



Encuentro Iberoamericano sobre Desarrollo Sostenible
Madrid del 26 al 29 de noviembre de 2018

PLAN DE ARBOLADO URBANO DE LA COMUNA DE SANTIAGO. UNA RESPUESTA AL CAMBIO CLIMATICO

Darío Diaz Navarro – Ilustre Municipalidad de Santiago de Chile

Bloque temático Experiencias iberoamericanas de soluciones basadas en la naturaleza.

#EIMA2018



01 Contexto Regional

02 Contexto Local

03 Plan de Arbolado de la Comuna de Santiago

04 Desafíos

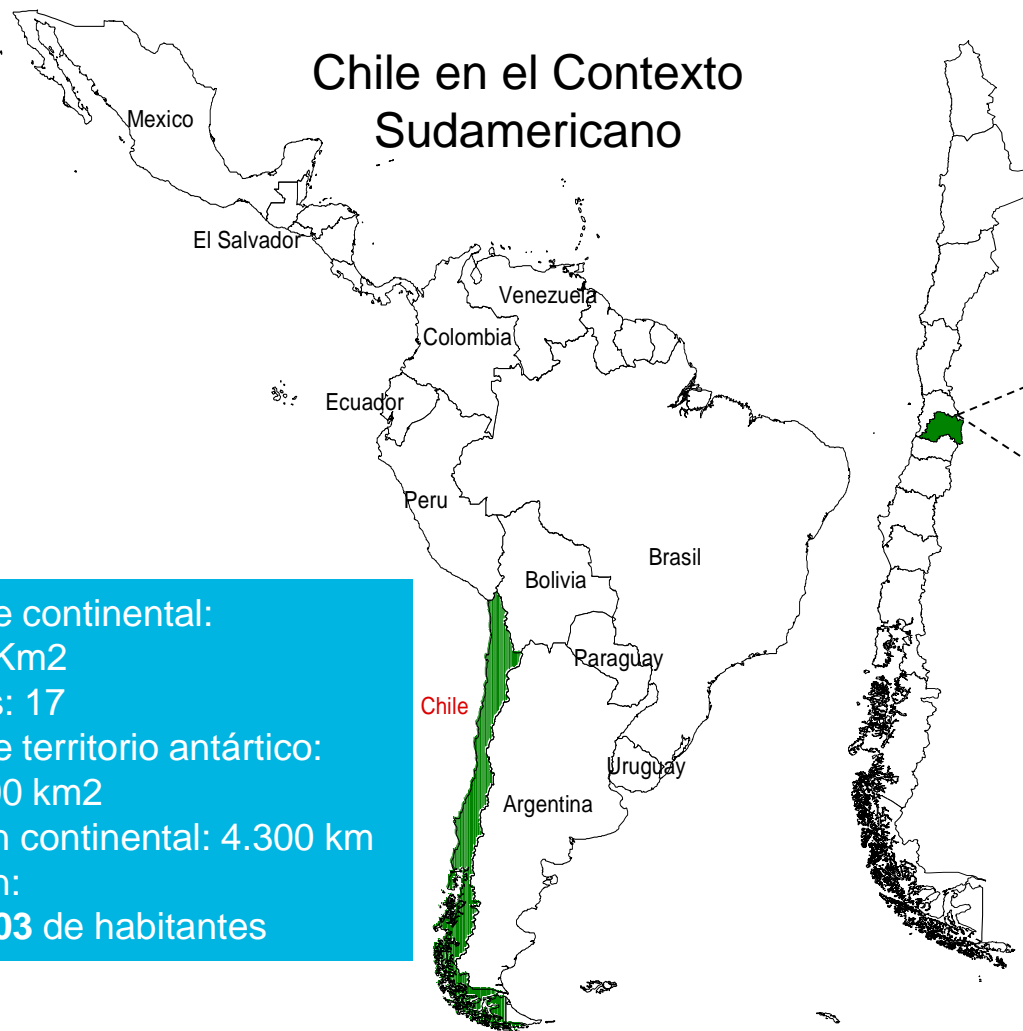


01

CONTEXTO REGIONAL



GEOGRÁFICO



Superficie continental:
816.260 Km²
Regiones: 17
Superficie territorio antártico:
1.250.000 km²
Extensión continental: 4.300 km
Población:
17.574.003 de habitantes

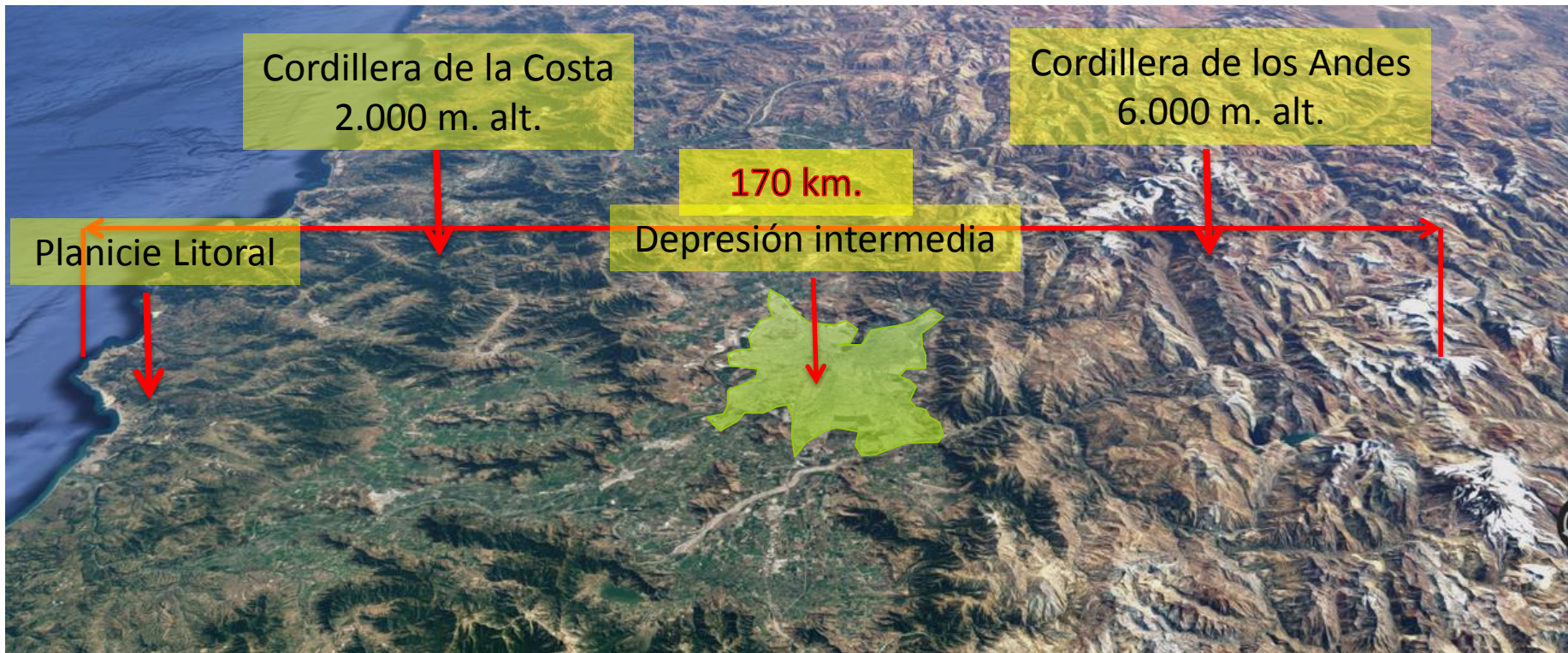
Región Metropolitana en el contexto nacional



Capital: Santiago, ubicada en la Región Metropolitana
Superficie Región Metropolitana: 15.403 km²
Población de la Ciudad de Santiago (R M): 7.112.808 hab.
Densidad: 462,5 hab/há



GEOMORFOLÓGICO

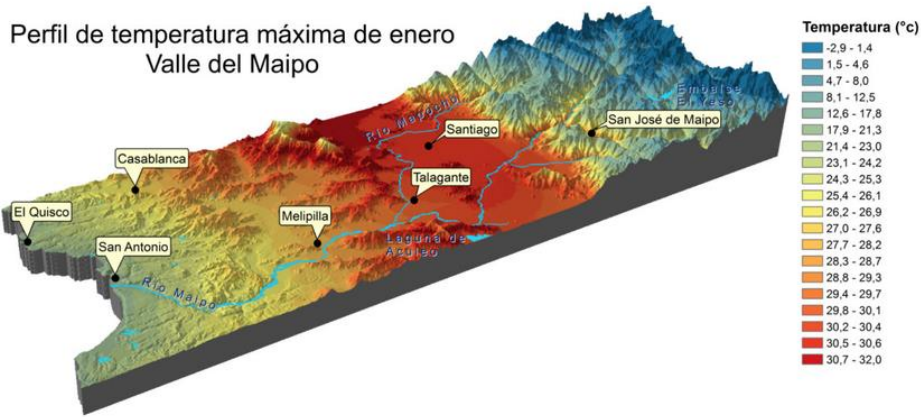




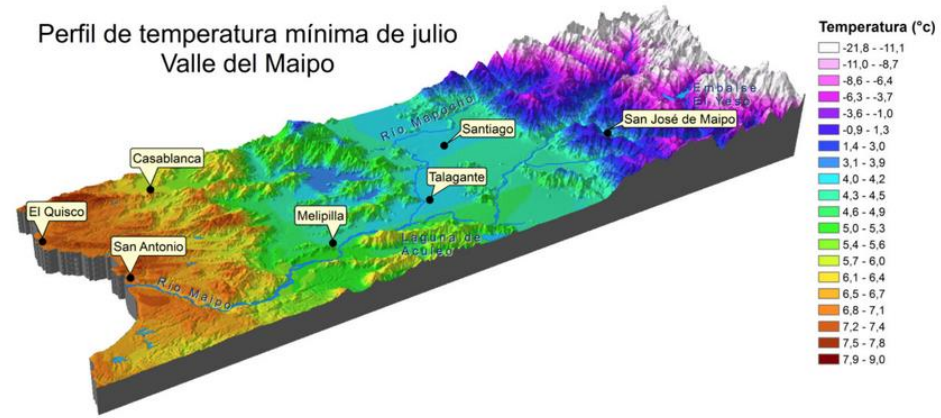
BIOCLIMÁTICAS



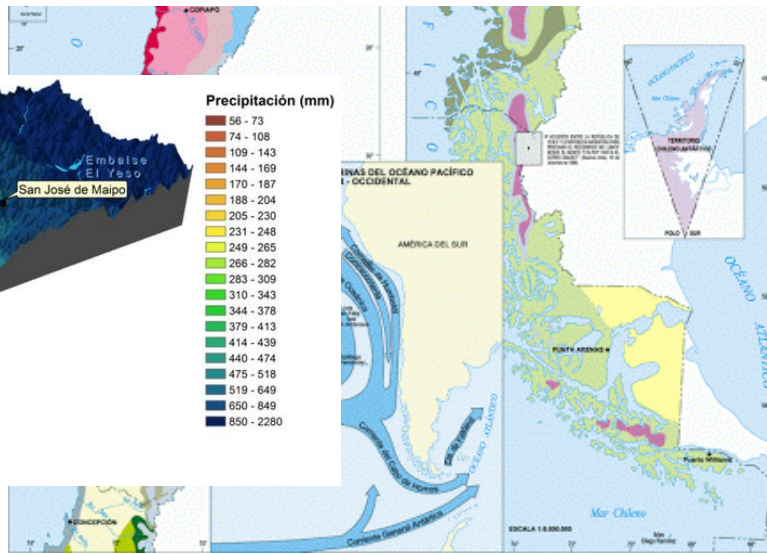
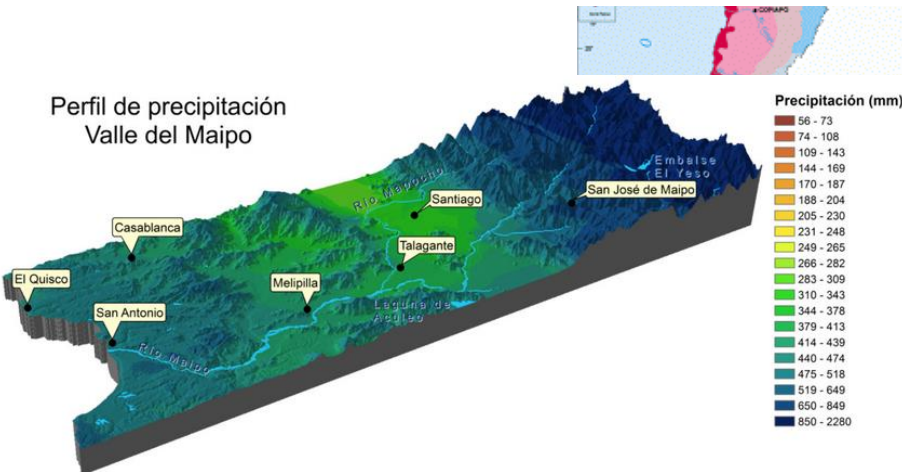
Perfil de temperatura máxima de enero
Valle del Maipo



Perfil de temperatura mínima de julio
Valle del Maipo



Perfil de precipitación
Valle del Maipo



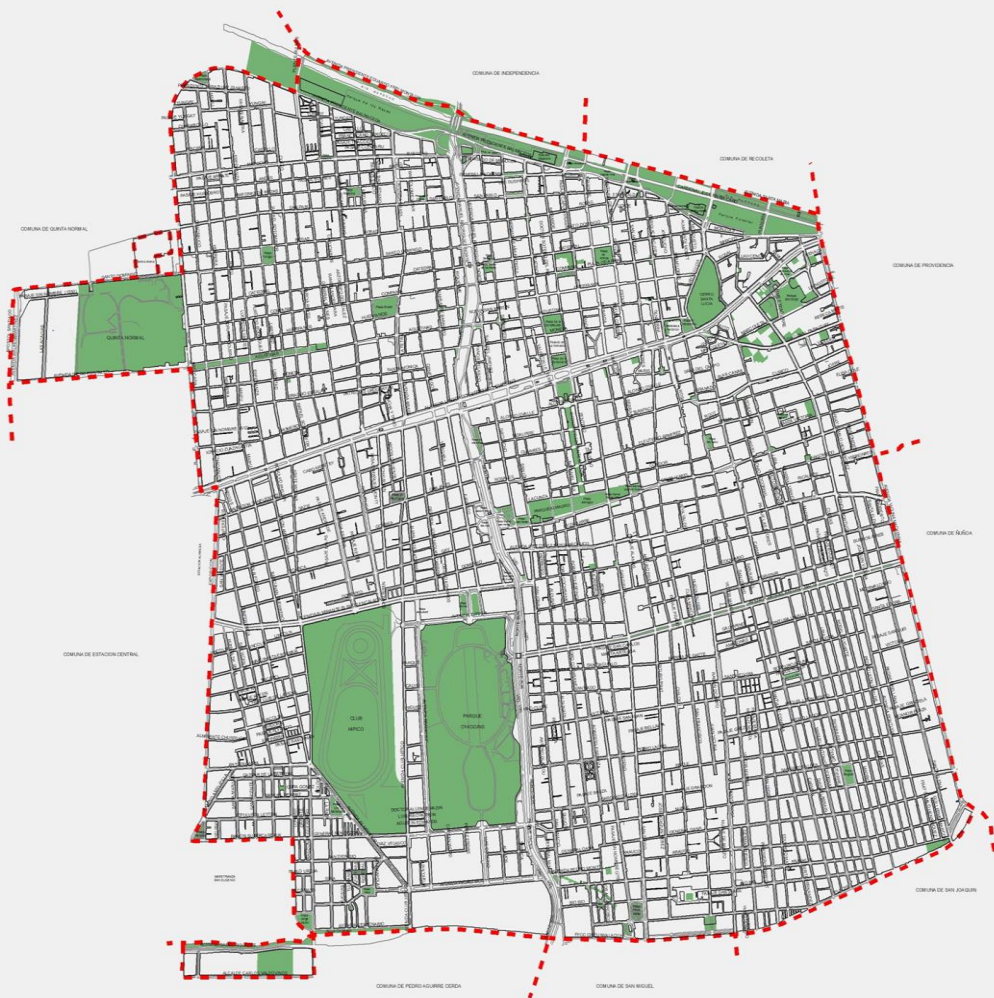


02

CONTEXTO LOCAL



Comuna de Santiago



Región Metropolitana tiene 32 Comunas



COMUNA DE SANTIAGO EN CIFRAS

Superficie de territorio	2.322 Há
Números de residentes	404.495
Densidad bruta	174,2 hab/Há



03

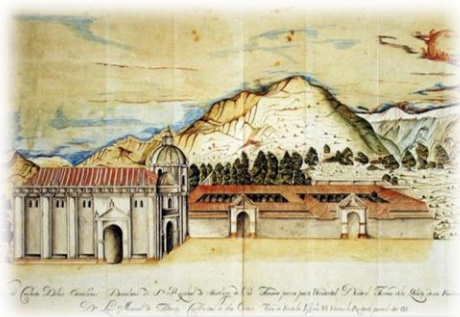
PLAN DE ARBOLADO URBANO DE LA COMUNA DE SANTIAGO



Breve Historia del Arbolado Urbano en Santiago

1789

Santiago está
Libre de
Árboles



Fines
Siglo XIX

Grandes
Parques



1980

Incorporación
del Arbolado
en las Calles





Matriz Geoecológica: Bases para el Plan de Arbolado

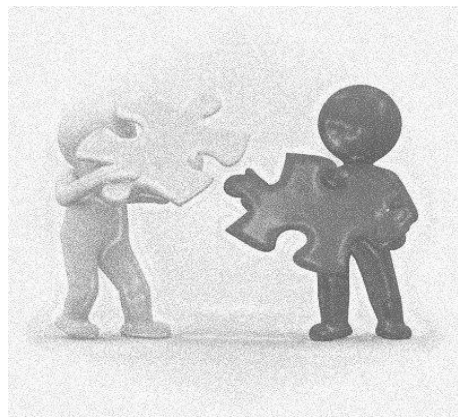
- **Matriz:** constituye el elemento espacial dominante y homogéneo, que contiene los parches y corredores (ej.: todo el territorio comunal);
- **Parches:** manchas o fragmentos, que corresponden a áreas homogéneas definidas y características que le son propias (ej.: barrios de la comuna, grandes parques)
- **Corredores:** elementos de tipo lineal, y que generalmente tienen la función de conectar parches (ej.: ejes viales, paseos, cursos de agua)
- **Nodos:** elementos de tipo puntual, que generalmente tienen la función de confluir y concentrar energías (ej.: intersecciones de calles, centros cívicos, plazas)





Sostenibilidad del Espacio Público. Consideraciones

- Caracterización de las nuevas condiciones urbanísticas y habitabilidad de la comuna
- Definición de criterios para la elección de nuevas especies vegetales
- Articular y potenciar la actual red de espacios verdes mediante la ejecución de corredores
- Prestancia de nuevos servicios ecosistémicos





BIENES Y SERVICIOS DEL PROGRAMA DE ARBOLADO

CAMBIO CLIMÁTICO	Lucha contra el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Los árboles eliminan CO₂, actuando como sumideros de carbono.
	Adaptación al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Los árboles atenúan las lluvias torrenciales y las inundaciones reduciendo la escorrentía y mejorando la eficacia de los sistemas urbanos de drenaje.
	Regulación térmica	<ul style="list-style-type: none"> • El efecto combinado de la capacidad de los árboles de evaporar el agua, reflejar la luz solar y proporcionar sombra reduce el efecto de "isla de calor urbana".
BENEFICIOS AMBIENTALES	Mejora estética	<ul style="list-style-type: none"> • Paisajes más atractivos y ocultación de espacios degradados. • Mayor naturalización del espacio. • Acercamiento de la naturaleza a la ciudad.
	Control de la erosión del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Los árboles retienen el suelo, que actúa además almacenando carbono.
	Mejora de la calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Los árboles actúan como filtros naturales.
	Promoción de la vida silvestre	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la biodiversidad. • Acercamiento de la vida silvestre a la población.
BENEFICIOS ECONÓMICOS	Producción de recursos forestales	<ul style="list-style-type: none"> • Leña, compost, abono de la hojarasca y combustible renovable. • Frutos, flores y semillas.
	Reducción de costes de mantenimiento de espacios verdes	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del mantenimiento intensivo, respecto de otras tipologías de espacios verdes.
	Contribución a la economía local	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión local. • Aumento de la plusvalía de las propiedades. • Ingresos derivados del turismo y el ocio.
BENEFICIOS SOCIALES	Mejora de la salud	<ul style="list-style-type: none"> • El aire más limpio contribuye a mejorar los casos de asma. • Menor riesgo de cáncer de piel. • Reducción del estrés. • Fomenta el ejercicio contrarrestando enfermedades cardíacas y diabetes tipo 2.
	Mejora de las condiciones de vida y habitabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la eficiencia energética de las edificaciones ayudando en casos de escasez de combustible. • Mejora la protección en invierno. • Reduce el ruido. • Genera microclimas moderados. • Aumenta la absorción de CO₂.
	Significado cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientes más armoniosos. • Aumento del sentido de pertenencia y orgullo de los lugares. • Refuerzo de la cohesión de la comunidad.
	Valor espiritual	<ul style="list-style-type: none"> • Acercamiento de la ciudadanía con la naturaleza y sus estaciones. • Alivia los síntomas de ansiedad, depresión e insomnio.
	Promoción de la educación	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la concentración en las "aulas" naturales. • Mejora los resultados de aprendizaje.

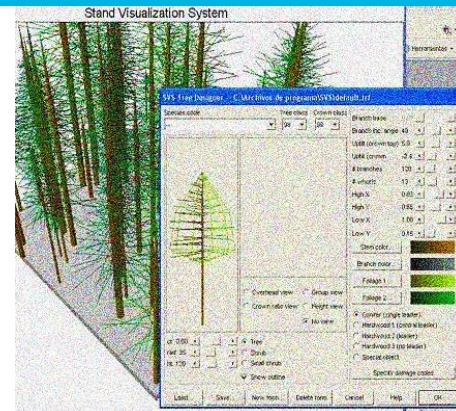
PROGRAMA ARBOLADO URBANO

Objetivo General

Establecer un proceso de gestión del arbolado urbano de la comuna de Santiago, que considere la preservación de las especies existentes, para la ejecución del programa incluyendo nuevos criterios técnicos.

Objetivos Específicos

- Actualizar el inventario de especies arbóreas de la comuna de Santiago.
- Sentar bases técnicas para la confección de un instrumento que permita el monitoreo permanente sobre el estado (calidad) de las especies arbóreas comunales.
- Elaborar participativamente una propuesta de planificación territorial comunal, en relación a la reposición, reforestación y valoración normalizada de especies arbóreas, según las características del paisaje urbano de Santiago.



SOSTENIBILIDAD EN EL ESPACIO PÚBLICO URBANO

CONSIDERACIONES URBANAS

Considerando que la comuna de Santiago presenta una diversidad de perfiles de veredas (también calles), para efectos de los objetivos del programa de arbolado urbano, se discriminará la elección de especies en cuatro tipos de perfiles:

- a) **Perfil de vereda cero:** inferior a 1,5m. (no existencia de arbolado)
- b) **Perfil de vereda angosto:** Aquellos perfiles de vereda donde la distancia entre la solera y la línea de edificación mayor a 1,5m y menor que 4m.
- c) **Perfil de vereda medio:** Aquellos perfiles de vereda donde la distancia entre la solera y la línea de edificación es igual o mayor a 4m y menor que 6m.
- d) **Perfil de vereda ancho:** Aquellos perfiles de vereda donde la distancia entre la solera y la línea de edificación es superior a 6m.



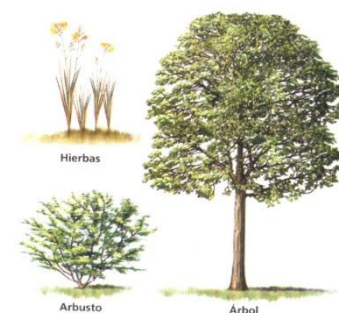
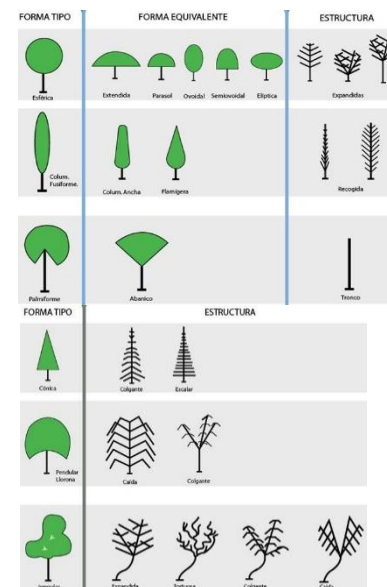
SOSTENIBILIDAD EN EL ESPACIO PÚBLICO URBANO SELECCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS

Una vez caracterizado el espacio físico disponible para la implementación de arbolado, este se relaciona con el segundo elemento: la especie vegetal; el árbol *per se*.

- Árbol pequeño: aquel vegetal leñoso de tallo simple y desnudo en la base, al menos cuando es adulto, pero que no mide más de 6m en su estado adulto.
- Árbol mediano: aquel vegetal leñoso, que en su edad adulta mide entre 7m y 15m.
- Árbol grande: aquel vegetal leñoso, que en su edad adulta alcanza alturas superiores a los 15m.

(Navés Viñas, F. et al, 1995).

Ilustración 4.1. Arquetipos de arbolado en Santiago



SOSTENIBILIDAD EN EL ESPACIO PÚBLICO URBANO

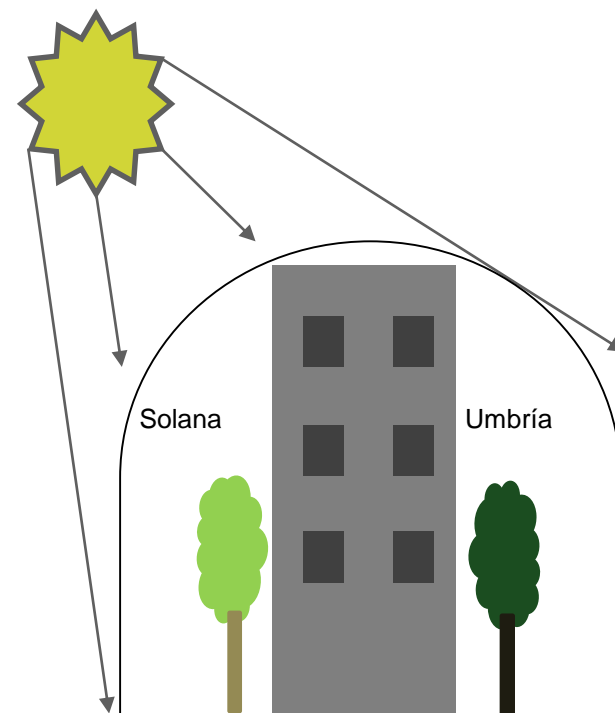
SELECCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS

El primer criterio altura.

- a) Edificación baja: aquellas construcciones que tiene una altura entre 1m y 10m.
- b) Edificación alta: corresponde a aquellas construcciones que tiene una altura superior a 10m.

El segundo criterio, es la orientación:

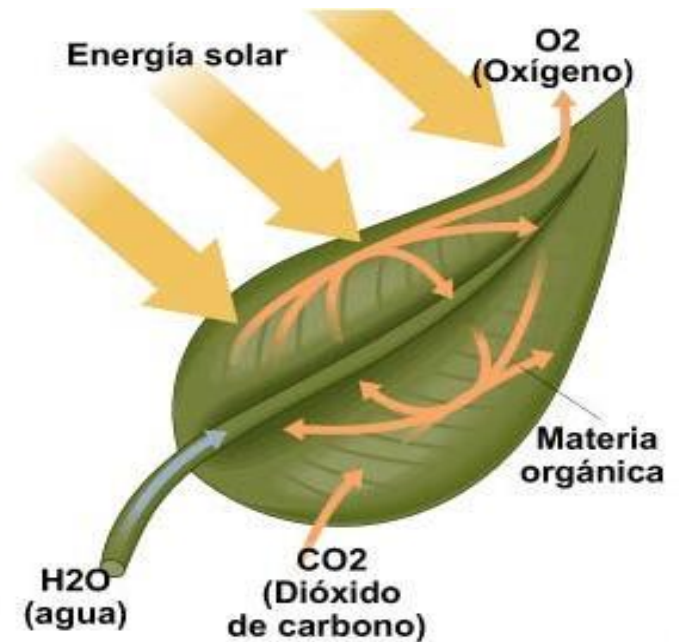
- a) Solana: aquellos ejes (calles y/o veredas) que reciben una disponibilidad de sol de manera directa (para el caso de la comuna de Santiago las exposiciones norte y oriente).
- b) Umbría: aquellos ejes (calles y/o veredas) que no reciben una disponibilidad de sol de manera directa, dado que existen condiciones que lo interrumpen dotándolos mayormente de sombra(para el caso de la comuna de Santiago las exposiciones sur y poniente).



PROGRAMA ARBOLADO URBANO ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

Problemas biológicos

- Alteración de los procesos de fotosíntesis y ciclos de vida (pérdida de vigor y vitalidad)
- La amplitud térmica extrema, efecto albedo e isla de calor, genera deshidratación de las especies
- Falta de planificación en el manejo de plagas, riego y podas abusivas que deterioran el estado fitosanitario de las especies
- Contaminación de la ciudad, deteriora la corteza de las especies



PROGRAMA ARBOLADO URBANO ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

Problemas urbanísticos

- Levantamiento de pavimentos (alteración de la movilidad peatonal)
- Las canalizaciones realizadas por empresas de servicios (aéreas-subterráneas) deteriora el follaje y las raíces de las especies
- Daños al mobiliario urbano e inmuebles (producto del crecimiento del follaje le quita espacio a la copa)
- Alteración de la red de drenaje de aguas lluvias (producto de la foliación caduca)
- Aumento de enfermedades respiratorias en la población (presencia de especies alérgicas)
- Malos hábitos de la gente (mutilaciones, choques, contaminación a las tasas de los árboles)

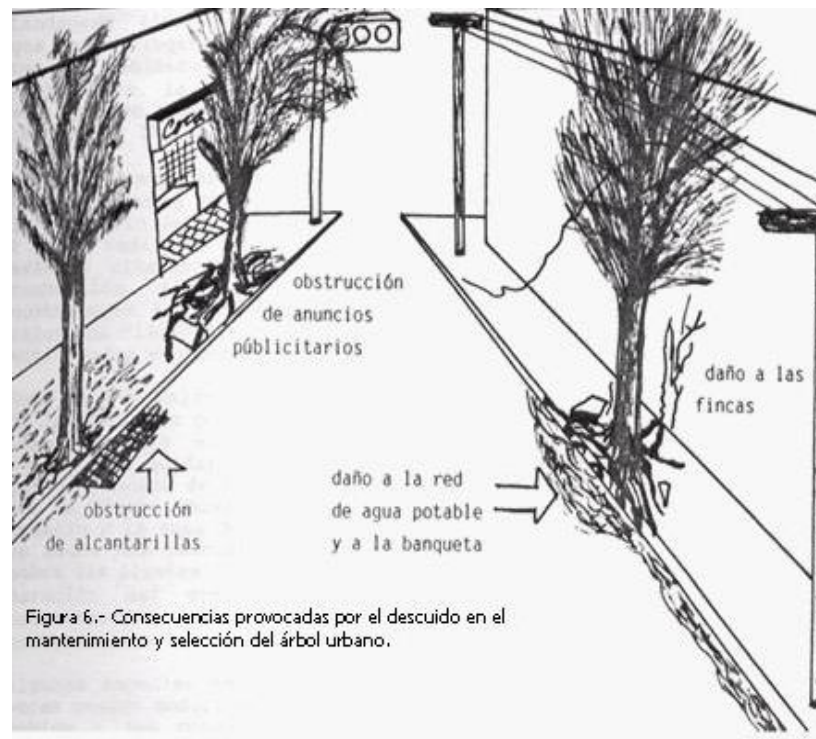


Figura 6.- Consecuencias provocadas por el descuido en el mantenimiento y selección del árbol urbano.

PROGRAMA ARBOLADO URBANO

PROPUESTA TERRITORIAL

1. **Ámbito Morfología Urbana**

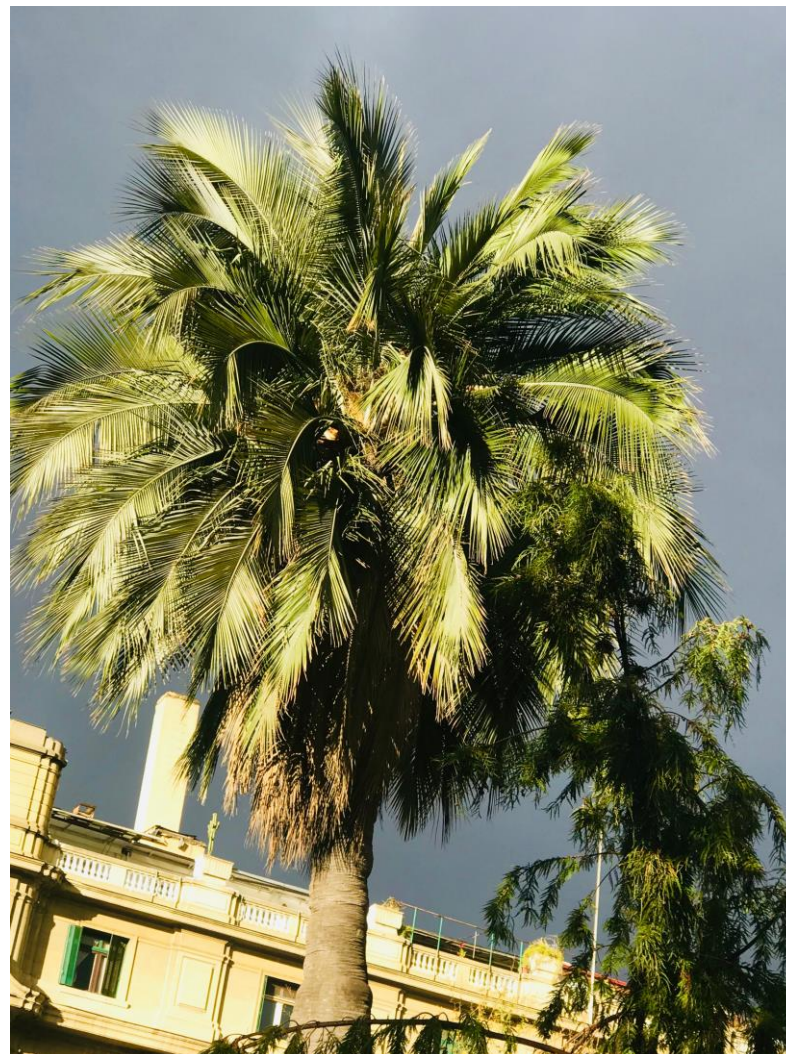
- Perfil de Acerca
- Perfil de Calles
- Altura de la Edificación
- Orientación

2. **Ámbito Hábitat y Biología**

- Tamaño
- Longevidad
- Crecimiento de Raíces
- Velocidad de crecimiento
- diámetro Altura de Pecho (DAP)

3. **Ámbito Servicios Ecosistémicos**

- Presencia de frutos venenosos
- Presencia de flores(polinización) alérgicas
- Valor patrimonial
- Foliación
- Arquetipo
- Densidad de ramaje



PROGRAMA ARBOLADO URBANO

Elementos a Considerar

Restricciones de carácter de tránsito

La plantación no está permitida a:

- menos de 30 m de una intersección señalizada,
- 15 m de una intersección no señalizada,
- 5 m de una parada de bus o de señalética vial,
- 2 m libre del paso de peatones.

Restricciones de tipo Edafo-climáticas (individualmente y en su conjunto)

- Temperaturas máximas y mínimas
- Temperatura promedio
- Precipitaciones
- Humedad ambiental
- Radiaciones solares y de rayos U.V. A y U.V.B
- Efecto capa de ozono .

Consideraciones Generales

- Evitar monocultivos de árboles,
- Asegurar la rusticidad de esas especies para sitios específicos,
- Individuos que provean un follaje sustancial,
- Uso de especies nativas en lo posible, particularmente para sitios adyacentes a áreas verdes de grandes extensiones.



PROGRAMA ARBOLADO URBANO CONSECIÓN DE MANTENCIÓN EN ARBOLADO

Números de árboles: 48.061.

Nuevos árboles en últimos tres años:
4.183.

En la Comuna de Santiago existen 139
tipos de especies arbóreas.

Valor unitario de mantención: \$2.400.-
3,11 €.

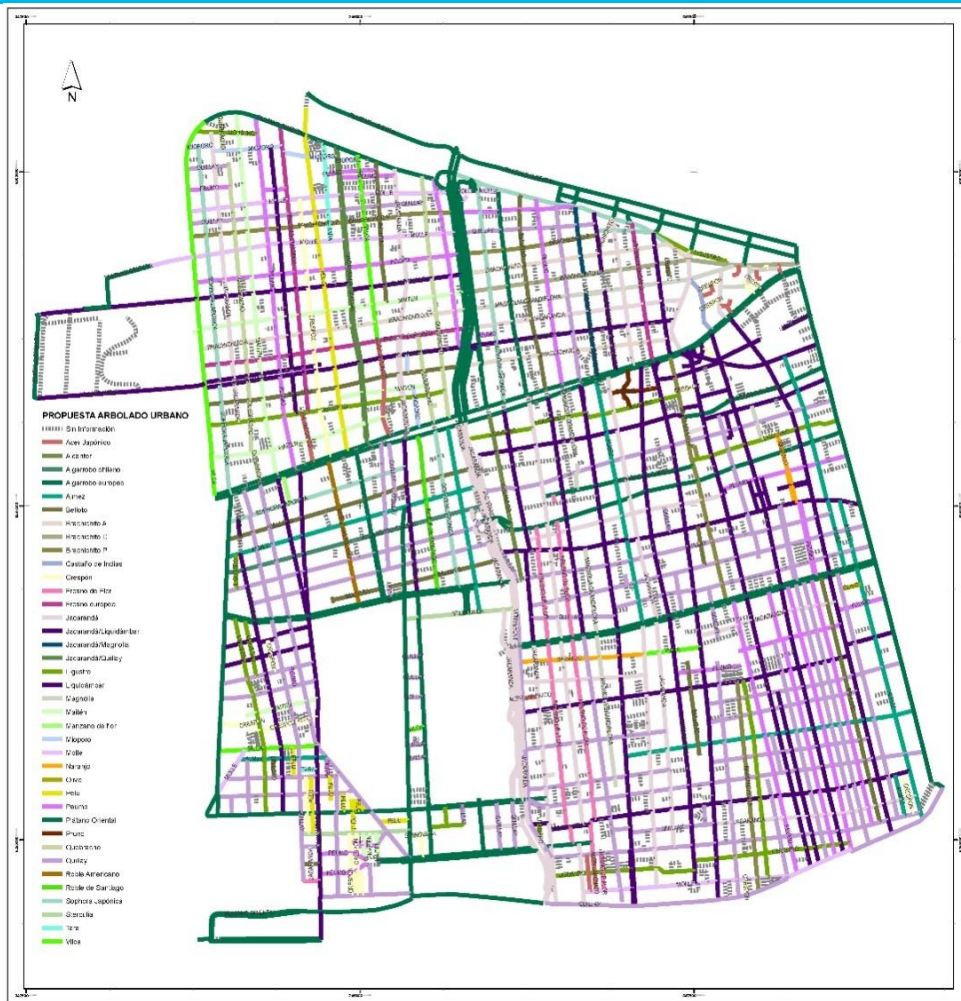
El consumo hídrico 30-250 lts/árbol/
semana.

Cubierta vegetal 1.730.196 m³, relación a
promedio de 36 m³/árbol.

Capacidad de carga 335.938 ton. PM10.



PROGRAMA ARBOLADO URBANO PROPUESTA FINAL INTEGRADA



ANTECEDENTES GENERALES

- 265 Ejes viales
- Se definen un total de 39 especies en el plan.
- 9 de ellas corresponden a especies Nativas.
- Actualmente existen 3.249 árboles Nativos en los ejes viales, lo que corresponde a un 7 % del total existente.

PROGRAMA ARBOLADO URBANO NÓMINA DE ESPECIES SEGÚN EJES VIALES (EJEMPLO)...

N°	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	EJES VIMPLEMENTACIÓN
1	Acer Japonico	Acer Japonicum	Mac Clure – Maturana – Rafael Sotomayor – Waldo Silva.
2	Alcanfor	Cinnamomum Camphora	Dieciocho.
3	Algarrobo Chileno	Prosopis Chilensis	Gorbea.
4	Algarrobo Europeo	Ceratonia Siliquia	Cóndor – Curicó.
5	Almez	Celtis Australis	Arturo Prat – Ejercito – Fray Camilo Henríquez – Gaspar de la Barrera – Grajales – Maule – Santa Elena.
6	Belloto	Beilschmiedia Miersii	Almirante Montt – Domeyko – Emiliano Figueroa – General Baquedano – Juan Vicuña – Moneda – Pedro León Ugalde – Pilcomayo – Sazie – Teatinos.
7	Brachichito Blanco	Brachychiton Populneus	General Mackenna – Mario Kreuzberger Blumenfeld – Martínez de Rosas – San Isidro -
8	Brachichito Rojo	Brachychiton Acerifolius	Compañía – Moneda.
9	Castaño de Indias	Aesculus Hippocastanum	Victoria Subercaseaux.
10	Ciruelo	Prunus Cerasifera	Londres – Paris.
11	Crespón	Lagerstroemia Indica	Espiñeira – Fucias – García Reyes – Julio Montt Saavedra – Longaví – Pedro Luis Valdivia – Quito – Retamos – Rosal – Tulipanes – Villavicencio.
12	Fresno de Flor	Fraxinus Ornus	Aldunate – Roberto Espinoza.

PROGRAMA ARBOLADO URBANO

ANEXO N°2. FICHAS ESPECIES PROPUESTAS

Acer Japonicum

Género : Acer
Familia : Aceraceae
Orden : Sapindales
Clase : Magnoliopsida
División : Magnoliophyta
Nombre Común : Acer Japonico



Descripción

Pequeño árbol caducifolio que no sobrepasa los 10m de talla, aunque en ocasiones tiene sólo porte arbustivo. Copa más o menos redondeada y corteza lisa, grisácea. En general debajo, tienen un tronco bastante deshojado, mientras en alto, desarrollan muchas ramificaciones. En hábito de crecimiento, toma formas de pirámide (especialmente cuando joven) o de domo, cuando maduro.

Distribución

Especie originaria de Japón y Corea

Aspectos Culturales

Acer, nombre genérico que procede del latín *ācēr*, -*ĕris* (afilado), referido a las puntas de las hojas o a la dureza de la madera que, supuestamente, se utilizaría para fabricar lanzas. Japonicum, epíteto geográfico que alude a su localización en Japón.

Los arces son muy cultivados como ornamentales; es muy apropiado situarlos en jardines pequeños, debido a su aspecto reducido y liviano, y a que presentan un colorido follaje otoñal. Combina muy bien con coníferas y puede servir de fondo para azaleas, camelias y helechos.

Cinnamomum Camphora

Género : Beilschmiedia
Familia : Laureaceae
Orden : Laurales
Clase : Magnoliopsida
División : Magnoliophyta
Nombre Común : Alcanforero



Descripción

Árbol perennifolio que puede llegar a los 25m de altura. El perímetro varía entre 1 y 2,5m. De tronco ancho y corteza lisa, pardo grisáceo, con ramas ascendentes, copa frondosa y porte piramidal. Las hojas, coriáceas, elípticas y gruesas, son de color verde; miden 6-8cm de largo y 4-6cm de alto. El fruto, negro y en forma de bata, recubre una semilla oleosa.

Distribución

Especie originaria del sudeste asiático.

Aspectos Culturales

Cinnamomum: nombre genérico que proviene del griego *Kinnamon* o *Kinnamomon*, que significa *madera dulce*. Camphora: epíteto latino que significa "alcanfor".

Por destilación, de su madera y sus hojas se obtiene el alcanfor, sustancia empleada como antiséptico, antiinflamatorio y para elaborar preparados descongestivos que alivian síntomas catarrales.



04 DESAFIOS

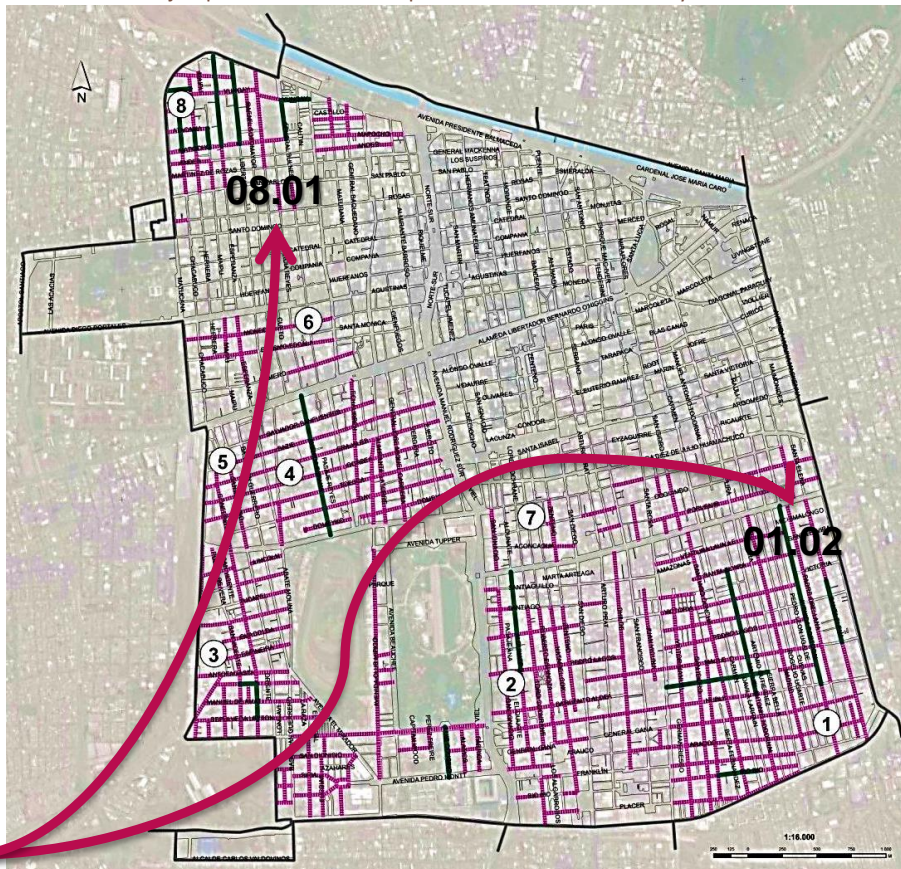
ÍNDICADOR: N° HABITANTES/ N° ÁRBOLES

Actualmente existen 8,6 Hab. por cada árbol en avenidas y calles, sin embargo, si sumamos el arbolado existente en áreas verdes el indicador es 4,2 Hab. por árbol. Según la OMS recomienda 1 árbol cada 3 Hab.



PROGRAMA ARBOLADO URBANO PROPUESTA INFORMÁTICA

Ilustración 6.1 Ejemplo de vinculación espacial entre bases de datos y SIG



SECTOR	COORDENADA X	COORDENADA Y	DIRECCIÓN	ATRIBUTO 1	ATRIBUTO 2	ATRIBUTO 3
1	01,01	01,02	ABC			
8	08,01	08,02	DEF			

Formato Tipo de Nueva Base de Datos

Arc
GIS
(Join-
Relate)

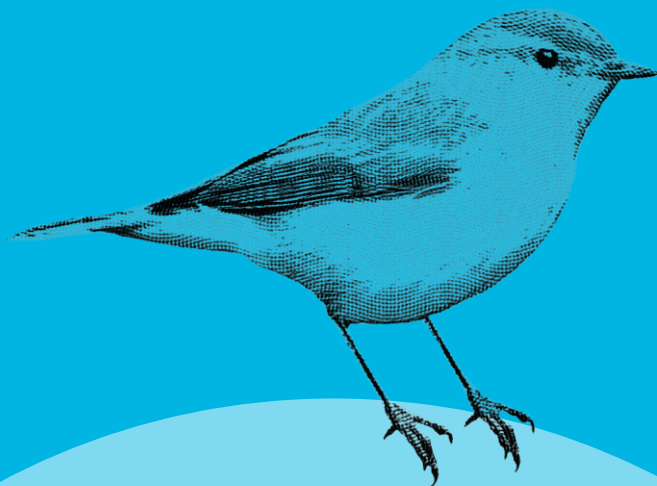
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Ahumada Galaz, N. F. (2012). Geoecología del Paisaje Urbano en el Barrio de San Eugenio, Santiago, Chile. Barcelona, España: Tesis Doctoral.
- Alguacil, J. (2008). Espacio público y espacio político. La ciudad como el lugar para las estrategias de participación. *Polis*, 7 (20), 199-223.
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Centro de Estudios Ambientales. (2012). 250.00 árboles y arbustos para el Anillo Verde. Tejiendo la Infraestructura Verde de Vitoria-Gasteiz. Vitoria-Gasteiz: Centro de Estudios Ambientales (CEA).
- Brudi, E. (2001). "Estática de los árboles". Conferencia sobre Biomecánica de la ISA, Savannah, München, Alemania.
- Centro de Estudios Ambientales. (2012). 250.000 árboles y arbustos para el Anillo Verde. Tejiendo la Infraestructura Verde de Vitoria-Gasteiz. Vitoria-Gasteiz, España: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- Cowling RM 1982. Patterns of plant endemism in the south east Cape. *The Naturalist* 27: 17-36.
- Dalsgaard, K. Henry, M. San Martin, R. Grande, H. y Kamstrup, S. 1995. Saponins with adjuvant activity. *PCT Int. Appl. WO 95 09*, 179.
- Gaffron, P., Huismans, G., & Skala, F. (2008). Proyecto ECOCITY: Manual para el diseño de ecociudades en Europa. Libro I La ecociudad: Un lugar mejor para vivir. Bilbao, España: Bakeaz.
- Gilí, F. *et al* (2016). Vilca. Encuentro de miradas: Antecedentes y herramientas para su pesquisa en contextos arqueológicos del área centro sur andina. *Chungará (Arica)*, 48(4), 589-606. Epub 02 de septiembre de 2016. <https://dx.doi.org/10.4067/S071773562016005000031>
- Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura. (2012). Programa de arborización: un chileno, un árbol. Árboles urbanos de Chile. Guía de reconocimiento. Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal.
- Ilustre Municipalidad de Santiago. (30 de Abril de 2014). Municipalidad de Santiago. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de Cuenta Pública 2013: <http://www.municipalidaddesantiago.cl/prensas/ver/cuenta-publica-2013-enfasis-en-la-igualdad-participacion-y-espacios-publicos>.
- Lanzara, P. y Pizzetti, M. (1979). Guía de árboles. Primera Edición. Ediciones Grijalbo. Barcelona, España.
- Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia (2001), Decreto Supremo 45, Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10, Santiago, Chile.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2009). Espacios Públicos, Recomendaciones para la gestión de proyectos. Santiago: División de Desarrollo Urbano.
- Pardo, M., Godoy, F. (2017). Plan de Gestión de especies vegetales Cerro Santa Lucía: Aspectos culturales. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. Inédito.
- Perahia, R. (2007). Las Ciudades y su Espacio Público. Actas del IX Coloquio Internacional de Geocrítica. Los Problemas del Mundo Actual soluciones y Alternativas desde la Geografía y las Ciencias Sociales. Porto Alegre,. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Riedemann, P., Aldunate, G. (2000). Flora Nativa de valor ornamental. Identificación y propagación. Chile, zona centro. Santiago, Chile. Machado S.A.
- Talen, E. (2009). *Urban Design Reclaimed: Tools, Techniques, and Strategies for Planners*. Chicago: American Planning Association., EE.UU.
- Vallejo, F. *et al*, (1987). Seminario de Arborización Urbana Área mpolitana". Intendencia mpolitana, Chile, Santiago.
- Verdaguer, C. (2013). *Urbanismo Sostenible. 1er Simposio Internacional: Diálogos para la Sostenibilidad*, Santiago: Inédito.
- VV.AA. (2012). 1.001 árboles. Madrid, España. Servilibro.

EIMA 2018

ENCUENTRO IBEROAMERICANO
SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE



¡Gracias!

#EIMA2018