



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

"Evaluación del estado de conservación del arbolado urbano, en sector de la ciudad de Coyhaique con mayores demandas de intervención".

Patrocinante: Sr. Víctor Barrera B.

Copatrocinante: Sr. Oscar Thiers E.

Trabajo de Titulación presentado como parte
de los requisitos para optar al Título de
Ingeniero en Maderas.

MACARENA SOLEDAD MORALES PIZARRO

VALDIVIA

2018

	Índice de Materias	Página
i	Calificación del Comité de Titulación	i
ii	Resumen	ii
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISION BIBLIOGRÁFICA	2
2.1	Importancia y beneficios de áreas verdes, arbolado y silvicultura urbana	2
2.2	Planificación y competencias en el arbolado urbano	4
2.3	Debilidades y dificultades en áreas verdes, arbolado, silvicultura urbana y planificación	5
2.4	Inventario como método de evaluación del arbolado urbano	6
2.5	Área de estudio	7
3	MÉTODOS	7
3.1	Materiales	7
3.2	Proceso	8
3.3	Delimitación de área de estudio	8
3.4	Localización de los individuos	9
3.5	Variables dendrométricas	9
3.6	Variables cualitativas	9
4	RESULTADOS	14
4.1	Identificación del sector a intervenir	14
4.2	Ubicación e identificación del arbolado existente	15
4.3	Variables dendrométricas	17
4.4	Variables cualitativas	19
5	DISCUSIÓN	26
6	CONCLUSIONES	29
7	REFERENCIAS	30
ANEXOS	1 Tabla para trabajo en terreno de variables dendrométricas.	
	2 Variables medidas, rangos cualitativos y dendrométricas.	
	3 Listado completo de árboles censados y su ubicación.	
	4 Imagen de ubicación del arbolado vereda este.	
	5 Imagen de ubicación del arbolado vereda oeste.	
	6 Planilla de árboles con proyección y calidad regular/ mala.	
	7 Planilla de árboles con ubicación, calidad mala y área de proyección.	
	8 Cuadrantes de unidades vecinales.	
	9 Cuadrante N°1 de Coyhaique.	
	10 Distribución de árboles en cuadrante 1, según solicitudes de vecinos.	

Calificación del Comité de Titulación

		Nota
Patrocinante:	Sr. Víctor Barrera B.	<u>5.8</u>
Co-Patrocinante:	Sr. Oscar Thiers E.	<u>5.5</u>
Informante:	Sra. Stephie Solorzano N.	<u>5.6</u>

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.



Sr. Víctor Barrera B.

Resumen

La Ilustre Municipalidad de Coyhaique, posee atribuciones que le infiere la Ley 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, la que señala que dentro de las “funciones privativas” está la mantención de Áreas Verdes y Bienes Nacionales de Uso Público; dentro de ésta, mandata realizar acciones de mantención del arbolado. En este marco legal, se identificó que el municipio ejecuta acciones de contingencia, como poda de ramas por desganches, provocadas por peso de nieve y poda anual a los individuos que se detectan visualmente con daños; o bien de acuerdo a las solicitudes y/o reclamos de los vecinos. En este estudio se evidenciaron carencias, por parte del municipio en herramientas que permitan determinar las condiciones fitosanitarias en las que se encuentra el arbolado urbano y además el desconocer el universo de estos en la ciudad. Otra falencia es la falta de una planificación base y un plan de mantención anual y con esto realizar una adecuada silvicultura urbana, proyección de establecimiento de árboles, podas, cortes, fertilización, entre otras medidas a realizar. Debido a esto y otros factores, es importante realizar una caracterización y diagnóstico del arbolado urbano. Por lo anterior, en este escrito se identificó un sector de intervención prioritaria de la ciudad, que fue el acceso de la ciudad de Coyhaique. Se tomó como variable para determinar este sector, el número definido de reclamos ingresados por los ciudadanos al organismo. El diagnóstico, arrojó una totalidad de 78 individuos, de los cuales el 79% es de origen exótico y el 21% de especies nativas, siendo la especie de mayor frecuencia la Araucaria. Se evidenció la existencia de 3 individuos que tienen ángulo de proyección y caída sobre viviendas, de los cuales, las especies que presentaron mayores dificultades son los Abedules, Álamos y Pinos Oregón, en total 24 árboles se deben intervenir en el corto plazo.

Palabras clave: Ley Orgánica de Municipalidades, áreas verdes, silvicultura urbana, plan de mantención, planificación, funciones privativas.

1. INTRODUCCIÓN.

La ciudad de Coyhaique, capital de la región de la XI Región de Aysén, corresponde a una ciudad relativamente contemporánea en comparación al resto de las capitales regionales del país. Su fundación data del año 1929, donde la mayoría de los colonos son argentinos y chilotes, aun cuando ya se encontraban grupos de pueblos originarios, donde destacan los Chonos y Alacalufes. Como es particular de los asentamientos, su poblamiento se realizó cerca a fuentes de agua, en este caso a dos ríos, el “Coyhaique” y el “Simpson”. En paralelo se inicio el establecimiento de árboles introducidos, debido principalmente a la necesidad de espacios de recreación para la comunidad de la época, donde también se incluyó cercos vivos y cortinas cortaviento. Al pasar los años este arbolado ha sostenido un crecimiento sin un debido manejo, encontrándose en este momento con especies, la mayoría pinos y álamos de gran diámetro y altura. Lo anterior requiere de un enfoque de manejo silvícola urbano acorde a la normativa y también a las expectativas de la población local.

Este crecimiento no manejado, ha provocado una serie de problemas en los bienes nacionales de uso público, de los cuales se pueden destacar alturas desproporcionadas del arbolado para sectores urbanos, que provocan un riesgo de proyección sobre viviendas, levantamiento de hormigón de veredas y calzadas, provocando caídas de personas e inmuebles de vecinos levantados por raíces. En cuanto a las competencias del manejo del arbolado urbano, se puede mencionar, que según la ley N°18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, en su artículo 25, señala que es responsabilidad de cada municipio el cuidado y mantención de las áreas verdes de cada comuna. La Municipalidad de Coyhaique, a través de su Departamento de Gestión Medio Ambiente y Servicios, ha definido este espacio como prioritario en mantención y cuidado, por ello dispone de personal diario para estas labores. Sin embargo, desde hace pocos años se ha implementado la poda anual, en donde se interviene un número definido de ejemplares en toda la ciudad, esto debido a que los recursos son limitados y se debe priorizar algunos individuos que se encuentran en bienes nacionales de uso público.

En la actualidad, la Municipalidad atiende bajo el concepto de la contingencia, reclamos y/o solicitudes de los vecinos y evaluaciones visuales que realiza el personal de áreas verdes ya que no cuenta con un catastro del arbolado o una herramienta de gestión y planificación que permita generar evaluaciones y toma de decisiones.

Se trabajará sobre el sector de Coyhaique con mayor demanda de intervención recibida por los diferentes canales de comunicación que posee la Municipalidad de Coyhaique. Posterior a la

identificación del espacio a intervenir, se llevará a cabo una evaluación de cada individuo pesquisado, de acuerdo a las variables descriptivas, de ubicación y georeferenciación entre otros aspectos fundamentales, que influyen en la toma de decisiones en cuanto al manejo de los individuos.

El objetivo general es evaluar el estado de conservación del arbolado urbano, en sector de la ciudad de Coyhaique con mayores demandas de intervención. En consecuencia los objetivos específicos son: a) Caracterizar el sector de Coyhaique donde se concentra la mayor cantidad de solicitudes asociadas a manejo del arbolado urbano. b) Caracterizar el arbolado urbano en función de su desarrollo y estado actual de crecimiento para el sector identificado. c) Proponer recomendaciones de mejoramiento del arbolado para favorecer el bienestar de la sociedad local.

2. REVISIÓN BIBLOGRÁFICA.

2.1 Importancia y beneficios de Áreas verdes, arbolado y silvicultura urbana.

Las áreas verdes sin duda, son espacios benéficos para los ciudadanos, ya que provee superficies que se destinan para satisfacer necesidades de la población, como recreación, educación ambiental por una parte, y además la importancia en la mitigación de ruidos y de CO₂, mejorando la calidad de aire (Sorensen *et al.*, 1998). El Ministerio de Vivienda y urbanismo, en su “Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones”, define como Área verde, superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada generalmente por especies vegetales y otros elementos complementarios y además área verde pública, bien nacional de uso público que reúne las características de área verde. (OGUC, Decreto 47 1992).

Existen en la actualidad variadas definiciones de áreas verdes, las más recurrentes y populares son plazas, parques, jardines públicos, jardines privados, u otros (Jiménez, 1998). En los últimos años, se ha producido una ambivalencia al hablar de áreas verdes y arbolado urbano, se pasa de un concepto a otro según los intereses del momento. A este respecto, Fernández (2004), señala dos conceptos, el de jardinería urbana o “arbolado ornamental”, que considera el árbol como un actor meramente estético y el concepto funcional o de “arbolado urbano”, término que recoge no sólo las exigencias estéticas, sino también ambientales, funcionales, entre otras exigibles al arbolado y al resto de los componentes del verde urbano, por lo demás la FAO, (Kuchelmeister G. 1998) señala los beneficios de plantar y de cuidar el arbolado urbano ya que indica, lo siguiente:

- En zonas urbanas puede bajar la temperatura del aire entre 2°C y 8°C.
- Los árboles más grandes son excelentes filtros para los contaminantes, un árbol puede absorber 150 kg. de CO₂ al año, secuestra el carbono y en consecuencia mitiga el cambio climático.
- Reducción de la velocidad del viento en un 60% o más en áreas residenciales, con una cobertura arbórea moderada, comparada con áreas abiertas (Heisler, 1990).
- El ruido es uno de los contaminantes principales dentro de las zonas urbanas, la masa arbórea ejerce una acción positiva, reduciendo su propagación en forma proporcional a su superficie foliar (Sorensen et al., 1998)

Con respecto a la silvicultura urbana, se indica que es una rama especializada de la silvicultura; tiene por finalidad el cultivo y la ordenación de árboles con miras a aprovechar la contribución actual y potencial que éstos pueden aportar al bienestar de la población urbana, tanto desde el punto de vista fisiológico como sociológico y económico. (FAO, Unasylva - No. 173 - La silvicultura urbana y periurbana). No obstante a lo anterior, en Chile, no existen normativas respecto a la forma de realizar estos tipos de procedimientos que van orientados a la mantención del arbolado, en la mayoría de las ciudades, los Municipios por intermedio de Ordenanzas regulan las intervenciones. La silvicultura urbana es una disciplina que surge de la necesidad de mejorar acciones y decisiones del ser humano respecto al árbol en la ciudad, al mismo tiempo, acoge el cultivo y la defensa del árbol (Gutiérrez, 1996).

Para Carter (1996) es un enfoque planificado, integrado y sistemático del ordenamiento de árboles en zonas urbanas y peri urbanas. Kuchelmeister y Braatz (1993), señalan que es una rama especializada de la silvicultura, cuya finalidad es el cultivo y la ordenación de árboles con miras a aprovechar la contribución actual y potencial que éstos pueden aportar al bienestar de la población urbana, desde el punto de vista fisiológico, sociológico y económico. La silvicultura urbana es una fusión entre la arboricultura, la horticultura ornamental y la ordenación forestal, además tiene relación con la arquitectura paisajística y la ordenación de parques.

2.2 Planificación y competencias en el arbolado urbano

La planificación implica la toma de decisiones anticipada que permite alcanzar uno o varios estados futuros, a los que no llegarán si no se hace nada, donde es necesario definir tanto un conjunto de decisiones como la interrelación entre ellas. Además la planificación permite unir todas las partes del sistema, identificar y resolver conflictos, reconocer restricciones y logra una ordenada utilización de los recursos (Ibacache, 2002). De no existir una herramienta de planificación, dificulta la toma de decisiones, éstas se realizan a medida que se presentan las contingencias, por lo tanto, la utilización correcta de recursos.

Con respecto a las competencias, se puede indicar que la Ley 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades (LOCM), en su artículo 3° define de modo genérico las funciones privativas de los municipios, entre las que se cuenta la letra f): “el aseo y ornato de la comuna”. Para la unidad encargada de la función de aseo y ornato se definen, entre otras, las funciones de: aseo de las vías públicas, parques, plazas, jardines y, en general, de los bienes nacionales de uso público de la comuna y en el artículo 25° la construcción, conservación y administración de las áreas verdes de la comuna.

En el caso de la Municipalidad de Coyhaique, en su Reglamento Interno, indica que el Departamento de Gestión Medioambiente y Servicios cuyo objetivo es la prestación y administración de los servicios urbanos y rurales de la comuna y tiene funciones generales el aseo de las vías públicas, parques, jardines, y en general, de los bienes nacionales de uso público existentes en la comuna, la construcción, conservación y administración de las áreas verdes de la comuna; por nombrar algunas de las responsabilidades.

Con respecto a las funciones de la Unidad de Áreas Verdes de la Comuna solo se hará referencia a “Realizar programas de mantención, poda, corte y control fitosanitario en las áreas verdes y arbolado urbano” ya que independiente que posee otras responsabilidades, en este caso es la que se necesita hacer énfasis. Sin embargo, aun cuando existe responsabilidad sobre el arbolado en los municipios, existe un responsable solidario, el cual queda de manifiesto en la Ordenanza N° 5, dictada el año 1994, por la Municipalidad de Coyhaique, que en su artículo N°10 señala *“Se prohíbe y sanciona con el máximo de la multa establecida en esta ordenanza, la destrucción de la arborización o jardines existentes en los bienes nacionales de uso públicos, parques, calles o avenidas. Los poseedores o meros tenedores a cualquier título de los inmuebles contiguos, serán*

responsables del mantenimiento y cuidados de las especies arbóreas, prados y jardines existentes en el frontis de sus respectivos inmuebles, respondiendo solidariamente de los daños ocasionados por falta del cuidado debido". No obstante a lo anterior, la gestión que realiza el departamento, es externalizar la poda urbana, realizando una licitación pública, en la cual se incluye la cantidad de individuos a intervenir, sectores, tipos de podas que se efectuarán y extracciones o cortas de algunos árboles georeferenciados. Además de mantener personal de áreas verdes, los cuales ejecutan podas bajas o de levante preventivo, despeje de señalética vial, entre otros.

Los sectores a intervenir se orientan al centro de la ciudad, ya que según información preliminar entregada por la Municipalidad, allí se encuentran la mayor cantidad de árboles y de mayor envergadura. Sin embargo, para definir los sectores prioritarios, se reciben anualmente un número de demandas de los vecinos, las cuales tienen distintos canales de recepción tales como, la Oficina de Información Reclamos y Sugerencias, OIRS de la Municipalidad de Coyhaique, fichas de Fiscalización, cartas ingresadas por la Oficina de Partes Municipal, algunos reclamos directamente recibidos en el Departamento de Gestión Medio Ambiente y Servicios, además cuenta con plataforma on-line en donde los vecinos por intermedio de la página web, www.coyhaique.cl, pueden realizar directamente reclamos, denuncias o solicitud de servicios y últimamente se están utilizando las redes sociales.

2.3 Debilidades y dificultades en Áreas verdes, arbolado, silvicultura urbana y planificación.

Una de las principales debilidades, es la falta de recursos, y no sólo en términos presupuestarios, sino además en términos profesionales, en donde se destine personal idóneo para realizar planificación. Estas herramientas de planificación deben incorporar inventarios, especies, plantación, mantenimiento, tala y todas las atenciones que debe recibir el arbolado. No obstante lo anterior, y tal como se señala, las municipalidades no cuentan con presupuestos óptimos para destinar en herramientas de planificación, esto trae como consecuencia que las acciones silviculturales posean efectos múltiples e irreversibles, por lo tanto, no es posible manejar el recurso improvisadamente (Prieto y López, 1993), y el realizarlo sin planificación, la toma de decisiones en base a las contingencias, por lo tanto el recurso no es bien utilizado.

Otra debilidad que se destaca, es la calificación de importancia o prioridad, que los responsables de la toma de decisiones muestren en virtud a la silvicultura.

La actividad forestal en las ciudades tiene que estar a la altura de las necesidades de desarrollo urbano si se desea que no se degrade irremediablemente el medio ambiente. La rehabilitación de extensos barrios pobres es hoy uno de los obstáculos mayores para un desarrollo socioeconómico sostenido, al igual que ofrecer mediante oportunidades de empleo, una base económica a la vida urbana (Olembo y De Rham, 1987).

2.4 Inventario, diagnóstico y sus variables como métodos de evaluación del arbolado urbano.

El inventario forestal urbano provee un registro actual de los recursos arbóreos para su evaluación y planificación de los objetivos, mediante la administración y gestión económica del recurso arbóreo. Sirven de apoyo a las relaciones públicas, al describir al arbolado público en términos cuantitativos y cualitativos. Del mismo modo, aumentan la eficiencia del trabajo de información al público y a los legisladores sobre el valor de los árboles urbanos. En general, en un inventario se incluyen variables de ubicación (geocodificación y/o georreferenciación); descriptivas (especie, diámetros, altura, etc.) y prescriptivas (definición de tratamientos necesarios como tipos de poda, reemplazos, etc.) (Hernández, 2004).

De las variables que se estudiarán, se pueden destacar las variables físicas o dasométricas, información base para un diagnóstico del arbolado, además de variables cualitativas, la mayoría de apreciación visual, como por ejemplo la tasa de riego, esta permite que el agua no escurra y se concentre en el pan de raíces, que es donde más se necesita durante los primeros años post plantación. Esta consiste en formar un área con borde firme de tierra generalmente de unos 5 a 10 cm de alto y del ancho de la hoyadura, rodeando todo el perímetro de la planta formando una circunferencia (Manual de Plantación de árboles urbanos, CONAF 2014); Espacio de crecimiento, para el individuo pueda desarrollarse; Sanidad del árbol, presencia de agentes patógenos que provoquen deterioro del arbolado; Forma del árbol, la relación de la forma del fuste con respecto al grado de inserción el suelo; Daños físicos o mecánicos, cualquier acción del hombre en deterioro del árbol, clavos, alambres, cuerdas que se colocan en los árboles, por nombrar algunas variables más importantes.

2.5 Área de estudio

La Ciudad de Coyhaique situada en el corazón de la Patagonia Chilena, perteneciente a la Región de Aysén y capital regional de esta, se ubica en los 45°34'0'' O Y 72°4' 0''S y según censo 2017 cuenta con 57.818 habitantes, identificando que existe equidad, en virtud a la población con respecto al sexo, 29.055 mujeres y 28.763 hombres. La comuna posee una superficie de 7320 km², limita al Norte con la Comuna de Lago Verde y la Comuna de Cisnes, al Oeste con la comuna de Puerto Aysén, al Este con la República Argentina y al sur con la Comuna de Río Ibáñez. El clima característico corresponde al clima frío oceánico de bajas temperaturas, con abundantes precipitaciones, fuertes vientos y mucha humedad. Según datos municipales, la superficie de áreas verdes en la comuna es de 420.000 m², correspondiente a 7,2% de m²/Habitante. Las características del relieve provocan una diferencia de climas porque está protegida por el cordón montañoso de la Cordillera, la que permite una disminución notable de las precipitaciones, en comparación con el sector de archipiélagos que se encuentran en la misma latitud. En la ciudad de Coyhaique las precipitaciones alcanzan los 1.385 mm anuales y las temperaturas son generalmente bajas siendo Enero el mes de temperaturas más altas y Julio el de más bajas, obteniéndose una media anual de 8 a 9°C. (Plan de desarrollo Comunal 2014-2018, Municipalidad de Coyhaique)

3. MÉTODOS.

3.1 Materiales

Para la recopilación y filtro de la información se emplearon los siguientes elementos:

- GPS.
- Fichas de fiscalización, correos electrónicos, cartas y reclamos directos, ingresados en una base de datos, entregada por la Municipalidad de Coyhaique.
- Google Earth.
- Forcípula.
- Cintas métricas.
- Hipsómetro digital modelo Vertex IV.

3.2 Proceso

Se utilizó un de diagrama de flujo (figura 1), para sintetizar el proceso que se realizó en la definición del sector, evaluación y diagnóstico del arbolado.

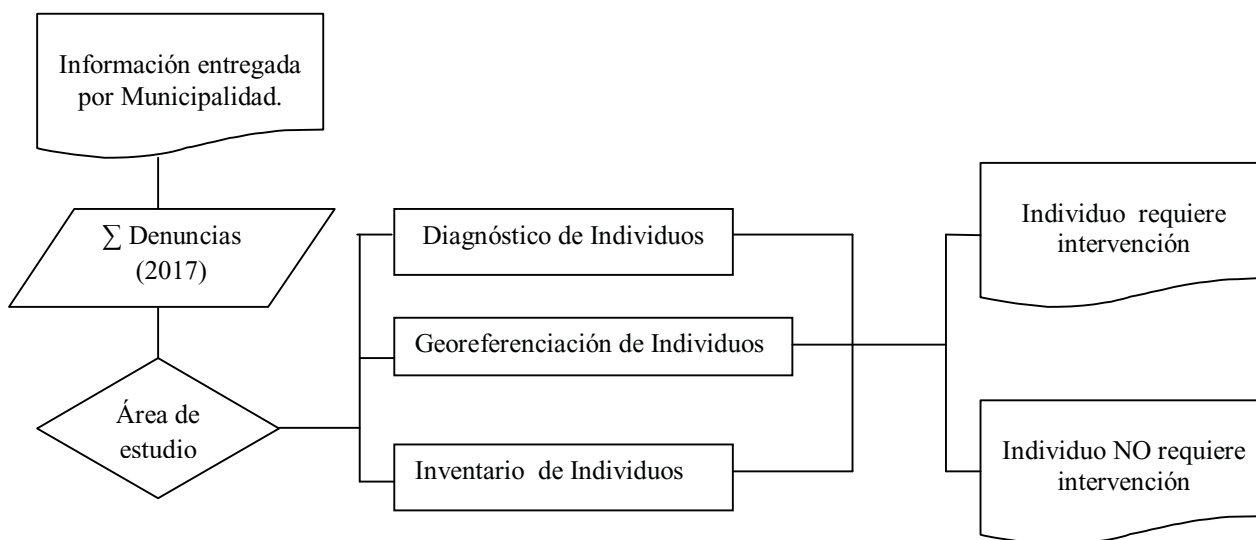


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de pasos a seguir con la metodología seleccionada

= Documentos, = Decisión, = Proceso, = Datos.

3.3 Delimitación de área de estudio

Se tomaron los datos de las plataformas de solicitudes recibidas por parte de los vecinos, desde agosto 2016 a agosto 2017, por intermedio de todas las plataformas operativas que posee la I. Municipalidad de Coyhaique. Esta base de datos fue filtrada en donde la dispersión arrojó, el sector con la mayor concentración de solicitudes. La I. Municipalidad de Coyhaique, segmentó la ciudad en seis cuadrantes, los cuales son orientados a una división en términos de las organizaciones funcionales y territoriales, plano que se puede apreciar en el anexos 8, 9 y 10. Por lo que se trabajó en el cuadrante N°1.

3.4 Localización e identificación de los individuos.

Se realizó inspección en el sector, en donde se recorrió la totalidad del tramo (1,12 km) y reconociendo el tipo de especies, lugar y espacio de crecimiento, altura total, DAP. Este trabajo fue desarrollado entre agosto y septiembre del año 2017. También se utilizaron imágenes satelitales del programa Google Earth Pro de fecha diciembre del 2014, que sirvieron de apoyo para la georeferenciación en el *software* SIG ArcGIS 10.1, ubicación aproximada de individuos muestreados WGS84 18S y sus respectivas identificaciones anexos 3 y 4. El objetivo apoyar el reconocimiento y la localización de cada uno de los individuos.

3.5 Variables dendrométricas.

Se midió el DAP en cada individuo, donde se consideró en dirección norte-sur y otra en sentido este-oeste a la altura de 1,3 m.

También en cada individuo se estimó la altura total, la cual se consideró desde el suelo hasta el ápice visible de la copa viva de cada individuo. Las medidas para la altura total, se agruparon entre los siguientes rangos, **1:** (< 2 m); **2:** (2-5m); **3:** (5-10 m); **4:** (10-20 m); **5:** (> 20 m), con el fin de poder segmentar alturas promedios, que vayan en concordancia con la urbanidad del sector, ejemplo altura de tendidos eléctricos, proyecciones a viviendas, entre otras.

3.6 Variables cualitativas.

En cada individuo evaluado, se incluyó la determinación de variables cualitativas, considerando que estas variables son de fácil apreciación, por lo tanto, no es necesario disponer de gran presupuesto, ni instrumentos, sino de profesionales del área que puedan evidenciarlas, entregando a la Ilustre Municipalidad de Coyhaique una herramienta de mediana complejidad de ejecución. Las características se contabilizaron a partir de tabla en anexos 1 y 2, que señalan tanto las variables dendrométricas como las cualitativas, como los rangos de medición, para cada una de los individuos.

3.6.1 Tasa de Riego.

Correspondió al espacio de riego bajo el tronco del árbol, que permite el libre ingreso de agua y/o humedad a las raíces, como muestra la figura 2, estas se calificaron en **buena** (diámetro > 1m) **regular** (diámetro < 1m) y **malo** (No presenta).



Figura 2. Tasa de crecimiento de árbol buena, un metro de diámetro para absorción de agua y/o humedad.

3.6.2 Espacio de crecimiento.

Describió el espacio que tiene cada individuo para poder proyectar su diámetro, como lo indica la figura 3 y este se clasificó en tres grupos; **bueno** (diámetro > 1m); **regular** (diámetro < 1m) y **malo** (Muy angosto o no presenta).



Figura 3. Indica espacio de crecimiento. a) Espacio bueno, > 1m de diámetro; b) Espacio regular, < 1m de diámetro; c) Espacio malo o no presenta. Fuente elaboración propia en base a fotografías del sector diagnosticado.

3.6.3 Forma del fuste.

Se refiere a la “forma que tiene el árbol” en relación al grado de inserción en el suelo, se categorizaron en 3 clases; **1: bueno** (recto); **2: regular** (Pequeña curvatura, bifurcado sobre 1m 30 cm); **3: mala** (Gran curvatura, bifurcado desde tocón).

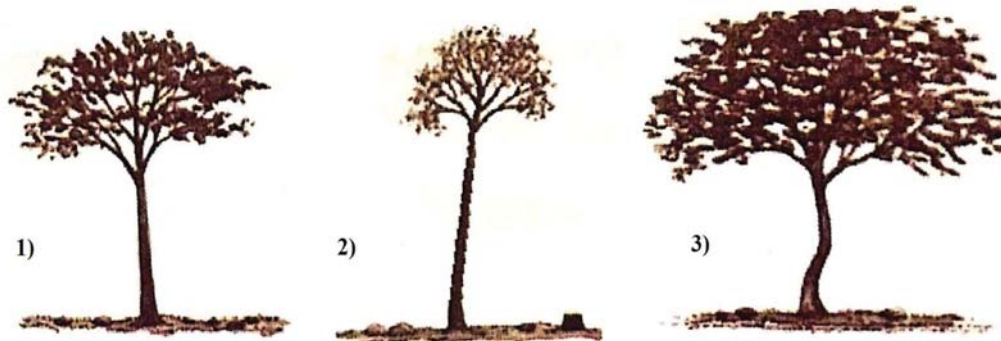


Figura 4. Imagen señala tipo de forma del árbol, según clasificación.

3.6.4 Sanidad del fuste.

Información visual, que se adquiere al observar cada individuo, y se clasificaron de acuerdo a la presencia o ausencia de daño tres categorías; **1 bueno** (En buen estado, sano); **2 regular** (Con algún grado de pudrición en ramas y fuste); **3 malo** (Pudrición avanzada en la base del tronco).



Figura 5. Indica estado de sanidad según clasificación. a) **1 bueno** (En buen estado, sano); b) **2 regular** (Con algún grado de pudrición en ramas y fuste); c) **3 malo** (Pudrición avanzada en la base del tronco).

3.6.5 Calidad del árbol.

Se determinó la calidad del árbol a través de una matriz de forma y sanidad de cada árbol, generando los siguientes parámetros de medición, en dónde; **1** (Bueno), **2** (Regular) y **3** (Malo).

Cuadro 1. Matriz de calidad.

Sanidad	Forma		
	1	2	3
1	1	2	2
2	2	3	3
3	3	3	3

3.6.6 Área de Plantación.

Se clasificó el área de plantación de la siguiente forma; **1: Bueno** (Veredón o bandejón central > 2m, sin cableado); **2: Regular** (Veredón o bandejón central < 2m, sin cableado); **3: Malo** (Veredón o bandejón central < 2m, con cableado); **4: No** (No existe área de plantación).

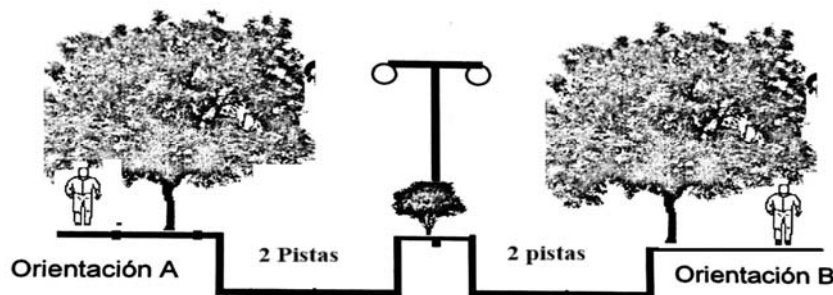


Figura 6. Indica áreas de plantación de avenida Baquedano.

3.6.7 Presencia de daños físicos y mecánicos.

Se observó los siguientes daños físicos y mecánicos en los árboles: Daños por podas, choques de vehículos, vandalismo u otros. Estos daños afectan su estabilidad mecánica y forma. Estos se clasificaron en “**Si**” (existe daño) y “**No**” (no existe daño), figura 7.



Figura 7. Indica daños físicos y mecánicos. a) Asfixia por cables; b) Hoyo causado por animales; c) Cicatrización de poda.

3.6.8 Tendido eléctrico.

El método de verificación es visual y la variable se cuantificó con “**Si**” (bajo el tendido eléctrico) y “**No**” (no se encuentra bajo el tendido eléctrico). Como lo demuestra la fotografía de la figura 8.



Figura 8. Imagen captada desde Google Street View, en donde demuestra que los postes de la empresa eléctrica se encuentran ubicados en el bandejón central, no obstante a lo anterior, en tanto la vereda este como la oeste, se encuentran postes para la distribución de energía y telecomunicaciones domiciliarias y residenciales.

3.6.9 Proyección de la especie plantada.

La proyección del árbol se tomó desde el lugar donde se encuentra plantado. Así, se pudo proyectar si los individuos podrían eventualmente caer sobre alguna construcción. Se realizó en base a los datos de altura, DAP y calidad mala, estos resultados se unieron en una matriz “Si” (Proyecta daño) “No” (No proyecta daño). Los individuos que resulten con una proyección positiva, se calculará el área de proyección. Para el cálculo se realizó lo siguiente:

$$\text{Área de Proyección} = \pi \times r^2 \quad [1]$$

Dónde:

- $\pi = 3,14$
- r = Altura del árbol diagnosticados.

4. RESULTADOS

4.1 Identificación del sector a intervenir

Las solicitudes ingresadas para atención del arbolado por los ciudadanos en el municipio, fueron sistematizadas en una base de datos, en donde se mostraron 92 casos, de las cuales se encontraban podas bajas, talas entre otras acciones necesarias en la ciudad de Coyhaique. Sin embargo, para determinar el sector, con mayor demanda se cuantificó las solicitudes por cuadrante. El resultado arrojó como área de intervención, el cuadrante N°1, ya que del total recepcionado por el Municipio, el 36% de las solicitudes pertenecen al sector en comento, que se encuentra en el acceso norte a la Ciudad de Coyhaique.

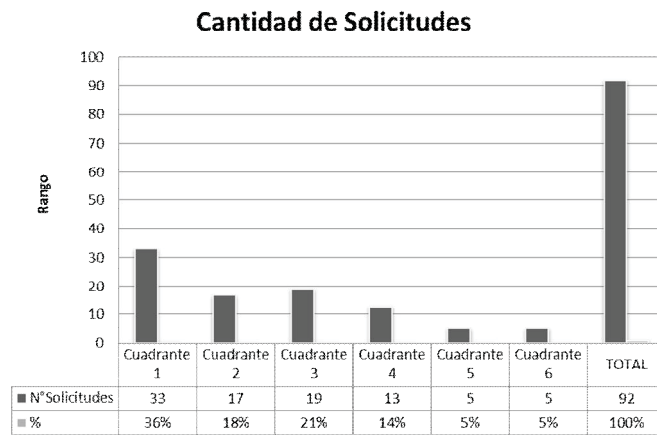


Figura 9. Solicitudes tramitadas por la I. Municipalidad de Coyhaique, fuente elaboración propia.

4.2 Ubicación e identificación del arbolado existente.

Los individuos encontrados en el sector definido en la figura 10, se encuentra en el anexo 2, no obstante a lo anterior, se recorrió en conjunto con la individualización de las direcciones de solicitudes de los vecinos, y se realizó georeferenciación como indicaron las fotografías, evidenciando que la calle con mayores reclamos es Avenida Baquedano, acceso norte de la ciudad.

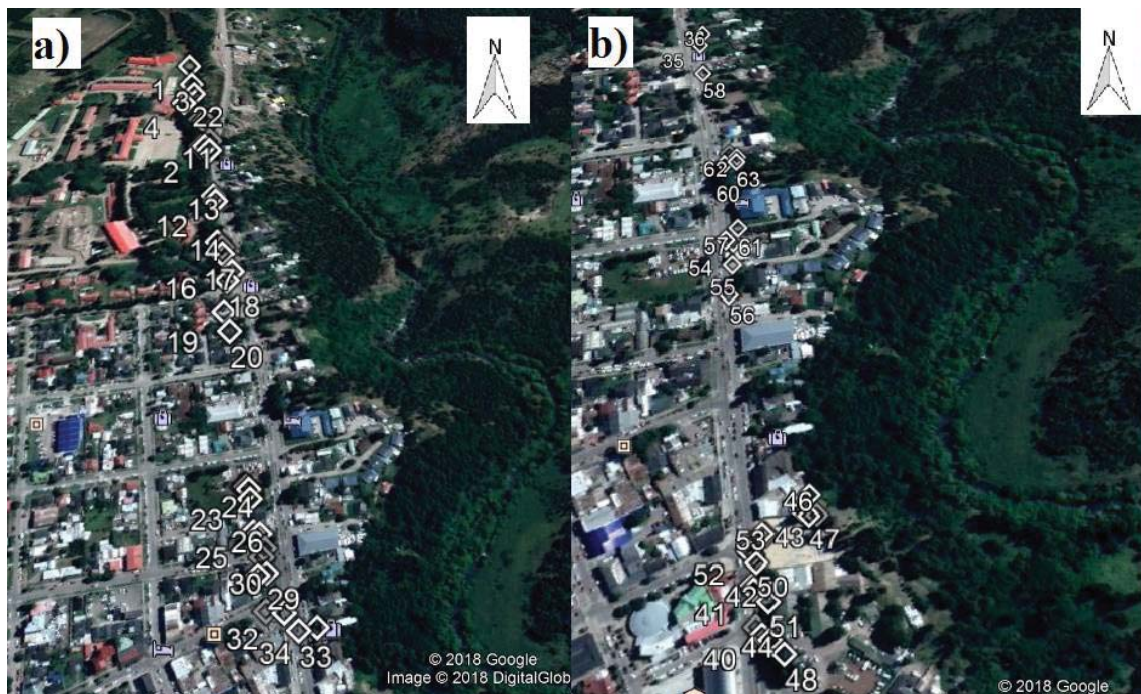


Figura 10. Imagen de georeferenciación de 78 árboles en Av. Baquedano que fueron notificados por vecinos. a) Imagen indica especies con proyección Norte-Sur, entre calles Ejército y Portales; b) Imagen indica árboles proyección sur-norte, entre calles Eusebio Lillo y Carlos Condell.

Se pudo constatar una importante diversidad de especies, siendo la mayor cantidad exóticas por sobre nativas, siendo la existencia total de 78 árboles en los 1,12 km recorridos.

Cuadro 2. Tipos de especies, frecuencia y porcentaje para especies nativas y exóticas en el sector analizado.

Especies exóticas			
Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	Porcentaje (%)
<i>Betula pendula</i>	Abedul	24	30,8
<i>Populus spp</i>	Álamo	11	14,1
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	11	14,1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer blanco	6	7,7
<i>Pinus</i>	Pino silvestri	6	7,7
<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso	2	2,6
<i>Prunus cerasus</i>	Cerezo	1	1,3
<i>Laburnum anagyroides</i>	Lluvia de oro	1	1,3
Total Individuos exóticos		62	79,5
Especies nativas			
Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	Porcentaje (%)
<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	9	11,5
<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	4	5,1
<i>Nothofagus antartica</i>	Ñirre	1	1,3
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Ciprés de lawson	1	1,3
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés macrocarpa	1	1,3
Total Individuos nativos		16	20,5

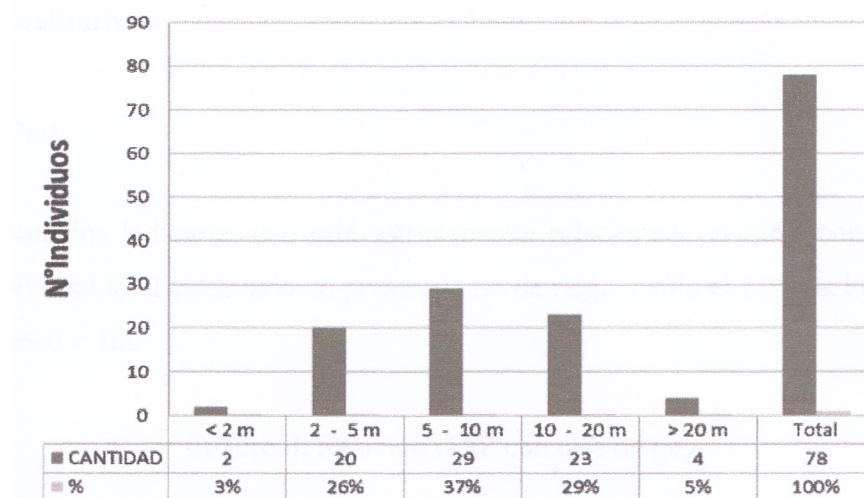


Figura 12. Porcentaje de individuos según rango de altura.

4.3.3 Relación DAP - altura.

En el cuadro 3, se observa el número total de individuos catastrados en una matriz de diámetro versus altura, esto generó la cantidad de individuos sobre dimensionados, los cuales se transformarán en árboles potenciales (peligro) para la vía pública (peatones, viviendas, vehículos e infraestructura).

Cuadro 3. Número de individuos arbóreos por rango de diámetro/altura.

Altura (m)	Diámetro (cm)					Total
	0-10	10-20	20-30	30-40	> 40	Altura
< 2	2	0	0	0	0	2
2-5	4	8	3	4	1	20
5-10	0	0	6	14	9	29
10-20	0	0	3	6	14	23
> 20	0	0	0	0	4	4
Total/DAP	6	8	12	24	28	78

4.4 Variables cualitativas.

4.4.1 Tasa de riego.

Los resultados indicaron que está estrictamente relacionado el DAP con la tasa de riego, siendo que el 54% del total catastrado no presentó tasa de riego y sólo el 11% de los individuos tiene tasa de un diámetro > 1m.

Cuadro 4. Relación DAP con tasa de riego.

Tasa de riego				
DAP cm	1	2	3	Total
0 - 10	4	0	2	6
10-20	1	3	4	8
20-30	2	4	6	12
30-40	0	10	14	24
> 40	2	10	16	28
Total	9	27	42	78

4.4.2 Espacio de crecimiento.

El espacio de crecimiento es inadecuado, donde el 64% y el 17% respectivamente son regulares y malos.

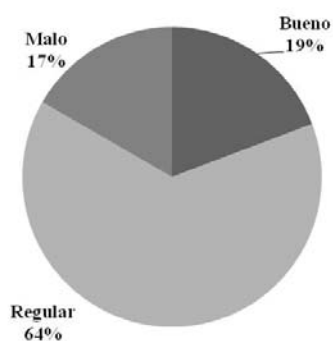


Figura 14. Espacio de crecimiento del total inventariado.



Figura 15. Indica falta de espacio de crecimiento para especies arbóreas inventariadas en sector estudiado. a) Árbol N°66, espacio insuficiente en veredón; b) Árbol N°72, levante de calzada y vereda por falta de espacio.

4.4.3 Forma del fuste.

El 22% del total censado, posee un fuste malo, es decir con gran curvatura, bifurcado desde el tocón y el 37% de los árboles, en condición regular, equivalente a curvatura pero bifurcado desde el 1,3 m.

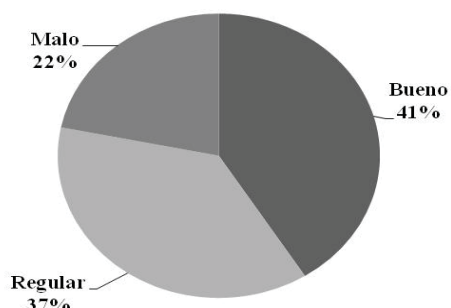


Figura 16. Forma del fuste de individuos catastrado.

4.4.4 Sanidad del fuste.

La figura 17, muestra que el 50% se encuentra en buen estado sanitario. Por el contrario, del total restante, se encontró regular y malo, indicando altos grados de pudrición.

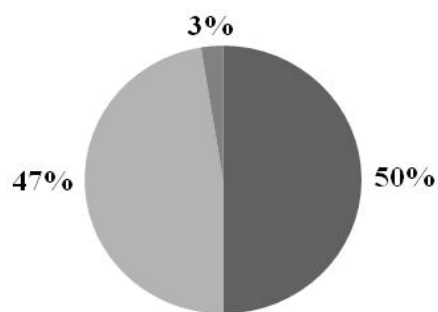


Figura 17. Porcentaje del arbolado existente condición de sanidad del fuste.

Con los datos anteriormente señalados, forma y sanidad, se puede relacionar directamente la calidad de los individuos dato relevante a la hora de toma de decisiones con a un potencial plan silvícola.

4.4.5 Calidad del árbol.

El cruce de variables forma y sanidad, generó la calidad, donde 28 árboles del total tienen buena calidad, 15 con una calidad regular y 35 árboles con una calidad mala.

Cuadro 5. Cantidad de árboles por clase de calidad

Sanidad	Forma			Total Calidad
	1	2	3	
1	28	7	4	39
2	4	21	12	37
3	0	1	1	2
Total	32	29	17	78
Porcentaje	36%	19%	45%	

4.4.6 Daño físico o mecánico.

Del total registrado, se detectó que el 32% del arbolado tiene daños silvícolas (podas), colisiones vehiculares, vandalismo, clavos, alambres como se muestra en la figura 18, esto denota las malas prácticas realizadas. Por el contrario, el 68% de los árboles se encontraron sin daños físicos ni mecánicos.

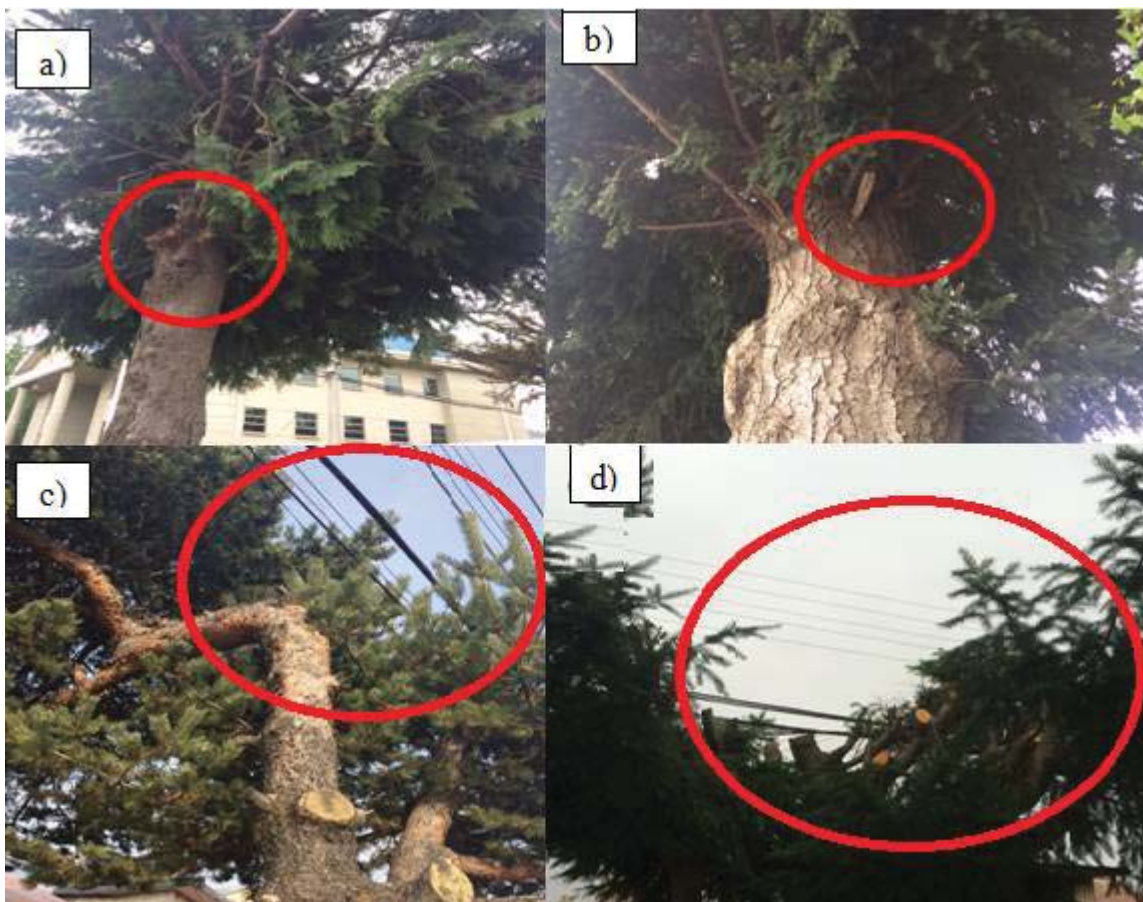


Figura 18. Imágenes indicando daños físicos y mecánicos. a) Poda mal realizada; b) Desganche de ramas por falta de manejo silvícola; c) y d) Poda realizada por la empresa eléctrica, “despeje de líneas”.

4.4.7 Presencia de tendido eléctrico.

Esta variable es recurrente en cualquiera de las ciudades en donde el cableado eléctrico es aéreo. El 24% de los árboles se encontró bajo los cables de suministro eléctrico.

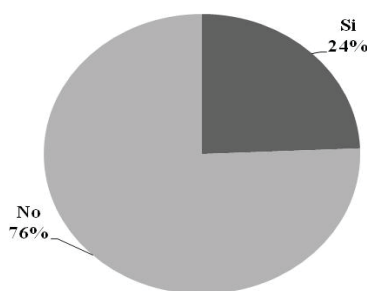


Figura 19. Presencia de tendido eléctrico sobre árboles.

4.4.8 Espacio de crecimiento versus tendido eléctrico.

La mayor cantidad de árboles se encontraron distanciados del tendido eléctrico, así lo señala la matriz del cuadro 6, donde 59 árboles están alejados de los cables. Además, destaca que sólo dos árboles se encontraron bajo el tendido eléctrico y además no tienen espacio de crecimiento, lo que los transforma en potenciales individuos a intervenir en el corto plazo.

Cuadro 6. Número de árboles según espacio de crecimiento y tendido eléctrico.

Espacio de crecimiento	Tendido eléctrico	
	Si	No
Bueno	1	14
Regular	16	34
Malo	2	11
Total	19	59

4.4.9 Área de plantación.

El 59% del total de árboles posee un área de plantación regular, es decir, menos 2 m en veredón o bandejón central, además un 5% de los arboles no tiene área posible de plantación.

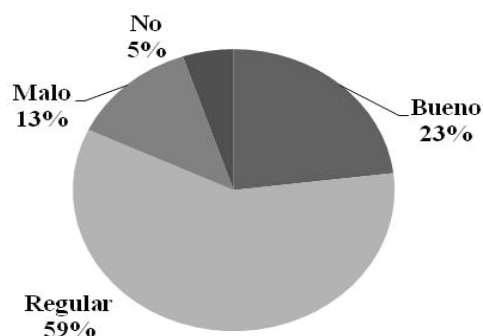


Figura 20. Porcentajes de áreas de plantación del arbolado

4.4.10 Proyección.

El 42% del total del arbolado resultan ser riesgosos para la ciudadanía. Del porcentaje anterior, se identificaron 24 árboles, con proyección positiva y además con mala calidad.

Cuadro 7. Listado de especies censadas con proyección positiva y calidad mala.

Nº árbol	Nombre científico	Nombre común	DAP (cm)	H (m)	Calidad	x	y	Área de proyección m2
1	<i>Betula pendula</i>	Abedul	46	10,5	3	720557	4533538	346,2
2	<i>Betula pendula</i>	Abedul	48	10	3	720357	4533542	314,0
3	<i>Betula pendula</i>	Abedul	50	11	3	720356	4533551	379,9
4	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7	3	720356	4533562	153,9
5	<i>Betula pendula</i>	Abedul	42	11,5	3	720356	4533566	415,3
6	<i>Betula pendula</i>	Abedul	30	11,5	3	720355	4533573	415,3
7	<i>Betula pendula</i>	Abedul	40	12	3	720355	4533599	452,2
8	<i>Betula pendula</i>	Abedul	33	12	3	720354	4534015	452,2
9	<i>Betula pendula</i>	Abedul	46	12,5	3	720354	4534020	490,6
10	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	14	3	723534	4534024	615,4
11	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	12	3	720351	4534091	452,2
12	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7,5	3	720351	4534105	176,6
13	<i>Betula pendula</i>	Abedul	28	7,5	3	720351	4534106	176,6
15	<i>Betula pendula</i>	Abedul	41	9	3	723519	4533543	254,3
24	<i>Betula pendula</i>	Abedul	56	8	3	723491	4534106	201,0
28	<i>Populus spp</i>	Álamo	77	18	3	723595	4533507	1017,4
29	<i>Populus spp</i>	Álamo	81	21	3	720359	4533503	1384,7

30	<i>Populus spp</i>	Álamo	32	7	3	720358	4533040	153,9
31	<i>Populus spp</i>	Álamo	57	11	3	720358	4533513	379,9
32	<i>Populus spp</i>	Álamo	59	11	3	720358	4533514	379,9
47	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	46	7,5	3	720357	4533556	176,6
48	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	33	9	3	720353	4534026	254,3
49	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	36	10	3	720353	4534029	314,0
57	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	28	6,5	3	723251	4534189	132,7
Total Individuos a intervenir								24

De los 24 árboles mencionados, ubicados en ambos veredones, este y oeste de la Avenida Baquedano, se demostró que la proyección de estos es evidente sobre edificaciones e infraestructura del sector, destacando dos árboles que presentaron una proyección superior a los 1.000 m², pudiendo generar aún mayores problemas en la ciudadanía en una eventual caída.

5. DISCUSIÓN

Sin duda los árboles entregan una infinidad de beneficios, que ya fueron expuestos en este escrito, como mejorar la calidad de vida de las personas, mejora la calidad del aire, dato extremadamente relevante al hablar de Coyhaique, ciudad más contaminada de América Latina, según estudio de la Organización Mundial de la Salud el año 2018 y donde el eslogan regional es “Región de Aysén, Reserva de vida”. Lamentablemente se ha evidenciado el nulo cuidado a la vegetación circundante, ya sea en términos arbustivos como arbóreo. Para poder corregir y determinar acciones a seguir, lo primero que se debe hacer es un diagnóstico y conocer en terreno la situación actual del arbolado total de la ciudad, no obstante a eso, en este estudio se determinó un pequeño sector de la ciudad en donde, se pudo evidenciar la necesidad de intervención a corto plazo.

A medida que pasa el tiempo, aumenta el crecimiento de los individuos arbóreos, pero este crecimiento, en este caso, no es controlado o manejado, ya que no existe una herramienta de planificación de intervención, ni menos un inventario o catastro de los individuos por parte del Municipio de Coyhaique. Sin embargo la entidad, ya es poseedora de herramientas que apoyan la planificación como lo es el Sistema de Información Geográfico (SIG), recurso técnico que permite realizar análisis que pueden ayudar a la planificación del territorio y al uso adecuado del suelo, creando la posibilidad de formular análisis más dinámicos y significativos, integrando múltiples capas de información espacial (Menéndez, 2006). En este caso, este trabajo pretende apoyar metodológicamente en la generación de una herramienta, económicamente viable y de fácil ejecución, basada en variables concretas, tanto cuantitativas como cualitativa, aplicadas en sectores con mayor demanda y necesidades de intervención en el arbolado.

De acuerdo al Plan Regulador local, el área a estudiar corresponde a la ZONA ZR -1 Zona de Restricción de Preservación del Medio Ambiente Natural y Cultural, donde se concentra gran valor ecológico y/o cultural, servicios turísticos, restaurantes, policías, áreas verdes, ejército y comercio en general y cuya destrucción genera una pérdida irreparable, tanto para el equilibrio natural como para la calidad del medio ambiente y el patrimonio cultural asociado a viviendas antiguas existentes en el sector. Se recorrió 1,12 km en la Avenida Baquedano, detectando 78 individuos de las cuales el 79% corresponden a especies exóticas y el 21% a especies nativas. Siendo de mayor presencia el abedul (*Betula pendula*) con 24 árboles y en nativo la Araucaria (*Araucaria araucana*) con 9 ejemplares. Esto indica y reafirma la teoría de asentamiento de los colonos, ya que se entiende, altura y los diámetros indican árboles añosos. No obstante a lo anterior, el 66,7% del total catastrado tiene diámetros desde los 30 a los 40 cm y el 71,7% del total censado posee alturas desde los 5 a los 20 m. En ambas

variables se demuestra las sobre dimensiones del arbolado urbano en Av. Baquedano de la ciudad de Coyhaique, dando pie a riesgos inminentes en la estructura vial y de los vecinos del sector. De los 28 individuos con buena calidad, se desprende que 17 especies son exóticas, la de mayor frecuencia es el Pino Silvestre (*Pinus radiata*) y nativa la Araucaria con 9 individuos.

De los 24 individuos con proyección positiva (potencial riesgo de caídas frente a viviendas) existen cuatro álamos que se encontraron ubicados en un área verde y uno frente a un domicilio particular, por lo tanto, para esos cuatro árboles, se sugiere a corto plazo una intervención. Con respecto a los abedules, siete de los individuos se ubicaron a las afueras de almacenes y tres frente a domicilios particulares, entendiéndose que existe gran carga poblacional, por lo tanto la sugerencia también es a realizar intervención a corto plazo. Por otra parte, existen 2 árboles que poseen altura de 23 m con calidad buena, estos son los árboles N° 66 y 72, ambos pinos Oregón. Con respecto a los resultados en virtud a la variable de tasa de riego, se puede evidenciar que el 54% del total catastrado no presentó tasa de riego, no obstante a eso, la relación que se realiza con el diámetro deja de manifiesto que a mayor DAP, es irrelevante una tasa de riego, ya que estas son necesarias para los primeros años de vida de los individuos.

Es evidente que en consideración a las competencias de los Municipios, es complicado resolver todas las demandas de los vecinos, debido principalmente a la falta de recursos y de personal, pero, sin duda que la planificación implica la toma de decisiones futuras y es una herramienta sólida para las acciones que se deben realizar tanto en lo social como en lo económico, realizarlas evitará encontrarse en la situación actual de Coyhaique, en donde no se tiene la información de base para definir los pasos a seguir en cuanto a planificar un manejo y silvicultura urbana.

Sin dejar de mencionar que este tipo de evaluaciones, de no realizarlas, genera riesgos a los ciudadanos, recordando que en este escrito sólo se trató un sector específico pero, se debe realizar en la ciudad completa. Los riesgos asociados a estas situaciones no son menores, se encuentran personas, viviendas y población flotante constantemente en el sector.

Indudablemente los costos de la ejecución de los servicios de mantenimiento del arbolado urbano son elevados, se deben contemplar maquinarias, mano de obra especializada, herramientas y profesionales del área que realicen la obra. Por lo tanto, la Municipalidad debe contemplar recursos suficientes para realizar un diagnóstico total del arbolado y posterior intervención de manejo, logrando una mayor eficiencia en la utilización de los recursos. No obstante, además este tipo de acciones se debe considerar la opinión de los vecinos, ya que, se deben integrar a la toma de decisiones e intervenciones silvícola urbana.

Las variables estudiadas más complejas en términos de pasos a seguir, es con respecto al tendido eléctrico ya que, aun cuando la ley indica no se deben plantar árboles bajo el tendido, estos ya se encuentran en el lugar y como se ha relatado en varias oportunidades en este estudio, los árboles se encuentran de sobre medida para el radio urbano, evidenciando podas de la empresa eléctrica de “despeje de líneas”, dejando a los individuos en condiciones deplorables, incluso generando potenciales focos de enfermedades y posteriores pudriciones, que definitivamente en base a criterio, sería optimo cortarlos antes que podarlos.

Las recomendaciones que se encuentran en la literatura indican que las especies destinadas a arborizar las calles y avenidas, deben poseer una serie de características acordes a la urbanidad y se deben tener en cuenta antes de por ejemplo la plantación. Estas características deben ser altura mínimas de 2.5 m, troncos rectos y sin heridas, diámetros mínimos de 2.5 cm, copa formada y en buenas condiciones sanitarias (Moisan *et al*, 1998). Según el censo que se realizó las especies que presentan mayores dificultades son exóticas, con crecimientos descontrolados, por lo tanto, se insta a que para mejorar esta situación se planten especies nativas, aun cuando en el catastro son minoría, su crecimiento es lento y son menos propensas a enfermedades. No obstante a lo anterior, y gracias a este estudio se visualizó las especies que mejor se adaptan a la zona urbana, como por ejemplo el Notro o Ciruelillo, especie que se encontró dentro del estudio, y a pesar de su tamaño no demostró causar o provocar problemas en el BNUP, ni tampoco reclamos o solicitudes en el municipio para atención de algún individuo, la totalidad de estos (cinco) solo uno presentó problemas, que fueron provocados por daños mecánicos, el resto no presentaron ningún tipo negativo en las variables diagnosticadas, también se debe mencionar la Araucaria, que aun cuando la altura de uno de sus ejemplares no sobrepasa los 10 m, no se evidenció problemas con esta especie.

6. CONCLUSIONES

Al cruzar las variables, altura y diámetro, se puede evidenciar 24 árboles que se deben intervenir a corto plazo, y se sugiere poda de los Abedules y la corta de algunos Pinos Oregón y Álamos, sobre todo los que se encuentran frente a viviendas particulares.

Se sugiere una intervención a corto plazo de los árboles priorizados, debido a su gran dimensión y variables de altura, diámetro y proyección, a esto se debe sumar las condiciones climáticas de ráfagas de viento sobre los 100 km/h y las nevazones intensas del periodo invernal.

El riesgo de caídas de árboles es inminente, se debe intervenir a corto plazo, los costos asociados para ejecutar un plan de mantenimiento, son bastante elevados y se reconoce a priori que los recursos son limitados, es por esto que los encargados deberán priorizar por realizar dichas labores, por medio de un estudio como el actualmente presentado.

El municipio de Coyhaique debe considerar dentro de su planificación presupuestaria, el elaborar un catastro completo del arbolado urbano de la ciudad de Coyhaique, ya que se entiende que es necesario tener una base de datos completa y georeferenciada para incluir en la base del SIG que almacena información municipal.

Las especies a plantar se deben seleccionar dependiendo de los espacios que se disponga, dependiendo si van en vías, espacios públicos o áreas verdes, si es que estos se deben plantar bajo tendidos eléctricos y de telecomunicaciones, que dicho sea de paso, este último siempre se encuentra a menor distancia desde el suelo. Cada uno de los espacios nombrados tiene una posible especie que se establecerían perfectamente a los espacios, sólo se debe planificar. La I. Municipalidad de Coyhaique, cuenta con un vivero, el cual eventualmente podría generar y abastecer a la ciudad de especies necesarias para cada tipo de sector urbano. Es necesario contar con un manual de silvicultura urbana que pueda aplicarse de forma práctica en la intervención del arbolado en las áreas verdes y en los bienes nacionales de uso público administrados por los municipios, que proporcione información que abarque desde las recomendaciones de especies a establecer, como la periodicidad en la mantención e identificación de eventuales plagas y enfermedades que puedan afectar a los individuos.

7. REFERENCIAS.

- CONAF (Corporación Nacional Forestal). 2014. Manual de plantación de árboles en áreas urbanas. 1° ed. Editorial e Imprenta Maval Ltda. Chile. 89p.
- Díaz-Vaz J. 2003. Anatomía de Maderas. 1ª ed. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 151 p.
- Donoso A. 2006. Propuesta de un plan director del arbolado público de calles para la comuna de La Reina. Tesis Ingeniero Forestal. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 69 p.
- Donoso C. 1999. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. 1° ed. Chile. Editorial Universitaria. P. 273-293.
- Fernández S. 2004. Arboricultura urbana y medioambiente. Consultado 24 abril 2018. Disponible en <http://sanfern.iies.es/Pagina8.html>
- Gutiérrez P. 1996. Silvicultura urbana. *In*: Forestación urbana: Curso de extensión realizado en el Campus Antumapu, Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 221 p.
- Heisler G. 1986. Energy savings with trees. Journal of Arboricultura. Consultado 25 abril 2018. Disponible en <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/34773>.
- Heisler G. 1990. Mean windspeed below building height in residential neighborhoods with different tree densities. ASHRAE Trans. 96(1): 1389-1396.
- Hernández J, Bown H, De la Maza, C.L. & Raby. 2004. La necesidad de inventariar el arbolado urbano: El caso de la Comuna de La Reina. En: Publicaciones Misceláneas No. 5, Facultad de Cs. Forestales, U. de Chile. Seminario Internacional: Funciones y Valores del Arbolado Urbano. p. 26-49.

- Ibacache, J. 2002. Modelo de planificación estratégica del manejo forestal. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Forestales. Talca. Chile. 71 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas, CL). 2017. Resultados por Comuna Censo 2017. Consultado 15 mar. 2018. Disponible en <http://www.censo2017.cl/descargue-aqui-resultados-de-comunas/>
- INFOR, CONAF. 1998. Monografía de Lenga Nohofagus pumilio. Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional. 1° ed. Chile. Neuenschwander & Cruz. P.1-103.
- INFOR SEDE PATAGONIA (Instituto Forestal, Sede Patagonia) 2016. Solorzano S, Castillo C, Barrera V, Acuña B. Diagnóstico del Arbolado Mayor de la Plaza de Armas de Coyhaique. 40 p.
- Jiménez C. 1998. Plan de desarrollo de áreas verdes para el sector de la población Independencia en la ciudad de Valdivia. Memoria Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 80 p.
- Kuchelmeister G. y Braatz S. 1993. La silvicultura urbana y periurbana. Una nueva vision de la silvicultura urbana. Unasylva. 3-12 p.
- Kuchelmeister G. 1998. Urban forestry in the Asia-Pacific region-status and prospects. Asia-Pacific forestry sector outlook study working paper series N° 44. Rome, FAO. Consultado 2 May. 2018. Disponible en www.fao.org/forestry/FON/FONS/outlook/Asia/APFSOS/44/Apfsos44.htm.
- Ley 18.695. Ley orgánica Constitucional de Municipalidades. Consultado 2 May. 2018. Disponible en <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=251693>.
- Martínez M. 2005. Bases para el manejo del arbolado urbano de las principales vías de acceso a la comuna de Maipú, Región Metropolitana. Tesis Ingeniero Forestal. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 129 p.

- Menéndez R. 2006. Detección de cambios en el uso del suelo en el sector agropecuario mediante análisis multitemporal. Tesis de Lic. Cs. Agrarias. Valdivia, Chile., Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. 117 p.
- Olembo RJ. Rham P. 2004. Silvicultura urbana en dos mundos diversos. Consultado 2 May. 2018. Disponible en www.fao.org/docrep/s1930S/s1930s04.htm.
- Ordenanza general de urbanismo y construcciones. 1992. Consultado 02 de abril de 2018. Disponible en <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=8201>
- Ordenanza de medio ambiente. 1994. Consultado 2 May. 2018. Disponible en <http://www.coyhaique.cl/transparencia/ordenanzs.php>
- PLADECO COYHAIQUE (Plan de de desarrollo comunal). 2014-2018 IDER – UFRO. Municipalidad de Coyhaique. Consultado 2 May. 2018. Disponible en http://www.coyhaique.cl/portalmunicipalidad/pladeco2014_2018.php
- PLAN REGULADOR COYHAIQUE. Municipalidad de Coyhaique. Consultado 2 May. 2018. Disponible en <http://www.coyhaique.cl/planos/planregulador/planociudad.html>
- Prieto A. López M. 1993. Manual de ordenación de montes. Editorial Paraninfo SA. Madrid. España. 261 p.
- Reglamento de organización interna, Municipalidad de Coyhaique. Consultado 2 May. 2018. Disponible en http://coyhaique.cl/portalmunicipalidad/files/reglamento_interno.pdf
- Sandoval V. Jaramillo Y. Leiva J. 2010. Catastro del arbolado urbano de Valdivia. Valdivia, Chile. 37 p.
- Sorensen M, V Barzett, K Keipi, J William. 1998. Manejo de las áreas verdes urbanas. Washington D.C., Estados Unidos. ENV – 109. 63 p.

8. ANEXOS

Anexo 1: Tabla para trabajo en terreno de variables dendrométricas y cualitativas

[illegible]

Anexo 2: Variables medidas y rangos cualitativas y dendométricas.

N° de árbol	
DAP (Diámetro fuste al 1,3 m)	Rangos: 1: Entre 0 - 10 cm 4: 30-40 cm 2: 10-20 cm 5: > 40 cm 3: 20-30 cm
Altura total	Rangos: 1: < 2 m 4: 10-20 m 2: 2-5 m 5: > 20 m 3: 5-10 m

Variable		Código	Opciones	Descripción
Especie			Nombre Común	Identificación botánica
Fase de desarrollo		1	Juvenil	Árbol nuevo, recién plantado, de menos de 5 años
		2	Intermedia	Árbol de más de 5 años de edad, con características juveniles
		3	Adulto	Árbol de más de 10 años
		4	Muerto	-
Forma		1	Bueno	Recto
		2	Regular	Pequeña curvatura, bifurcado sobre 1m 30cm
		3	Malo	Gran curvatura, bifurcado desde tocón.
Sanidad	Fuste	1	Bueno	En buen estado
		2	Regular	Con algún grado de pudrición en ramas y fuste
		3	Malo	Pudrición avanzada en la base del tronco
		4	Casi Muerto	Estado de enfermedad, problemas o daños con inminente muerte
Presencia de daños físicos o mecánicos		Si/No	-	Daños por podas, choques de vehículos, vandalismo o cualquier daño que puede afectar su estabilidad mecánica y su forma y aspecto
Tendido eléctrico		Si/No	-	Presencia de tendido eléctrico sobre el árbol

Tasa de Riego	1	Bueno	Diámetro de la tasa mayor a 1 metro
	2	Regular	Diámetro de la tasa menor a 1 metro
	3	Malo	No presenta
Espacio de crecimiento	1	Bueno	Ancho > 1 m
	2	Regular	Ancho < 1m
	3	Malo	Muy angosto o no presenta
Área de Plantación	1	Bueno	Veredón o bandejón central > 2m, sin cableado
	2	Regular	Veredón o bandejón central < 2m, sin cableado
	3	Malo	Veredón o bandejón central < 2m, con cableado
	4	No	No existe área posible de plantación
Recomendaciones	1	-	Ninguna
	2	-	Poda sanitaria o despeje
	3	-	Extracción preferente
	4	-	Extracción urgente
Observaciones	Anotar datos relevantes, dudas, o cuando no se reconozca una especie, fotografiarla y anotar el número en la fotografía.		
Proyección	Si/No		

Anexo 3: Listado completo árboles censados, ubicación

Nº árbol	Nombre científico	Nombre común	DAP (cm)	H (m)	x	y
1	<i>Betula pendula</i>	Abedul	46	10,5	720557	4533538
2	<i>Betula pendula</i>	Abedul	48	10	720357	4533542
3	<i>Betula pendula</i>	Abedul	50	11	720356	4533551
4	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7	720356	4533562
5	<i>Betula pendula</i>	Abedul	42	11,5	720356	4533566
6	<i>Betula pendula</i>	Abedul	30	11,5	720355	4533573
7	<i>Betula pendula</i>	Abedul	40	12	720355	4533599
8	<i>Betula pendula</i>	Abedul	33	12	720354	4534015
9	<i>Betula pendula</i>	Abedul	46	12,5	720354	4534020
10	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	14	723534	4534024
11	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	12	720351	4534091
12	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7,5	720351	4534105
13	<i>Betula pendula</i>	Abedul	28	7,5	720351	4534106
14	<i>Betula pendula</i>	Abedul	47	6	723517	4533543
15	<i>Betula pendula</i>	Abedul	41	9	723519	4533543
16	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7	723504	4533584
17	<i>Betula pendula</i>	Abedul	*	1,6	723468	4534854
18	<i>Betula pendula</i>	Abedul	33	4	723487	4534106
19	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	8	723487	4534106
20	<i>Betula pendula</i>	Abedul	49	5	723487	4534169
21	<i>Betula pendula</i>	Abedul	35	6	723489	4534196
22	<i>Betula pendula</i>	Abedul	35	6	723487	4534169
23	<i>Betula pendula</i>	Abedul	17	4	723484	4534129
24	<i>Betula pendula</i>	Abedul	56	8	723491	4534106
25	<i>Populus spp</i>	Álamo	52	9,5	723496	4534290
26	<i>Populus spp</i>	Álamo	46	8	723461	4534854

27	<i>Populus spp</i>	Álamo	55	10	723593	4533497
28	<i>Populus spp</i>	Álamo	77	18	723595	4533507
29	<i>Populus spp</i>	Álamo	81	21	720359	4533503
30	<i>Populus spp</i>	Álamo	32	7	720358	4533040
31	<i>Populus spp</i>	Álamo	57	11	720358	4533513
32	<i>Populus spp</i>	Álamo	59	11	720358	4533514
33	<i>Populus spp</i>	Álamo	68	15	720358	4533517
34	<i>Populus spp</i>	Álamo	71	16	723586	45335185
35	<i>Populus spp</i>	Álamo	58	12	723586	4533520
36	<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso	24	5	723505	4534103
37	<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso	28	5	720352	4534092
38	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	32	8	720356	4533577
39	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	33	8	720355	4533575
40	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	30	8	720355	4533578
41	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	25	10,5	720352	4534089
42	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	26	10,5	720351	4534095
43	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	13	5	720350	4534124
44	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	29	10	720349	4534129
45	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	39	9	723484	4534123
46	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	39	7	723491	4534109
47	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	46	7,5	720357	4533556
48	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	33	9	720353	4534026
49	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	36	10	720353	4534029
50	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	37	5	720351	4534109
51	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	26	4	720351	4534117
52	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	31	5	720350	4534124
53	<i>Prunus cerasus</i>	Cerezo	19	3	723504	4533584
54	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Ciprés lawson	30	7	720349	4534128
55	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés macrocarpa	31	4,5	725480	4533581

56	<i>Laburnum anagyroides</i>	Lluvia de oro	9	3	723491	4534109
57	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	28	6,5	723251	4534189
58	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	5	5	723155	4532596
59	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	5	4,5	723513	4533543
60	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro		3,5	723513	4533543
61	<i>Nothofagus antartica</i>	Ñirre		0,8	723255	4534596
62	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	13	2,2	720355	4533596
63	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	77	16	720354	4534017
64	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	40	15	723515	4533547
65	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	41	15	723513	4533548
66	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	85	23	723504	4533584
67	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	83	21	723507	4533581
68	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	55	6,5	723504	4533584
69	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	40	10	723496	4534297
70	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	56	18	723487	4534639
71	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	41	11	723484	4534120
72	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	84	23	723484	4534122
73	<i>Pinus</i>	Pino Silvestri	14	3,5	720356	4533565
74	<i>Pinus</i>	Pino Silvestri	13	3	720351	4534111
75	<i>Pinus</i>	Pino Silvestri	13	3	720350	4534115
76	<i>Pinus</i>	Pino Silvestri	37	11	723491	4534106
77	<i>Pinus</i>	Pino Silvestri	24	10	723491	4534109
78	<i>Pinus</i>	Pino Silvestri	12	3	723488	4534196

Anexo 4: Imagen de ubicación del arbolado vereda este.



Anexo 5: Imagen de ubicación del arbolado vereda oeste



Anexo 6: Planilla de árboles con proyección y calidad regular/ mala.

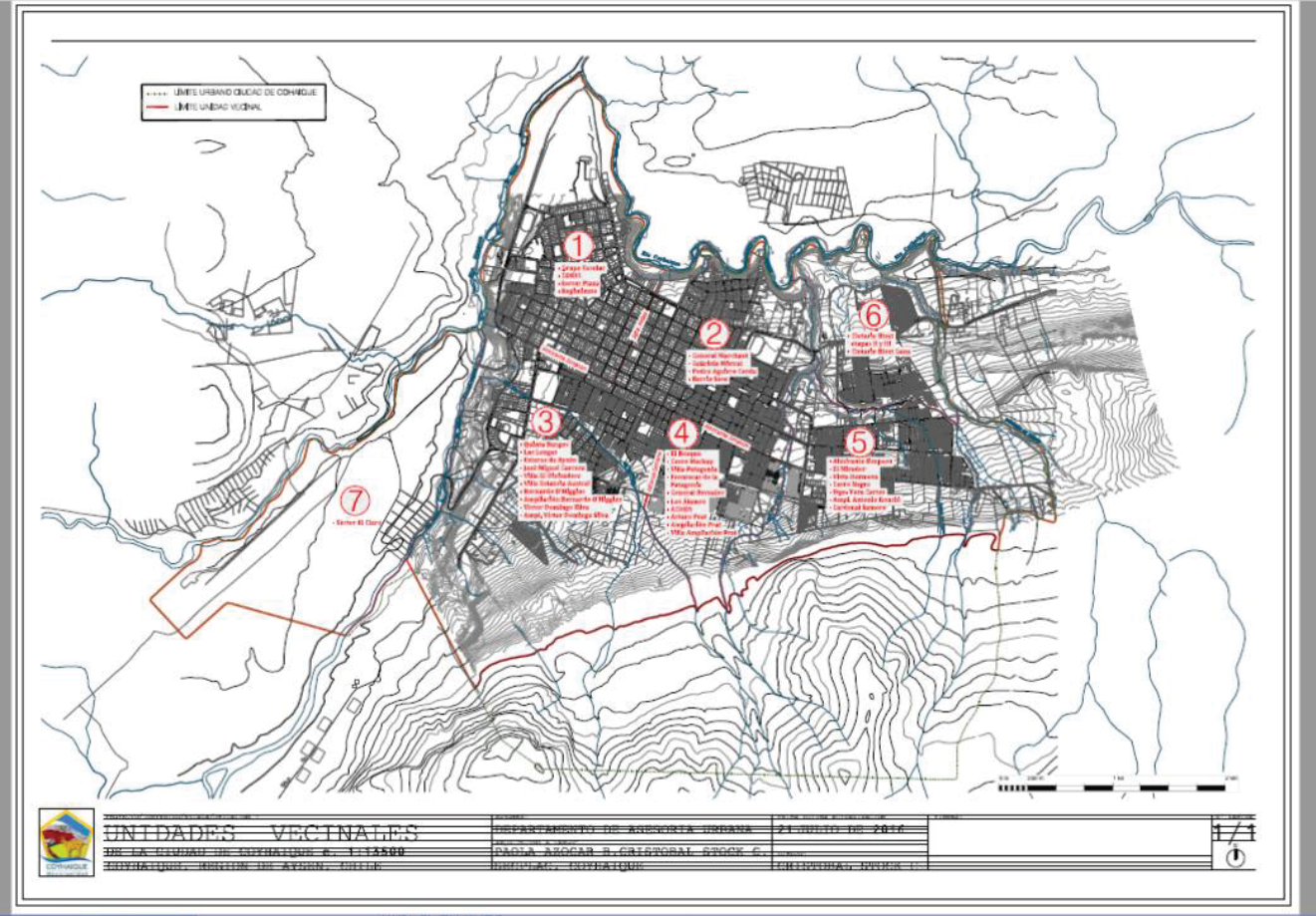
Nº de árbol	Nombre científico	Nombre común	DAP (cm)	H (m)	x	y	Calidad	Sanidad	Forma
1	<i>Betula pendula</i>	Abedul	46	10,5	720557	4533538	3	2	2
2	<i>Betula pendula</i>	Abedul	48	10	720357	4533542	3	2	2
3	<i>Betula pendula</i>	Abedul	50	11	720356	4533551	3	2	2
4	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7	720356	4533562	3	2	2
5	<i>Betula pendula</i>	Abedul	42	11,5	720356	4533566	3	2	2
6	<i>Betula pendula</i>	Abedul	30	11,5	720355	4533573	3	2	3
7	<i>Betula pendula</i>	Abedul	40	12	720355	4533599	3	2	3
8	<i>Betula pendula</i>	Abedul	33	12	720354	4534015	3	3	3
9	<i>Betula pendula</i>	Abedul	46	12,5	720354	4534020	3	2	3
10	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	14	723534	4534024	3	2	3
11	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	12	720351	4534091	3	2	2
12	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7,5	720351	4534105	3	2	3
13	<i>Betula pendula</i>	Abedul	28	7,5	720351	4534106	3	2	3
15	<i>Betula pendula</i>	Abedul	41	9	723519	4533543	3	2	2
16	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7	723504	4533584	2	1	3
24	<i>Betula pendula</i>	Abedul	56	8	723491	4534106	3	2	2
26	<i>Populus spp</i>	Álamo	46	8	723461	4534854	2	1	2
27	<i>Populus spp</i>	Álamo	55	10	723593	4533497	2	2	1
28	<i>Populus spp</i>	Álamo	77	18	723595	4533507	3	2	2
29	<i>Populus spp</i>	Álamo	81	21	720359	4533503	3	2	2
30	<i>Populus spp</i>	Álamo	32	7	720358	4533040	3	2	2
31	<i>Populus spp</i>	Álamo	57	11	720358	4533513	3	2	3
32	<i>Populus spp</i>	Álamo	59	11	720358	4533514	3	2	2
33	<i>Populus spp</i>	Álamo	68	15	720358	4533517	2	2	1
34	<i>Populus spp</i>	Álamo	71	16	723586	45335185	2	2	1
35	<i>Populus spp</i>	Álamo	58	12	723586	4533520	2	2	1
47	<i>Acer</i>	Arcer	46	7,5	720357	4533556	3	2	2

	<i>pseudoplatanus</i>	Blanco							
48	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	33	9	720353	4534026	3	2	2
49	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	36	10	720353	4534029	3	2	2
57	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	28	6,5	723251	4534189	3	2	2
64	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	40	15	723515	4533547	2	1	3
65	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	41	15	723513	4533548	2	1	3
71	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	41	11	723484	4534120	2	1	2

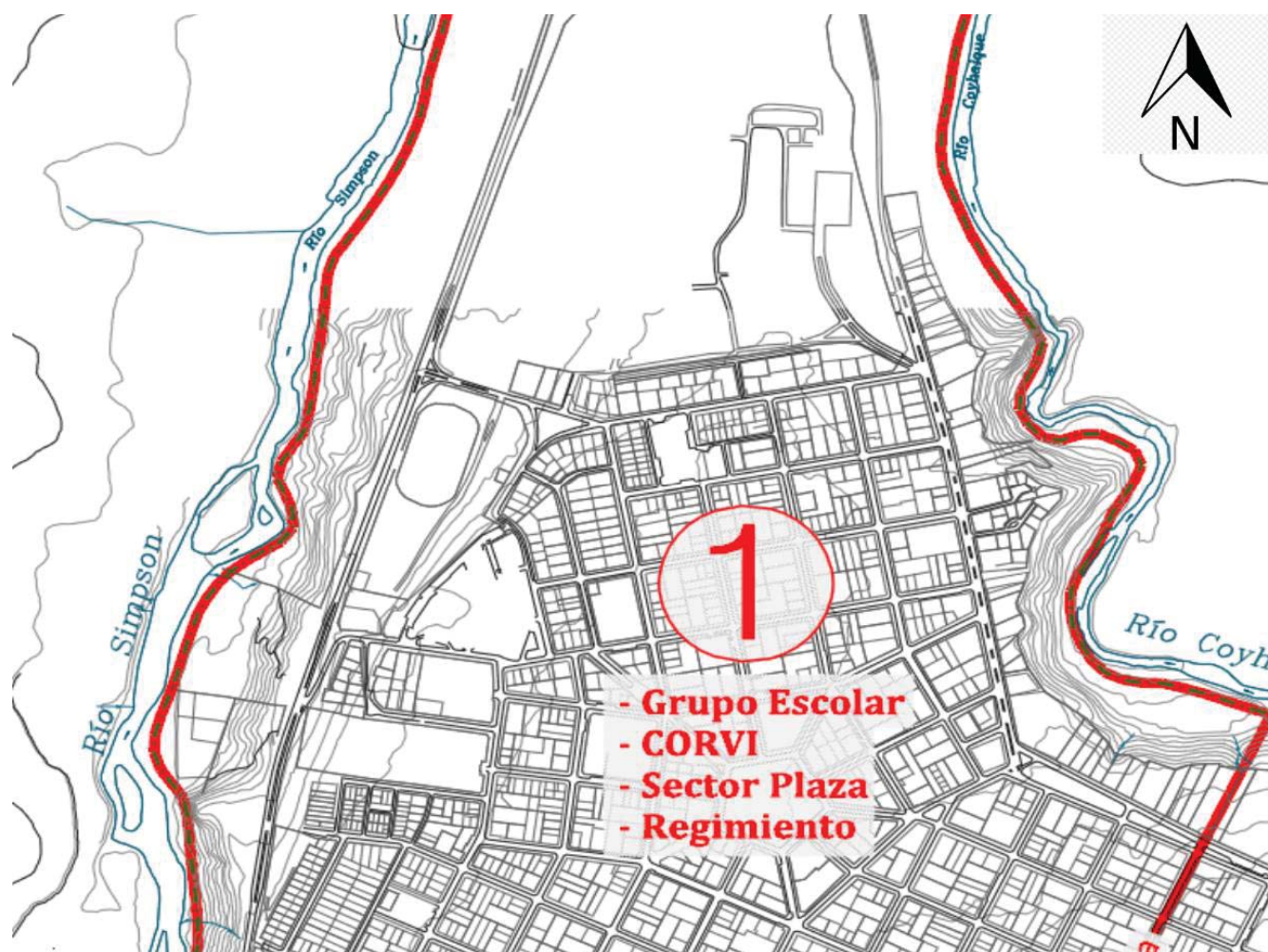
Anexo 7: Planilla de árboles con ubicación, calidad mala y área de proyección.

Nº árbol	Nombre científico	Nombre común	DAP (cm)	H (m)	Calidad	x	y	Área de proyección m2
1	<i>Betula pendula</i>	Abedul	46	10,5	3	720557	4533538	346,2
2	<i>Betula pendula</i>	Abedul	48	10	3	720357	4533542	314,0
3	<i>Betula pendula</i>	Abedul	50	11	3	720356	4533551	379,9
4	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7	3	720356	4533562	153,9
5	<i>Betula pendula</i>	Abedul	42	11,5	3	720356	4533566	415,3
6	<i>Betula pendula</i>	Abedul	30	11,5	3	720355	4533573	415,3
7	<i>Betula pendula</i>	Abedul	40	12	3	720355	4533599	452,2
8	<i>Betula pendula</i>	Abedul	33	12	3	720354	4534015	452,2
9	<i>Betula pendula</i>	Abedul	46	12,5	3	720354	4534020	490,6
10	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	14	3	723534	4534024	615,4
11	<i>Betula pendula</i>	Abedul	38	12	3	720351	4534091	452,2
12	<i>Betula pendula</i>	Abedul	32	7,5	3	720351	4534105	176,6
13	<i>Betula pendula</i>	Abedul	28	7,5	3	720351	4534106	176,6
15	<i>Betula pendula</i>	Abedul	41	9	3	723519	4533543	254,3
24	<i>Betula pendula</i>	Abedul	56	8	3	723491	4534106	201,0
28	<i>Populus spp</i>	Álamo	77	18	3	723595	4533507	1017,4
29	<i>Populus spp</i>	Álamo	81	21	3	720359	4533503	1384,7
30	<i>Populus spp</i>	Álamo	32	7	3	720358	4533040	153,9
31	<i>Populus spp</i>	Álamo	57	11	3	720358	4533513	379,9
32	<i>Populus spp</i>	Álamo	59	11	3	720358	4533514	379,9
47	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	46	7,5	3	720357	4533556	176,6
48	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	33	9	3	720353	4534026	254,3
49	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arcer Blanco	36	10	3	720353	4534029	314,0
57	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	28	6,5	3	723251	4534189	132,7
Total Individuos a intervenir						24		

Anexo 8: Cuadrantes de unidades vecinales.



Anexo 9: Cuadrante N°1 de Coyhaique



Anexo 10: Distribución de árboles en cuadrante 1, según solicitudes de vecinos.

