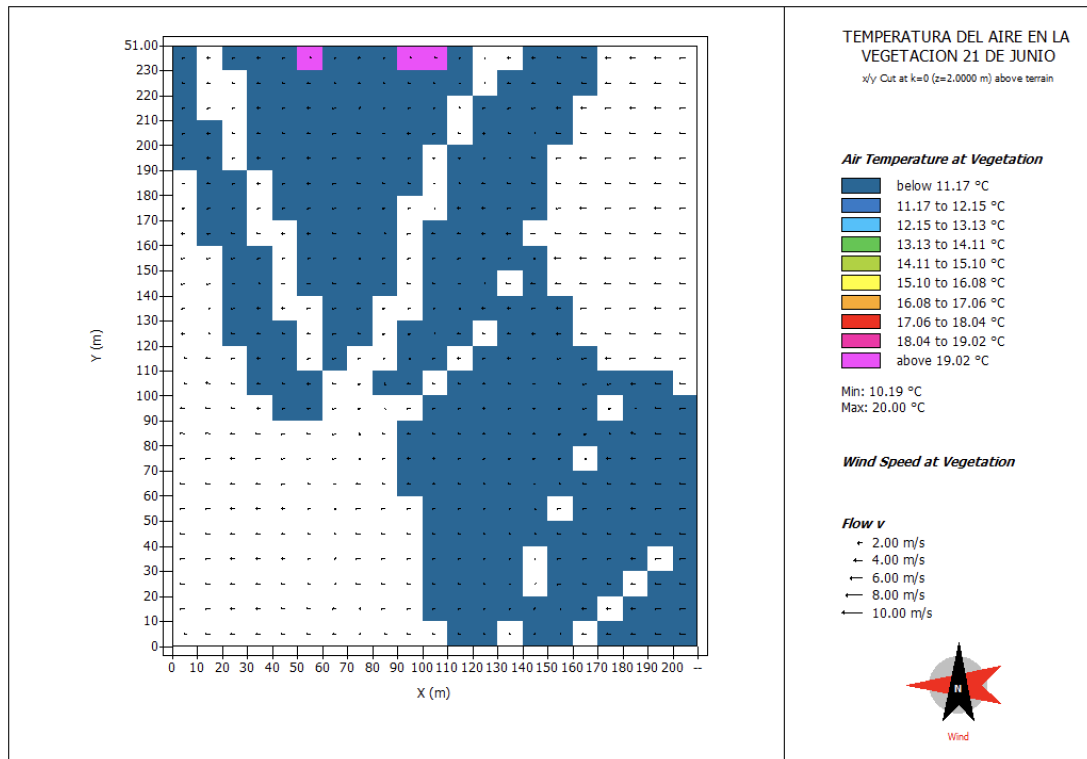


Figura 31: Gráfico Temperatura del Aire en la Vegetación 21 de Junio Cerro San Juan, elaboración propia

Por último en la Figura 31, la cual muestra la temperatura del aire al interactuar con la vegetación el 21 de junio, y como se puede ver, la temperatura máxima es de 20 °C y la mínima de 10,19 °C. Comparando esto a los resultados obtenidos de la plaza, los cuales son, una máxima de 10,91 °C y una mínima de 10,62 °C, se puede decir que respecto a la temperatura máxima presente en ambos sectores el cerro debería generar mayor comodidad en comparación a la plaza, pero debido a que en su mayoría el cerro presenta una temperatura bajo los 11,17 °C, se puede ver un leve variación de temperatura entre ambos casos. y que nuevamente tener una vegetacion mas frondosa no genera una mejora en el ámbito de la temperatura del aire.

4.2 Resultados Encuesta de Percepción

Se logró encuestar a un total de 297 habitantes, del cual 100 de ellas fueron hechas mediante Google Forms, y 197 fueron obtenidas al encuestar de manera presencial

en los casos de estudio. A su vez, 160 del total de las encuestas pertenecen al Cerro San Juan, y 137 pertenecen a la Plaza de Machalí A continuación se mostrarán los gráficos de los resultados obtenidos en la encuesta de percepción.

HABITANTES ENCUESTADOS



Gráfico 10: Porcentaje Habitantes Encuestados, elaboración propia

Como se puede apreciar en el Gráfico 11, 46% de los encuestados respondieron en base a la Plaza de Machalí, y 56% de los encuestados respondieron en base al Cerro San Juan, las encuestas se realizaron a cantidades similares de usuarios de cada lugar para que la comparación entre ambas encuestas contara con una cantidad de datos similar.

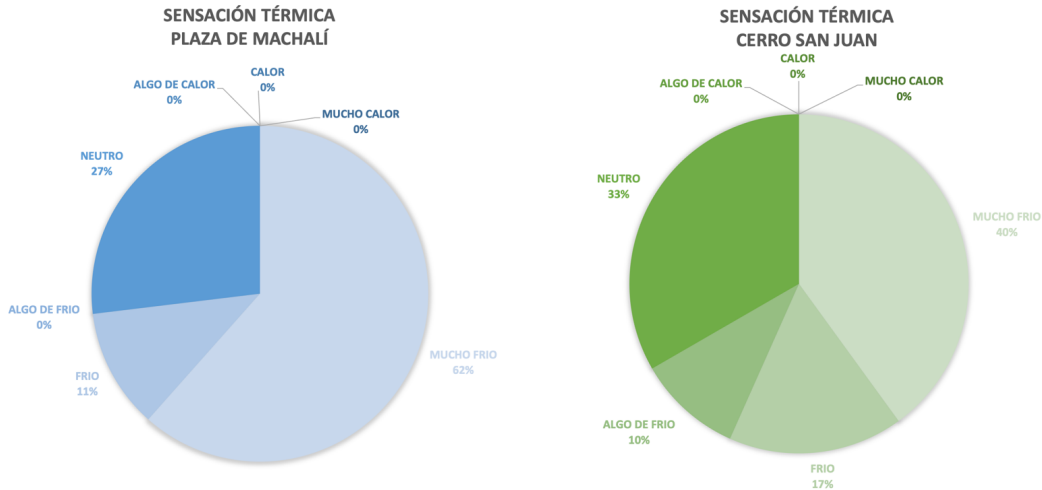


Gráfico 11: Sensación Térmica, Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración propia

El gráfico 11 muestra que el 27% de los habitantes encuestados se sienten cómodos en la plaza, 11% siente frío, y 62% que hace mucho frío, en base a esto se puede decir que la mayoría de los habitantes encuestados no siente confort térmico al encontrarse en la plaza de Machalí.

Por otro lado, el 33% de los habitantes se sienten cómodos en el Cerro San Juan, 10% siente algo de frío, 17% siente frío, y 40% siente mucho frío, en base a estos resultados se puede concluir que el porcentaje de los encuestados que se siente cómodo en el cerro aumento respecto a la plaza, por lo cual se puede decir que los habitantes consideran más cómodos en el cerro.

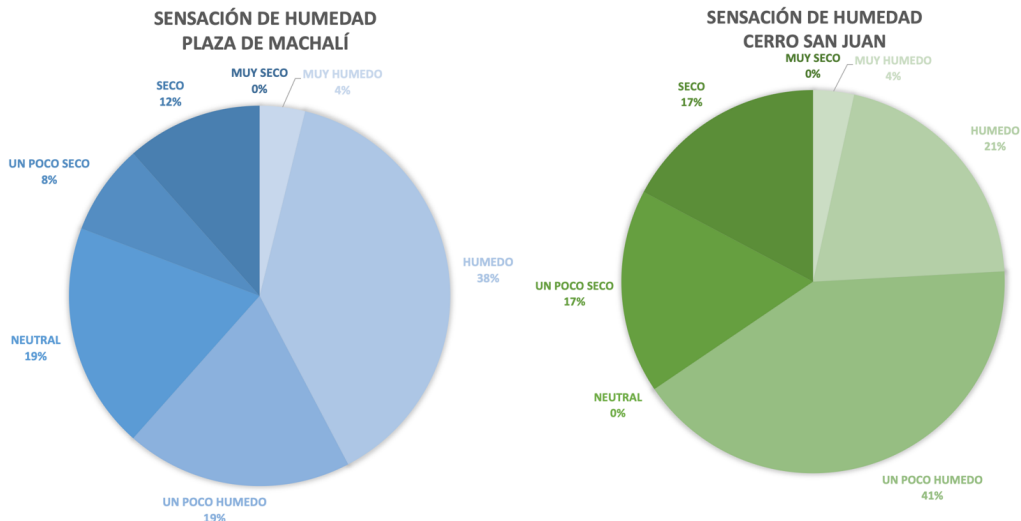


Gráfico 12: Sensación de Humedad Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración

En estos gráficos, se aprecia la sensación de humedad que perciben los habitantes estando en la Plaza de Machalí y en el Cerro San Juan, en el caso de la plaza 38% de los habitantes sienten que es húmeda, 19% sienten que es un poco húmeda, 19% que es neutral, 8% que es un poco seca, 12% que es seca, en base a estos resultados se puede concluir que la mayoría de los habitantes encuestados siente que la Plaza de Machalí es húmeda y no les genera comodidad.

Por otro lado, 4% de los habitantes sienten que el Cerro San Juan es muy húmedo, 21% que es húmedo, 41% que es un poco húmedo, 17% que es un poco seco, 17% que es seco, en base a esto se puede decir que la mayoría de los habitantes encuestados siente que el cerro es un poco húmedo, lo cual se podría resumir en que no es completamente cómodo, pero a su vez no es completamente incomodo.

Al comparar ambos resultados, se puede apreciar que el Cerro San Juan es un poco más cómodo en el ámbito de humedad que la Plaza de Machalí.

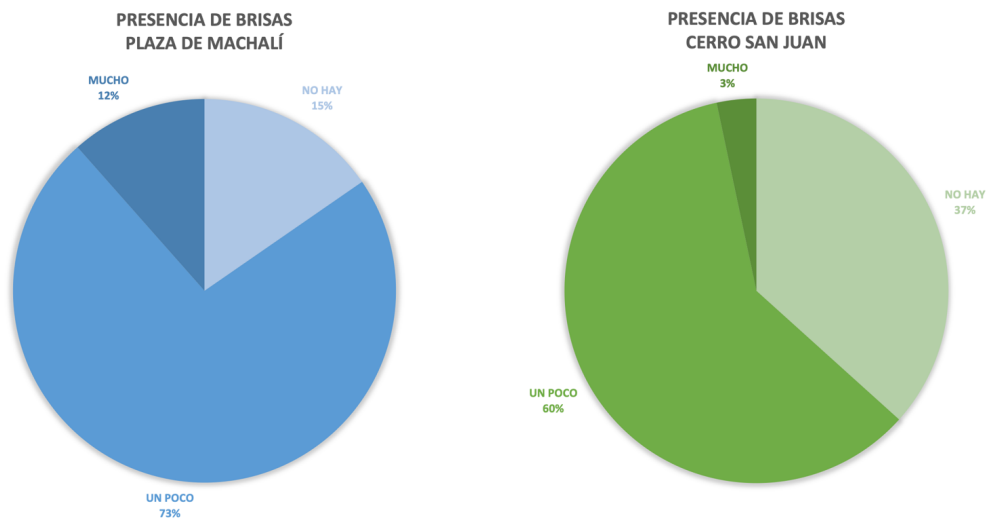


Gráfico 13: Presencia de Brisas Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración propia

En estos gráficos, se puede ver como los habitantes encuestados perciben las brisas o corrientes de viento, en la Plaza de Machalí y en el Cerro San Juan, en el caso de la

plaza, 73% siente un poco de brisas, 15% no siente brisas, 12% siente mucha brisa, en base a estos resultados se puede decir que la mayoría de los habitantes encuestados siente un poco de brisa en la plaza, y en base a cómo esto afecta la comodidad de los habitantes, esto termina dependiendo de la estación del año en que se está.

En el caso del Cerro San Juan, el 3% de los habitantes encuestados sienten mucha brisa, 60% sienten que hay un poco de brisas, 37% sienten que no hay brisas, en base a estos resultados se puede apreciar que la mayoría de los habitantes encuestados siente que hay un poco de brisas en el Cerro, pero a su vez, se puede apreciar un aumento de los habitantes que sienten que no hay brisas en el cerro.

Considerando el periodo de tiempo en que se hizo la encuesta, el cual pertenece a la estación de otoño, la mayoría de los habitantes prefería no tener la presencia de brisas, debido a que estas eran muy heladas, en base a esto se puede considerar que, el Cerro San Juan sería un lugar más cómodo para estar en comparación a la plaza.

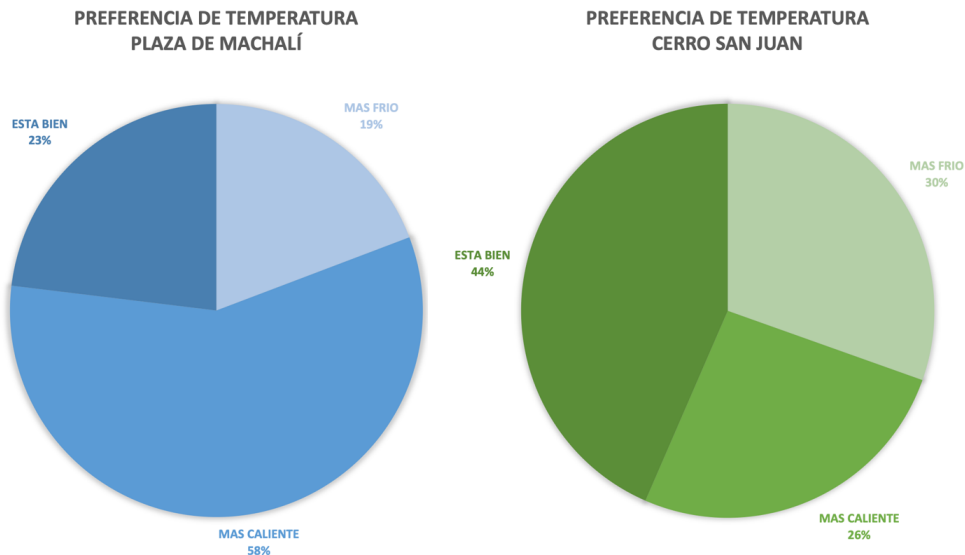


Gráfico 14: Preferencia de Temperatura Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración propia

En estos gráficos se puede apreciar la preferencia de temperatura al estar en la Plaza de Machalí y en el Cerro San Juan, en el caso de la plaza, 58% de los encuestados preferiría sentir mayor temperatura, 23% siente que la temperatura está bien, y 19% preferiría que la temperatura fuese más fría.

Por otro lado, en el Cerro San Juan, un 44% de los encuestados considera que la temperatura que se siente está bien, 30% preferiría que hiciera más frío, y 26% preferiría sentir más calor en el cerro.

En base a esto, se puede decir que en el cerro se siente una temperatura más agradable que fomentaría la estadía en el lugar en comparación a la plaza, en el cual la mayoría de los encuestados preferiría sentir más calor.

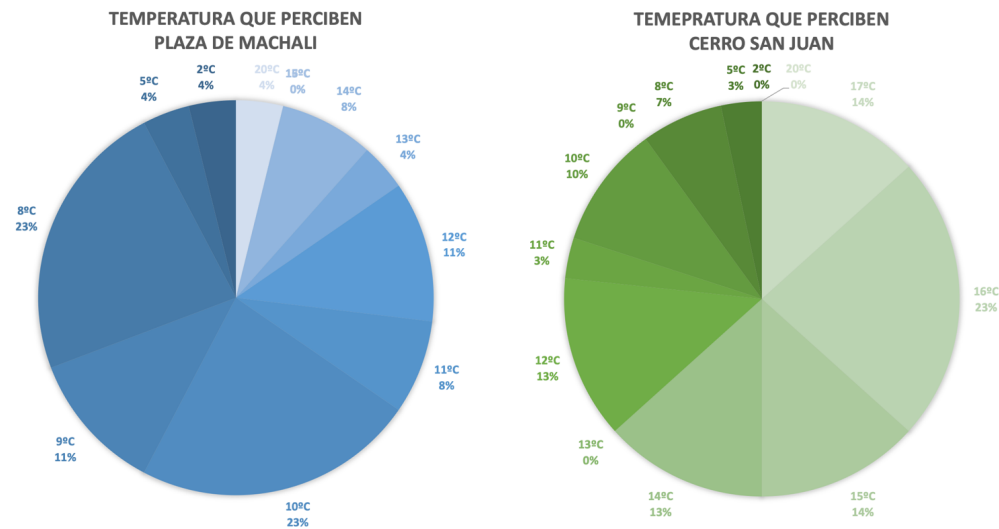


Gráfico 15: Temperaturas Percibidas, Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración propia

En estos gráficos se puede apreciar la percepción de temperatura que sienten los usuarios, para saber cuál es la temperatura que los habitantes sienten en el lugar. En el caso de la plaza, la mayoría de los encuestados sentía que habían entre 8 °C a 10 °C de temperatura, por otro lado en el caso del cerro, la mayoría de los encuestados sentía que habían unos 16 °C de temperatura.

En base a esta información, se puede decir que existe un cambio drástico de percepción de temperatura entre ambos lugares, y generando que en el cerro se perciba una temperatura mayor a la que se percibe en la plaza, por lo cual el cerro es más cómodo que la plaza.

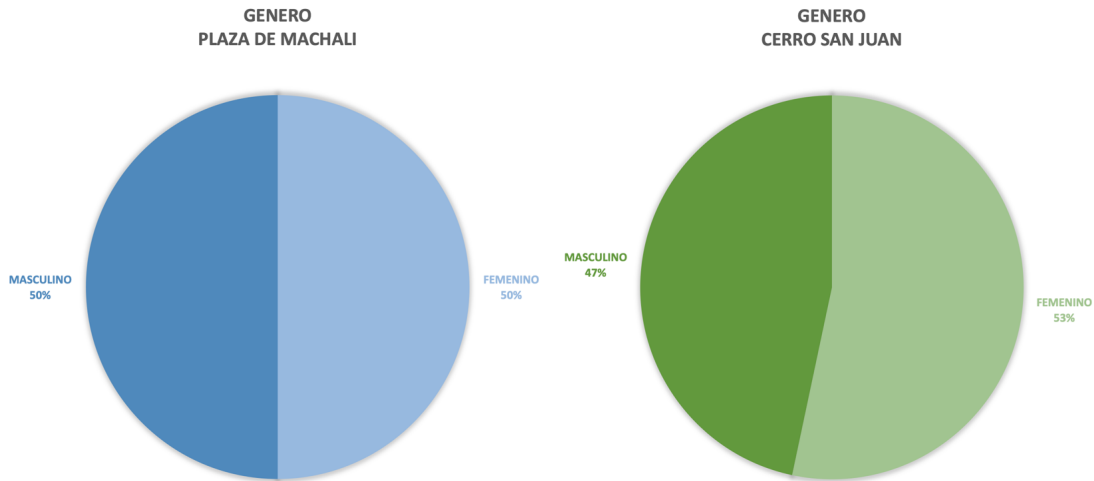


Gráfico 16: Género, Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración propia

En los siguientes gráficos, se aprecia el porcentaje de género de los habitantes encuestados, para poder tener una representatividad de ambos géneros en ambos casos de estudio.

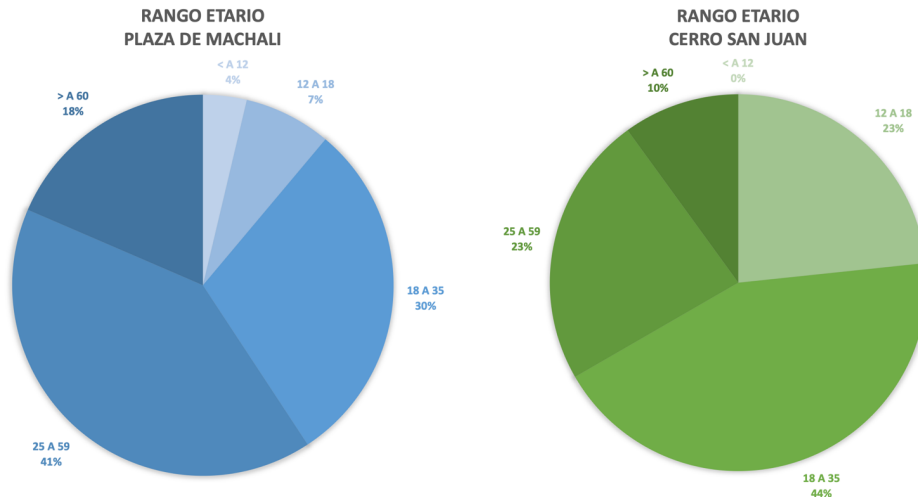


Gráfico 17: Rango Etario, Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración propia

En estos gráficos, se puede apreciar la variedad etaria, esto se hace para obtener respuestas de habitantes de distintas edades, considerando que las personas tienen distintos metabolismos y sus percepciones también varían en relación con su edad y tipo de metabolismo.

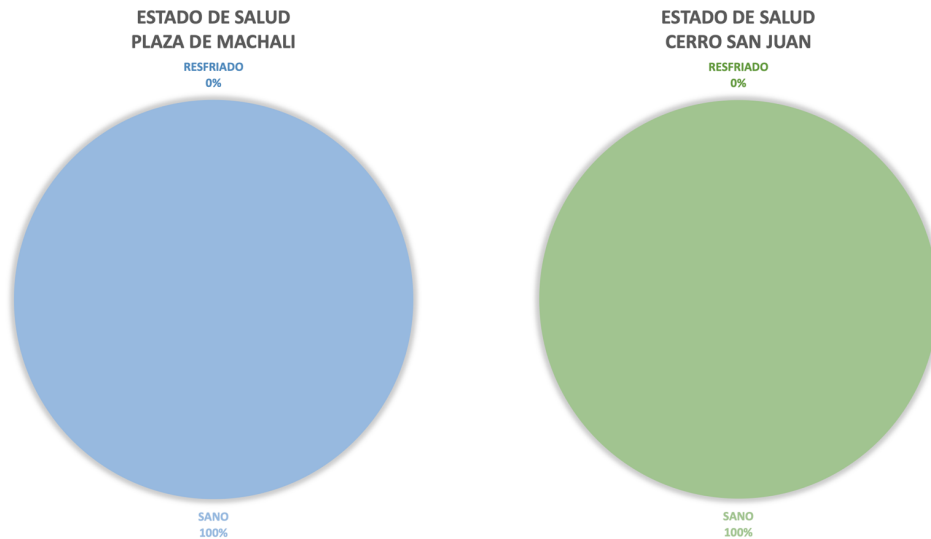


Gráfico 18: Estado de Salud de los encuestados, Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración propia

En los siguientes gráficos, se muestra el estado de salud de los habitantes encuestados, se hace esta pregunta debido a que el estado de salud de una persona influye en su percepción del entorno y esta va a cambiar dependiendo de si la persona está sana o resfriada.

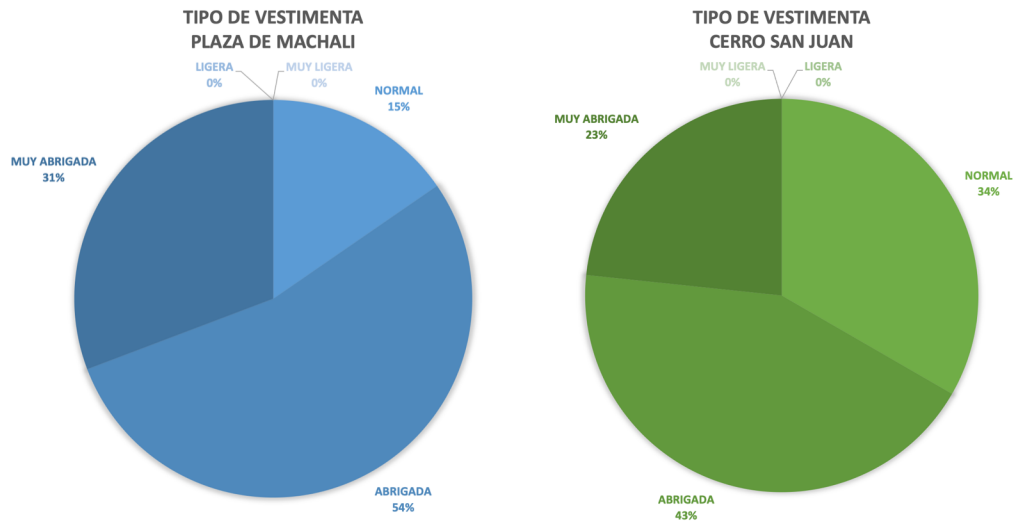


Gráfico 19: Tipo de Vestimenta de los encuestado, Plaza de Machalí & Cerro San Juan, elaboración propia

Por último en estos gráficos se aprecia la variación de vestimenta de los habitantes encuestados en ambas áreas estudiadas, en la plaza 54% de los habitantes usaba ropa abrigada, 31% muy abrigada y 15% ropa normal, por otro lado, en el caso del cerro, 43% usaba vestimenta muy abrigada, 34% normal y 23% muy abrigada.

En base a estos datos, se puede concluir que en el cerro hay una disminución de personas que usan ropa muy abrigada y un aumento de personas que usan ropa normal, esto sería en respuesta a cómo se sienten en el lugar, considerando que en la plaza el mayor porcentaje de personas utilizaba ropa abrigada, se puede deducir que el cerro es un espacio más agradable de estar en comparación a la plaza, considerando como la ropa que utilizan va en respuesta a cómo se sienten en el ámbito térmico cuando se encuentran en ambas áreas.

Capítulo 5: Conclusiones

Al analizar en conjunto todos los datos obtenidos, tanto de las simulaciones, como de las encuestas, en forma general se puede concluir en base a los resultados obtenidos, que tal como lo indica la data numérica de cada uno de los lugares el 21 de enero (Cerro Tmax = 22,3 °C Tmin= 22,55 °C / Plaza Tmax= 23,02 °C Tmin= 20 °C) y el 21 de junio (Cerro Tmax = 10,5 °C Tmin= 10,18 °C / Plaza Tmax= 20 °C Tmin= 10,51 °C), el cerro San Juan tiende a ser percibido como un lugar más cómodo para la permanencia de los usuarios, en comparación con la plaza de Machalí, es decir se confirma que las variaciones documentadas mediante la simulación de ENVI-met, son efectivamente percibidas por los usuarios al encontrarse en uno u otro de los lugares estudiados, generando en el cerro una percepción más agradable en el ámbito de temperaturas, vientos y humedad, influyendo esta percepción también en el tipo de vestimenta que los usuarios utiliza al acudir al cerro o la plaza.

Aún cuando las diferencias de temperaturas, tanto en verano como en invierno en las áreas estudiadas, no presentan una mayor variación entre ellas, la percepción de confort térmico en el cerro nos permite, además concluir, que dicha percepción es también influenciada por la existencia de frondosa vegetación y cuerpos de agua en el lugar, corroborando que la existencia de sistemas verde - azul influyen directamente en la percepción de usuario al encontrarse en estos espacios, aportando al confort térmico de éstos.

Corroborado el beneficio y la influencia de la existencia de cuerpos de agua y frondosa vegetación en la percepción de confort térmico de los usuarios, resulta relevante considerar la existencia y el impacto de estos factores, al momento de diseñar e implementar sistemas verde- azul en espacios de uso público, sea su implementación en sectores que cuenten o no con su presencia, de manera de fortalecer su existencia natural o de incorporar estos elementos si no están presentes en el lugar donde será implementado.

Bibliografía

- Simion, M., Socaciu, L., & Unguresan, P. (2016). Factors which Influence the Thermal Comfort Inside Vehicles. Romania: ELSEVIER.
- Barros, V. (2005). El Cambio Climático Global. Buenos Aires: Libros del Zorzal .
- Guzmán Bravo, F., & Ochoa de la Torre, J. (2014). Confort Térmico en los Espacios Públicos Urbanos. Habitat Sustentable.
- Nikolopoulou, M. (2011). Outdoor Thermal Comfort. *Frontiers in Bioscience S3*, 1552 - 1568.
- Matzarakis, A., Pecelj, M., Vujadinović, M., Vagić, N., Durić, D., & Cvetkovic, M. (2021). Thermal Analysis of Urban - Suburban PET, mPET and UTCI Indices in Belgrade. Serbia: Atmosphere.
- Vergara Buitrago, P. (2019). Infraestructura Verde y Azul: una mirada a las ciudades. Colombia: ESUMER.
- Kozak, D., Henderson, H., Rotbart, D., & Aradas, R. (2021). Beneficios y desafíos en la implementación de infraestructura azul y verde: una propuesta para la RMBA. En D. Zunino Singh, V. Gruschetsky, & M. (. Piglia, Pensar las Infraestructuras en Latinoamérica (pág. Capitulo 11). Buenos Aires.
- Magdaleno Mas, F., Cortés Sánchez, F., & Molina Martín, B. (2018). Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. NÚM 191: Cambio Climático y Sostenibilidad.
- Weather Spark. (2021). Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/d/26520/6/21/Tiempo-promedio-el-21-de-junio-en-Machal%C3%AD-Chile>
- Meteored. (2021). Obtenido de Meteored: https://www.meteored.cl/tiempo-en_Machali-America+Sur-Chile-Libertador+General+Bernardo+O+Higgins--1-517353.html?d=historico
- Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology* 43, 71 - 75.
- Tzu-Ping, L., Yu-Cheng, C., & Matzarakis, A. (2017). Urban thermal stress climatic mapping: Combination of long-term climate data and thermal stress risk evaluation. *Sustainable Cities and Society* 34, 12 - 21.
- Binarti, F., Koerniawan, M., Triyadi, S., Utami, S. S., & Matzarakis, A. (2020). A review of outdoor thermal comfort indices and neutral ranges for hot-humid regions. *Urban Climate* 31.
- Ketterer, C., & Matzarakis, A. (2014). Human-biometeorological assessment of the urban heat island in a city with complex topography - The case of Stuttgart, Germany. *Urban Climate* 10, 573-584.
- Höppe, P. (2002). Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings* 34, 661-665.
- Gómez, F., Pérez Cueva, A., & Matzarakis, A. (2013). Research on ecological design to enhance comfort in open spaces of a city (Valencia, Spain). Utility of the physiological equivalent temperature (PET). *Ecological Engineering* 57, 27-39.

- Marchante González, G., & González Santos, A. I. (2020). Evaluación del confort y disconfort térmico. La Habana: EAC 41.
- Oficina de Cambio Climático de la Sección de Cimatología de la Dirección Meteorológica de Chile. (2021). Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile. Chile.
- Biodiversidad, I. d. (2019). Servicios ecosistémicos .
- Giovoni, B., Noguchi, M., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., & Becker, S. (2003). Outdoor comfort reserch issues. *Energy and Buildings* 35, 77-86.
- Gaitani, N., Mihalakakou, G., & Santamouris, M. (2007). On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Building and Enviornment* 42, 317-324.
- Roman, R., & Gordon, M. (1981). Patches and Structural Component for Landscape Ecology. Oxford University Press on behalf of The American Institute of Biological Science.
- Whiston Spirn, A. (1984). *City and Nature from the Granite Garden: Urban Nature and Human Design*. Routledge.
- Erell, E., Pearlmutter, D., & Williamson, T. (2011). *Urban Microclimate. Designing the Spaces Between Buildings*. Earthscan.
- Duarte, D., Shinzato, P., Santos Gusson, C., & Abrahão Alves, C. (2015). The impact of vegetation on urban microclimate to counterbalance-built density in a subtropical changing climate. *Urban Climate*.
- Chatzidimitriou, A., & Yannas, S. (2016). Microclimate design for open spaces: Ranking urban design effects on pedestrian thermal comfort in summer. *Sustainable Cities and Society*.
- Ghofrani, Z., Sposito, V., & Faggian, R. (2017). A Comprehensive Review of Blue-Green Infraestructure Concepts. *International Journal of Enviornment and Sustainability*.
- Brears, R. (2018). *Blue and Green Cities. The role of Blue-Green Infraestructure in Managing Urban Water Resources*. Springer Nature.
- Thorne, C., Lawson, E., Ozawa, C., Hamlin, S., & Smith, L. (2015). Overcoming uncertainty and barriers to adoption of Blue-Green Infraestructure for urban flood risk management . *Journal of Flood Risk Management* .
- IPCC, I. P. (2022). *Climate Change 2022 Mitigation of Climate*. WGIII.
- BCN Censo. (2017). Biblioteca del Congrso Nacional de Chile. Obtenido de Biblioteca del Congrso Nacional de Chile:
https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2017&idcom=6108
- Kántor, N., & Unger, J. (2011). The most problematic variable in the course of human-biometeorological comfort assessment - the mean radiant temperature. *Central European Journal of Geosciences* 3, 90-100.
- ENVI_MET. (s.f.). ENVI_MET. Obtenido de ENVI_MET: <https://www.envi-met.com/es/>
- Seiscubos. (2019). Seiscubos. Obtenido de Modelos Matemáticos de Confort:
<https://www.seiscubos.com/conocimiento/modelos-matematicos-de-confort>