

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



“PROPUESTA DE CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE NIVELES DE RIESGO GENERADO POR ÁRBOLES EN EL DISTRITO DE SAN BORJA”

Presentado por

Juany Lucía Durand Zeballos

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de

INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2017

ESTRUCTURA DEL TRABAJO

1. PRESENTACIÓN	6
2. INTRODUCCIÓN	7
3. OBJETIVOS	8
3.1 Objetivo General	8
3.2 Objetivos Específicos	8
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
4.1. Ciencia y Salud del Árbol.	9
4.1.1. Fisiología del árbol	9
4.1.2. Propiedades Mecánicas de la Madera	10
4.2. Patrones de Crecimiento	11
4.2.1. Los actores alrededor del árbol ornamental	11
4.2.2. Inserción Tronco-Rama	12
4.2.3. Corteza incluida	12
4.2.4. Límite de elasticidad	13
4.3. Reacciones de la madera	14
4.3.1. Daños ocasionados por heridas	14
4.3.2. Mecanismos de protección del árbol	15
4.3.3. Mecanismos de restauración	18
4.4. Silvicultura Urbana	19
4.5. Reconocimientos de peligros	21
4.5.1. Unión de ramas	21
4.5.2. Respuesta compartimentación	23
4.5.3. Defectos del fuste grietas	27
4.5.4. Defectos de fuste deformidades	28
4.5.5. Ahusamiento/ conicidad	30
4.5.6. Desarrollo del Dosel	32
4.5.7. Madera de Reacción	32
4.5.8. Inestabilidad debido al enraizamiento restringido	33
4.6. Metodologías de Evaluación	33
4.6.1. Método SIA	33
4.6.2. Método SIM o Pulling Test	34
4.6.3. Método VTA (Visual tree assesment)	34
5. METODOLOGÍA	36
5.1. Área de Estudio	36
5.3. Funciones desempeñadas	38
5.4. Descripción de situaciones: Base de datos Inventario 2012	38

5.4.1.	Criterios de evaluación.....	39
5.4.2.	Valor de riesgo	44
5.5.	Registro de datos 2015.....	45
5.5.1.	Toma de datos de incidentes reportados.	45
5.5.2.	Identificación de defectos.....	45
5.5.3.	Identificación del entorno	47
5.6.	Método propuesto	48
5.6.1.	Información general de la especie	48
5.6.2.	Potencial de Caída	49
5.6.3.	Tamaño de la parte.....	54
5.6.4.	Calificación del objetivo.....	55
5.6.5.	Valor de Riesgo	56
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
6.1.	Resultados Obtenidos en el 2012	57
6.2.	Resultados Obtenidos en el 2015	58
6.2.1.	Casos registrados	58
6.2.2.	Por especie	58
6.2.3.	Por entorno.....	59
7.	CONCLUSIONES	62
8.	RECOMENDACIONES	63
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
10.	ANEXOS	66

Índice de Figuras

Figura N° 1: Macroestructura el árbol.	9
Figura N° 2: Influencia en el arbolado urbano según Haddad, 1996, citado por Drénou, 2000.	11
Figura N° 3: Inserción tronco-rama. Figura de Sharon (2006)	12
Figura N° 4: Codominancia. Figura de Sharon (2006)	13
Figura N° 5: Herida en rama de árbol.	14
Figura N° 6: Compartimentación de un árbol. Figura Sharon (2006).....	16
Figura N° 7: Compartimentación de la madera luego de producida una herida.	16
Figura N° 8: Proceso de cierre de heridas en los árboles.	18
Figura N° 9: Ángulo abrupto en rama.	22
Figura N° 10: Uniones con corteza incluida.	23
Figura N° 11: Respuesta a los desmoches.....	24
Figura N° 12: Desmoches.	25
Figura N° 13: Cancro.	26
Figura N° 14: Heridas.	27
Figura N° 15: Heridas.....	27
Figura N° 16: Huecos en la base.	29
Figura N° 17: Hundimiento excesivo en las ramas.	30
Figura N° 18: Ahusamiento/ conicidad en los árboles.	31
Figura N° 19: Ahusamiento.....	31
Figura N° 20: Forma de cálculo de las Dianas.....	39
Figura N° 21: Inclinación de un árbol.	40
Figura N° 22: División del árbol para evaluación.....	42
Figura N° 23: División del árbol para nueva evaluación. A: Base y raíz; B: Fuste; C: copa y ramas.	47
Figura N° 24: Porcentaje del Valor de riesgo de árboles en el 2012.	57
Figura N° 25: Casos registrados 2015 y comparativo con el 2012 por especie.	59
Figura N° 26: Casos por tipo de riego.....	60
Figura N° 27: Intensidad de daño ocasionado.....	60
Figura N° 28: Daño ocasionado.	61

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Datos generales de la ubicación del distrito de San Borja.....	36
Tabla N° 2: Cálculo del Rango de criterio 1 (R1).....	39
Tabla N° 3: Calculo del Rango de criterio 2 (R2).....	39
Tabla N° 4: Calculo del Rango de criterio 3 (R3).....	40
Tabla N° 5: Cálculo de Rango de Criterio 4 (R4).....	40
Tabla N° 6: Cálculo de Rango de Criterio 5 (R5).....	41
Tabla N° 7: Cálculo de Rango de Criterio 6 (R6).....	41
Tabla N° 8: Cálculo de Rango de Criterio 7 (R7).	42
Tabla N° 9: Cálculo de Rango de Criterio 8 (R8).....	43
Tabla N° 10: Cálculo de Rango de Criterio 9 (R9).....	43
Tabla N° 11: Cálculo de Rango de Criterio 10 (R10).....	44
Tabla N° 12: Valor de riesgo según rango propuesto.	44
Tabla N° 13: Valor de riesgo según rango propuesto.	47
Tabla N° 14: Cálculo para CE 1 raíz afectada.....	49
Tabla N° 15: Cálculo para CE 2 ruptura de suelo.....	49
Tabla N° 16: Cálculo para CE 3 pudrición.....	50
Tabla N° 17: Cálculo para CE 4 madera muerta.....	50
Tabla N° 18: Cálculo para CE 5 hueco.	50
Tabla N° 19: Cálculo para CE 6 Cancro.	51
Tabla N° 20: Cálculo para CE 7 pudrición de fuste.....	51
Tabla N° 21: Cálculo para CE 8 pudrición.....	51
Tabla N° 22: Cálculo para CE 9 Hueco en fuste.	51
Tabla N° 23: Cálculo para CE 10 Grieta.	52
Tabla N° 24: Cálculo para CE 11 Historial de poda.	52
Tabla N° 25: Cálculo para CE 12 color de follaje.....	52
Tabla N° 26: Cálculo para CE 13 Densidad de copa.	53
Tabla N° 27: Cálculo para CE 14 Grieta en ramas.....	53
Tabla N° 28: Cálculo para CE 15 Horquilla.....	53
Tabla N° 29: Cálculo para CE 16 Uniones débiles.	53
Tabla N° 30: Cálculo para CE 17 Arquitectura débil.....	54
Tabla N° 31: Cálculo para CE 18 Tipo de parte a fallar.	54
Tabla N° 32: Cálculo para CE 19 Tamaño de las partes.	55
Tabla N° 33: Cálculo para CE 20 Cercanía a objetivo.....	55
Tabla N° 34: Cálculo para CE 21 Transito.....	56
Tabla N° 35: Rango del Potencial de riesgo.....	56
Tabla N° 36: Valor de riesgo de árboles en el 2012.....	57
Tabla N° 37: Comparativo entre evaluación 2012 y casos registrados 2015.....	58

PROPUESTA DE CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE NIVELES DE RIESGO GENERADOS POR LOS ÁRBOLES EN EL DISTRITO DE SAN BORJA

1. PRESENTACIÓN

Se han desarrollado diversos métodos para la inspección de los árboles con el objeto de minimizar el peligro. El presente trabajo busca ser una herramienta para la evaluación de los árboles que tanto ayudan a mejorar la gestión del arbolado y priorizar las intervenciones a realizarse.

Este trabajo inicia en el 2012 con el del inventario de árboles realizado por el equipo técnico de la municipalidad de San Borja, a pesar de que uno de los resultados era el valor de riesgo no es hasta el 2015 que estos resultados son discutidos. Se considera que el primer paso a realizar para manejar árboles con potencial de caída, es tener un registro de ellos e identificar las posibles causas.

A mediados del año 2011 e inicios del 2012 se realizó el inventario de árboles del distrito de san Borja, según el registro que se encontró, este buscaba ser una herramienta para la planificación del manejo del arbolado urbano, en donde los resultados fueron 18886 árboles de más de 10 cm de dap, lo que era equivalente a 3.8% cobertura arbórea, adicionalmente se tenía 12.8 m² de área verde. Otro resultado importante fue el “valor de riesgo” que nos indicaba que tan peligroso era un árbol para las personas, del total evaluado el 2% presentaban condiciones peligrosas. Durante los siguientes años se utilizaron los datos para calcular biomasa, proyecciones de cobertura arbórea, etc.

Posteriormente a mediados del 2014, ante los sucesivos casos de caída de árboles y ramas se inicia

un registro de árboles y ramas que se cayeron, indicando los posibles motivos de su caída, identificando indicadores y observando el entorno, durante todo el año 2015 se registra a su totalidad estos datos. Entonces aparecen algunas interrogantes: ¿Se pudo prevenir estas caídas?, ¿Existe una planificación para el manejo de árboles?, ¿Qué pasos se deben seguir para identificar árboles que se puedan caer?, entre otros. Es así que se toma como base el inventario 2011-2012 y se compara con la base de datos generada el 2015, a fin de

mejorar y proponer nuevos criterios para la determinación de los niveles de riesgo en los árboles del distrito.

Asimismo, la Ordenanza N° 1852 “Ordenanza Para La Conservación y Gestión De Áreas Verdes En La Provincia De Lima” (2014), indica en el artículo N° 35 que la Gerencia del Ambiente de la Municipalidad Metropolitana de Lima o el órgano que haga sus veces en las municipalidad distritales deberá detectar y valorar el riesgo de fractura o caída de los árboles urbanos de su jurisdicción y establecer, con la máxima información disponible, los criterios de gestión de éste patrimonio. Puesto que el reglamento no está en vigencia no se ha definido aún la metodología de valoración de riesgo a ser empleada por las entidades cuando se presente una emergencia por riesgo muy alto de caída o la concreción de la caída del Arbolado Urbano que ponga en peligro la vida o propiedad de las personas.

2. INTRODUCCIÓN

En el distrito de San Borja durante el año 2015 se registraron 70 casos de incidentes con árboles, de los cuales 44 fueron de ramas caídas, 1 de estípote de palmera y 25 de árboles caídos. Del total de casos 11% ha afectado la infraestructura urbana (veredas, bancas, sardineles, daños a otras plantas, etc.) y en 2% daños a la infraestructura privada. Es por esto que se hace necesario contar con un plan de manejo de riesgo en los árboles.

A pesar de los innumerables beneficios ambientales y sociales que brindan los árboles urbanos, diversos estudios mencionan que la principal problemática para las áreas verdes y árboles en la ciudades es la falta de planeación y la ausencia de un plan de manejo integral, lo anterior debido a la plantación de árboles en lugares inapropiados, la mala selección de especies, así como falta de mantenimiento de los árboles, lo cual ha ocasionado que muchos árboles se vuelvan peligrosos para la población (Chacalo *et al.*, 1997).

Los árboles son peligrosos cuando la falla de una o más de sus partes resultan en daños físicos y/o lesiones corporales. Todos los árboles tienen el potencial de caer, pero relativamente pocos lo hacen. (Matheny y Clark, 1994). A causa del gran valor atribuido a los árboles que crecen en las ciudades y zonas urbanas, se hace necesario contar con

una disciplina y con profesionales que se encarguen de su cuidado y mantenimiento (Grey y Deneke, 1986).

Los árboles en el medio urbano están expuestos a múltiples tensiones: tráfico, vibración, compactación del suelo, polvo, etc. Los sistemas radiculares están limitados por la falta de espacio, los suelos poco profundos o las excavaciones por obras. Las podas inadecuadas no sólo pudren el sistema radicular, sino que dañan también la madera del tronco aumentando las probabilidades de fractura y caída. (Brudi, 2001).

La evaluación del riesgo debe responder a la naturaleza única de las áreas urbanas las cuales son diferentes a las condiciones naturales. Primero, los árboles urbanos existen en un ambiente inusual que son más diversos y frecuentemente más estresantes que los encontrados en los bosques. Segundo, un número mayor de especies son plantadas en áreas urbanas por las cuales requieren un mayor conocimiento e intenso escrutinio de las plantas individuales. Tercero, el ambiente urbano ubica a los árboles de acuerdo a sus objetivos, requieren un mayor enfoque sistemático para la evaluación y la debilidad. Cuarto, la práctica de la arboricultura es compleja en ciudades. Finalmente, la sociedad demanda que el ambiente urbano esté a salvo. Esto requiere que los que hagan el manejo hagan su mejor esfuerzo para minimizar algún riesgo asociado con la vegetación urbana. (Matheny y Clark, 1994)

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Contribuir con la selección de criterios claves que permitan elaborar una propuesta metodológica aplicable para evaluar de manera preventiva el nivel del riesgo de los árboles del distrito de San Borja a fin de reducir el daño a personas y bienes.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar los resultados obtenidos en el inventario de árboles del 2012 del distrito de San Borja con el registro de incidentes de caída de árboles y ramas del 2015.
- Elaborar un conjunto de criterios o mecanismos prácticos para evaluar el grado de peligrosidad de caída de los árboles.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Ciencia y Salud del Árbol.

4.1.1. Fisiología del árbol

Rodríguez (1998) menciona que en los árboles vivos, el tronco y las ramas realizan una serie de funciones que más tarde condicionarán a las maderas que de ellos procedan. Las principales según el autor son: transporte, soporte y almacenaje.

Wareing (1964) indica que la producción de madera es consecuencia principalmente de la síntesis del material de la pared celular que se deriva del bióxido de carbono del aire, fijado por fotosíntesis. Asimismo menciona que la capacidad total fotosintética de un árbol depende de la intensidad fotosintética y la superficie foliar total comprometida en la fotosíntesis.

Dentro de su macroestructura el árbol tiene una zona denominada cambium (Ver Figura N°1), según Rodríguez (1998) este es un tejido vivo y formado de la totalidad de las células de la madera. Esta zona se sitúa prácticamente debajo de la corteza, en la zona más exterior del árbol y es la responsable del crecimiento del mismo.

Por su parte Sánchez-Blanco *et al.* (2013) indica que el cambium es un tejido que puede formar barreras protectoras, con ocasión de una herida que deje al descubierto la madera, la actividad cambial aumenta y un anillo de madera tiende a cerrar poco a poco la herida. Es lo que se produce en la base de las ramas después de la poda, cuando el cuello no ha sido destruido.

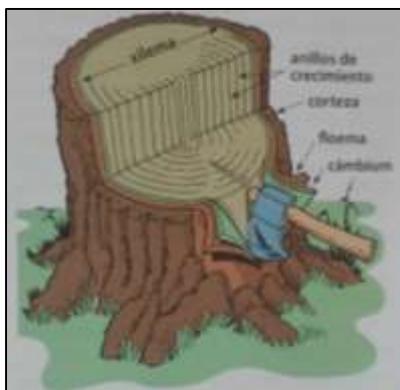


Figura N° 1: Macroestructura el árbol.

Fuente: Sharon (2006)

La composición química según Rodríguez (1998) tiene como componentes principales de la pared celular, son la celulosa, hemicelulosa y la lignina. La celulosa es un polímero de glucosa, presenta un marcado carácter hidrófilo. Las hemicelulosas son polisacararidos, pentosanos y hexosanos principalmente apareciendo en distinta forma en las maderas de frondosas y de coníferas. La lignina es un polímero tridimensional con anillos aromáticos no hidrolizable.

La celulosa forma el esqueleto de cada capa de la pared celular, quedando embebida en un molde de hemicelulosa y todo a su vez cementado por la lignina. Existen componentes químico secundario de la pared celular, denominados extractivos, que se depositan en las paredes celulares de la madera al formarse el duramen. Entre ellos se pueden citar: resinas, gomas, materias inorgánicas, etc. La composición química de la madera presenta una gran importancia patológica dado que los componentes principales de la pared celular así como las posibles sustancias elaboradas presentes en radios leñosos, etc. Sirven de nutrientes a diversos organismos destructores o xilófagos. Rodríguez (1998)

4.1.2. Propiedades Mecánicas de la Madera

Al contrario de lo que pueda parecer, las estructuras huecas no tiene por qué ser necesariamente inseguras. El tronco del árbol con una determinada cavidad podría soportar una cierta cantidad de carga, siempre y cuando el material o madera que le quede, llamado “pared residual” fuera proporcional a la carga a la que esté sometido, además debería encontrarse en buenas condiciones. Por ello para mantener en pie la estructura de un árbol, es necesario que exista un punto de equilibrio entre la capacidad de carga ejercida y la pared residual del árbol (Sanchez-Blanco *et al.* 2013).

El viento de intensidad moderada (<25km/h) es capaz de agitar el follaje y los brotes, se dice que el viento es fuerte cuando no superó los 70 km/hora pero es capaz de inclinar los árboles y de provocar la rotura de ramos y ramillas. (Baldini, 1992)

4.2. Patrones de Crecimiento

4.2.1. Los actores alrededor del árbol ornamental

Dado que la presencia de los árboles corresponde a un deseo colectivo, es importante conocer la red de presiones que influyen en este deseo (Ver figura N°2) (Haddad, 1996, citado por Drénou, 2000)

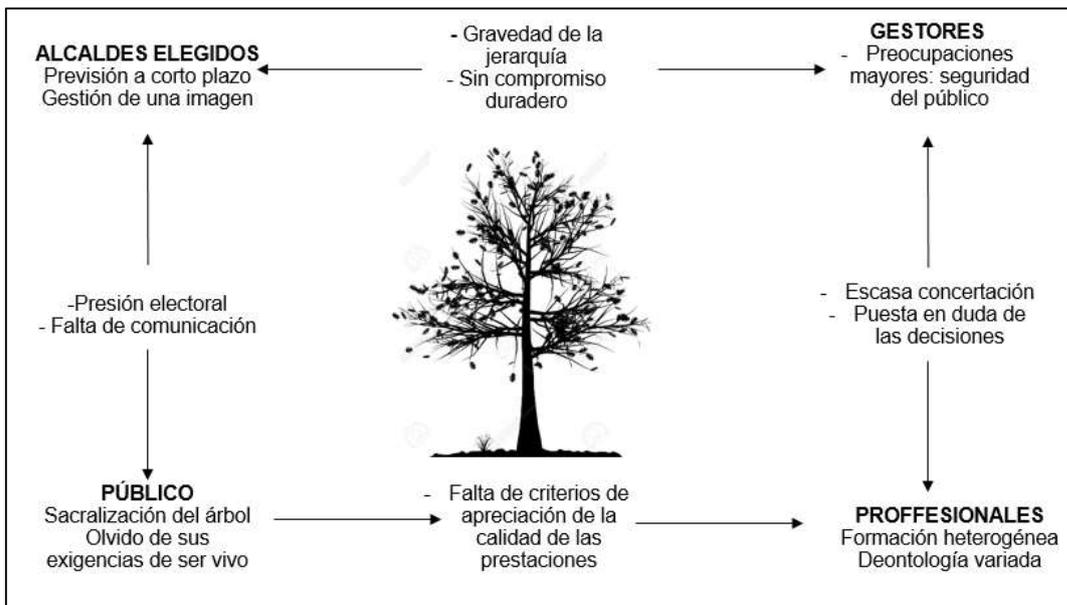


Figura N° 2: Influencia en el arbolado urbano según Haddad, 1996, citado por Drénou, 2000.

Los hombres tienen la misma percepción del árbol ornamental. Igualmente de un conocimiento biológico todavía insuficiente, la organización humana alrededor del árbol ornamental está hoy día escindida de un gran número de actores (gran público, alcaldes elegidos, gestores, propietarios), cuyas lógicas difieren. (Drénou, 2000).

Basuk (2002) menciona que cuando los árboles crecen por debajo de un entorno aceptable experimentan un estrés que puede ser abiótico, causado por deficiencias en el ambiente físico, o abiótico, a causa de insectos y enfermedades. En un ambiente urbano, los árboles se someten a un número muy alto de condiciones abióticas, debido a su incorporación a un medio artificial.

Por cuestiones de diseño, la construcción de caminos y banquetas requiere que las tierras sean sumamente compactadas con el fin de frenar el hundimiento. Cuando los árboles se

incorporan a este ambiente sus raíces frecuentemente están limitadas por todos los lados por la tierra comprimida, casi como si estuviesen en un contenedor. Esto último, -también causado por los servicios y edificaciones subterráneos- restringe el crecimiento de las raíces y, por tanto, limita el área de captación de agua y nutrientes de los árboles. La compactación también restringe el drenaje del agua, lo cual puede desplazar el oxígeno de la zona de raíces por mucho tiempo, provocando su muerte; el escaso drenaje probablemente destruye los árboles urbanos más rápido que cualquier otro factor.

4.2.2. Inserción Tronco-Rama

Los tejidos de la rama y del tronco no presentan un orden de crecimiento simultáneo. En cada crecimiento anual, los tejidos de las ramas se forman antes que los tejidos del tronco: los de la rama comienzan su desarrollo a principio de primavera, para posteriormente ser cubiertos por los tejidos anuales del tronco. Al chocar los tejidos de la rama con los existentes en el tronco, sus tejidos rodean los tejidos de la rama, formando otro cuello o engrosamiento. Internamente desarrollan conexiones entre estos tejidos otorgando una gran resistencia a la unión entre rama y tronco. El cuello de esta rama es de gran importancia en las labores de poda y es de fundamental respetarlo en el corte de poda, ya que su pérdida puede implicar la eliminación de las barreras estructurales que el árbol desarrolla para frenar el avance de hongos si es que llega a perder la rama. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013).



Figura N° 3: Inserción tronco-rama. Figura de Sharon (2006)

4.2.3. Corteza incluida

Cuando la rama y tronco o un tronco con dos ejes codominantes, crecen formando un ángulo muy cerrado entre sí, es probable que no exista espacio suficiente entre los mismos

para formar los “cuellos sucesivos” de forma correcta. Si el empuje de la rama contra el tronco hace que ésta se meta hacia el interior, se denomina corteza incluida: los dos crecimientos se presionan entre sí, pero no llegan a solaparse, crecen paralelos. Al crecer paralelos y no fusionarse es mucho más fácil que se produzca la separación de la rama, que es la parte débil y expuesta al viento. La corteza incluida, normalmente es un problema que aparece en ramas secundarias, agravándose cuando existe en ramas principales. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013).

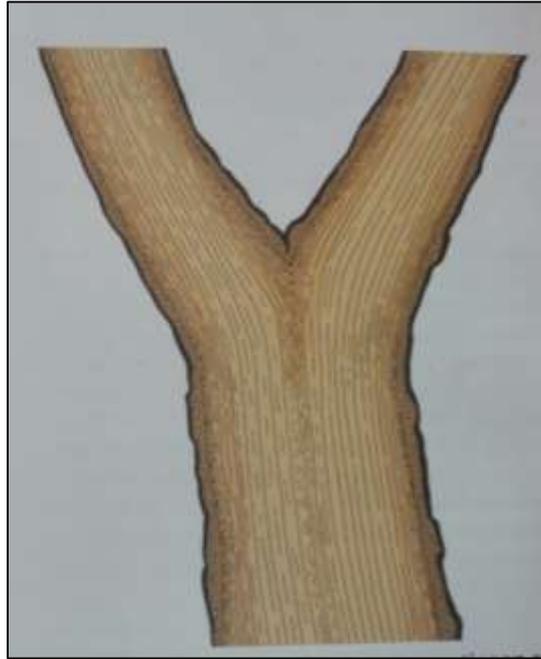


Figura N° 4: Codominancia. Figura de Sharon (2006)

En el caso de horquillas o en troncos codominantes si existe corteza incluida tampoco se produce una unión firme entre los tejidos, debilitando todavía más la parte superior de la horquilla. Es importante conocer este problema para evitar en el futuro que las ramas unidas en este punto cojan peso y altura o acabarán por desgarrarse. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013).

Con frecuencia los tallos codominantes están unidos débilmente y son propensos a separarse. (Costello, 2001)

4.2.4. Límite de elasticidad

El límite de elasticidad es el estrés máximo que un material puede soportar ante determinada presión, para después volver a su forma original. En árboles es muy constante, una vez superado este límite, las fibras intentan recuperar su forma original después de estar sometidas a un estrés pero permanecen definitivamente deformadas, este

fenómeno se conoce como “fractura primaria”. Aplicando un poco más de carga, esta estructura, ya deformada, se romperá y se producirá la ruptura o “fractura secundaria”. A veces, después de una “fractura primaria”, la estructura queda tan debilitada que no es necesario un aporte mayor de carga para romper por completo los tejidos, la fuerza de gravedad hará el resto. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013).

4.3. Reacciones de la madera

4.3.1. Daños ocasionados por heridas

Las operaciones de poda provocan una disminución inmediata de las reservas del árbol, estos daños deben ser reparados y todo esto consume energía y materias primas y por tanto reservas. Cuando las amputaciones son fuertes, las consecuencias se pagan a largo plazo (Bory *et al.*, 1997, citado por Drénou, 2000).

Después de una herida o de la poda de una rama, los tejidos expuestos al medio exterior son sistemáticamente colonizados por organismos fitófagos, lignícolas o lignívoros. Aunque la mayoría de ellos son inofensivos, algunos tienen un poder patógeno muy virulento y pueden matar a su huésped. Después de la penetración en el árbol, el desarrollo de un hongo es a veces muy rápido. *Ceratocystis fimbriata forma platani*, hongo responsable del chancro del plátano, puede avanzar de 1 a 2 metros por año progresando esencialmente por las filas de células de los radios de la madera. (Drénou, 2000).



Figura N° 5: Herida en rama de árbol.

Fuente: Registro fotográfico Municipalidad de San Borja 2016

4.3.1.1. Las podredumbres de la madera

Las propiedades de atacar a las paredes lignificadas de las células de la madera no existe más que en ciertas especies de hongos, así como en las bacterias, no disponen de las enzimas necesarias para la dislocación del complejo ligno-celulosico. La madera es recorrida por hendiduras orientadas según tres planos, transversal, radial y tangencial (podredumbre cúbica), el color de la madera se modifica y se hace amarillo-ocre, pardo más o menos oscuro o pardo rojizo. Por el contrario, otras especies atacan muy activamente a la lignina produciendo una podredumbre fibrosa: la madera se decolora y conserva una estructura fibrosa ablandándose. De hecho en la mayoría de casos, las celulosas son también atacadas, pero más lentamente y finalmente la madera es totalmente destruida. (Jacquiot, 1978, citado por Drénou 2000).

La pudrición es un proceso natural por el que los microorganismos convierten complejas formas de materia orgánica en compuestos simples que les sirven de nutrientes. Algunos pueden acabar con la integridad estructural de los árboles, provocando la pérdida de capacidad mecánica de cualquiera de sus partes leñosas. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013)

4.3.2. Mecanismos de protección del árbol

4.3.2.1. Producción de sustancias antisépticas

Según Jacquiot (1978) cuando los tejidos de la albura quedan al descubierto en el momento de una poda o herida se necrosan y esta viene acompañada de la elaboración de sustancias inhibitoras frente a los hongos. Se trata de sustancias como los taninos, las ligninas, la suberina, la sílice y, en caso de coníferas, de varias resinas. (Drénou 2000).

4.3.2.2. Compartimentación

Un proceso de desarrollo único de los árboles es la capacidad de compartimentar la descomposición. La compartimentación es un proceso por el cual los árboles limitan la propagación de la decoloración y la descomposición. Cuando un árbol sufre una herida, se activan reacciones que hacen que el árbol forme barreras alrededor del área de la herida. (ISA 2006)

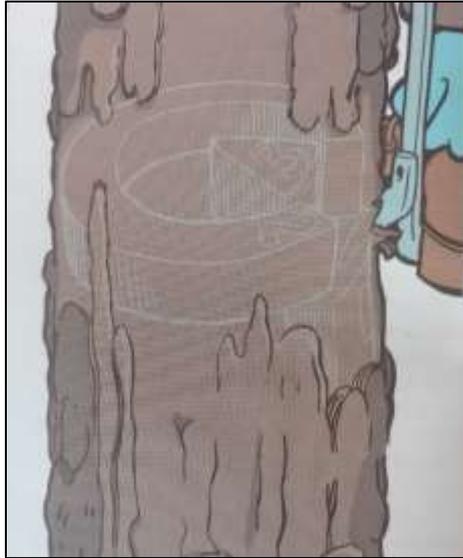


Figura N° 6: Compartimentación de un árbol. Figura Sharon (2006)

Sánchez-Blanco *et al.* 2013 menciona que los árboles no reparan ni reponen tejidos, estos solo tiene la habilidad de crecer, de aportar nuevo tejidos a partir de la zona de cambium.

Los tejidos dañados quedan momentáneamente expuestos, en ese momento esporas de hongos y otros microorganismos se depositan en ellos iniciando un proceso competitivo por consumir los nutrientes y la energía que poseen los tejidos expuestos (Sánchez-Blanco *et al.* 2013). Para resistir al avance de los agentes patógenos que han penetrado en los tejidos, el árbol intenta aislarlos en un compartimento de su organismo (Ver Figura N°7).

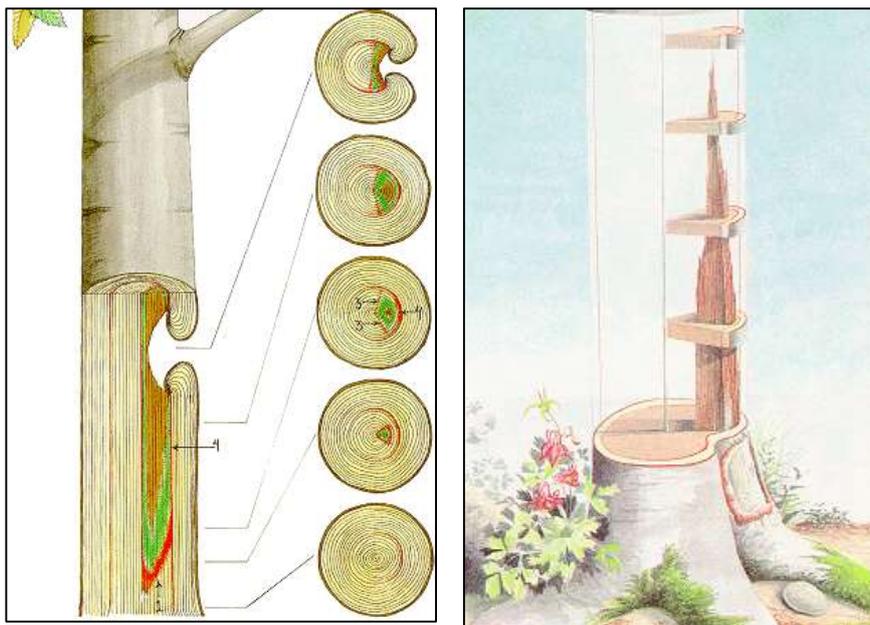


Figura N° 7: Compartimentación de la madera luego de producida una herida.

Shigo introduce el concepto **CODIT** (Compartmentalization of Decay In Trees), describe este proceso a través de la existencia de cuatro barreras, tres de las cuales se sitúan en la madera existente en el momento de la agresión y, la cuarta se constituye en la madera formada de nuevo. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013)

- **Barrera 1:** rápidamente constituida por la aparición en el interior de los vasos vejiguillas y gomas que se oponen al avance longitudinal del intruso. El árbol taponona el sistema vascular vertical por encima y debajo de la herida. Esta pared resiste a la propagación vertical de la infección taponando los vasos conductores del xilema y cerrándolos poros existente entre los vasos. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013)
- **Barrera 2:** constituida por las fibras de los anillos formadas al final de la estación vegetativa y frena la progresión de los microorganismos en dirección hacia el centro del tronco. (Drénou, 2000). Se forma en la parte tangencial de los anillos de crecimiento, siendo sólo atravesada por los radios medulares. Lo que hace el árbol es reforzar químicamente esta pared para evitar la propagación, (Sánchez-Blanco *et al.* 2013)
- **Barrera 3:** formada por cada una de las dos caras laterales de los radios leñosos, y puede así oponerse a un avance tangencial del hongo. (Drenou, 2000). Los radios medulares suponen una nueva barrera química y anatómica. Esta pared es más fuerte que las dos anteriores. Si esta pared fallará, la infección se propagaría en forma de abanico por todo el tronco. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013)

Estas tres barreras corresponden a una zona de reacción iniciada en la madera presente en el momento de la herida. (Drénou, 2000).

- **Barrera 4:** Es elaborada en la madera después de la herida; en lugar de fabricar madera normal, fabrica una madera modificada, especializada en la protección del árbol y llamada la zona de contención. Esta zona comprende una capa de células con paredes muy resistentes y que contienen diversas sustancias tóxicas. (Moore, 1998). Sánchez-Blanco *et al.* 2013 menciona que está es una cubierta de suberina, ácido graso similar al que da a la corteza su resistencia a los ataques de los hongos.

Drénou (2000) indica que las barreras del CODIT son doblemente útiles debido a que:

- Protegen al árbol directamente constituyendo una barrera físico-química entre el espacio colonizado por los microorganismos y los tejidos del árbol.

- Protegen indirectamente a la madera conservando las condiciones microclimáticas de los tejidos no colonizados anaeróbicos, impidiendo la pérdida de agua, la desecación de la madera y, por consiguiente, su colonización por los microorganismos.

4.3.3. Mecanismos de restauración

Paralelamente a la colocación de las diferentes barreras de protección, el árbol intenta sustituir los órganos y tejidos heridos o amputados. (Drénou, 2000)

4.3.3.1. El cierre de heridas

El árbol cierra sus heridas produciendo un callo de “cicatrización”, no regenera los tejidos heridos e infectados, sino que produce nuevos tejidos en una nueva posición para recubrir la herida (Ver Figura N°8). La marca de la herida permanecerá inscrita en la madera durante toda la vida del árbol. (Drénou, 2000)

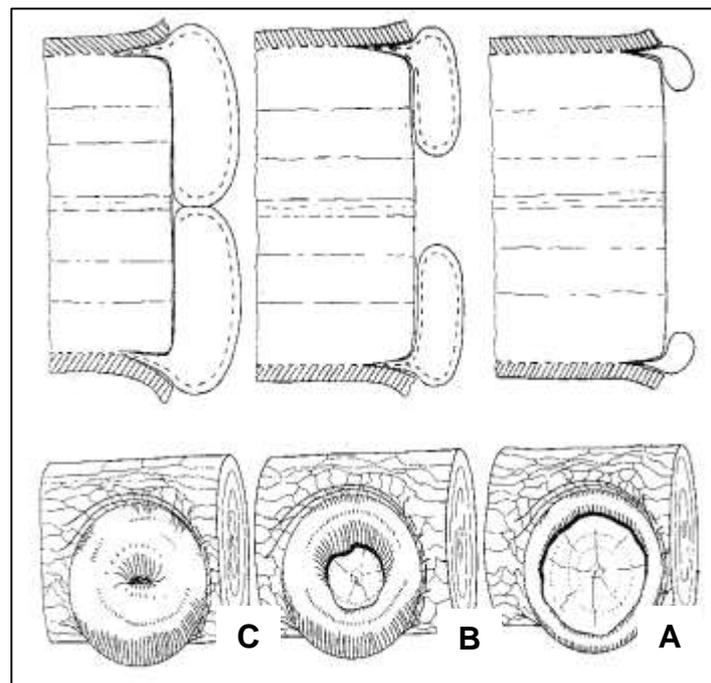


Figura N° 8: Proceso de cierre de heridas en los árboles.

A. Fase inicial, B Fase intermedia, C cierre total.

Fuente: Matteo Garbelotto, U.C. Berkeley. Factoring wood decay into risk assessment. 2014

4.3.3.2. Emisión de brotes

El término brote (vástago o rebrote) designa todo nuevo brote cuya aparición es provocada por un corte o una herida. Una primera **fase de reacción** corresponde a la

aparición de brotes que presentan un crecimiento atípico con respecto al del árbol intacto, sin ninguna dominancia apical. Durante esta fase, el árbol restaura sus funciones vitales y sus capacidades de crecimiento disminuidas por la poda. La segunda etapa **la fase de sustitución**, comienza cuando el árbol llega a regular su funcionamiento según las leyes del crecimiento habitual de la especie. Esta restauración se hace de forma progresiva y escalonada: en primer lugar a nivel de da brote y después entre las diferentes partes mutiladas. A partir de ese momento, se establece una fuerte jerarquía entre los brotes: algunos los dominados, son los caducos a plazo más o menos largo; otros, los dominantes, sustituyen a las partes suprimidas y pueden entonces sustituir a ramas enteras (Genoyer, 1994, citado por Drénou, 2000)

La planta que no recibe poda produce anualmente nuevas raíces y ramas con hojas. La cantidad y longitud de las ramas depende de la cantidad de raíces y estas del tipo de suelo humedad, nutrientes, etc. Cada vez que se produce un ensanchamiento de la copa hay un aumento del sistema radicular y mientras el suelo pueda proveer suficiente humedad y nutrientes a la planta (Álvarez, 2005).

4.4. Silvicultura Urbana

La ciudad es el resultado de las alteraciones provocada por el hombre al ambiente natural como consecuencia de la concentración de sus viviendas y de las actividades de intercambio, servicios, utilización y transformación de los recursos naturales para su beneficio. Aunque hay una ruptura del equilibrio natural, sin embargo se debe considerar además, que el hombre, al transformar e medio, está creando para si un hábitat nuevo, un nuevo ecosistema el medio urbano (nacif, 1992 citado Miller 1997) (Rubiñoz 2013)

Olembo y Rham (1987), describen que la calidad de la vida en una zona urbana depende en gran medida de la cantidad y calidad del espacio verde existente dentro de ella o en sus proximidades. Cuando existen los espacios verdes suelen consistir en árboles y su valor estético, y cada vez se considera más decisiva su función protectora del medio ambiente urbano. La silvicultura urbana es entonces una base para adoptar decisiones sobre su preservación, al brindar un modelo de vegetación en una ciudad que conforma un conjunto interactivo de plantas, suelo, aire y elementos naturales, que puede vigilarse para detectar cambios en sus condiciones y mantenerse en la forma más productiva posible.

Carter (1993). Cita una definición que nos da una idea integral de la dinámica y alcances de arborización. “La arboricultura urbana es el manejo de los árboles para su contribución al bienestar fisiológico, sociológico y económico de la sociedad humana. Tiene que ver con los bosques, otras agrupaciones menores de árboles y los árboles individuales presentes allí donde vive la gente. Esto tiene muchas facetas, porque las áreas urbanas abarcan una gran diversidad de hábitats (calles, parque rincones abandonados, etc.) en los cuales los árboles producen una gran variedad de beneficios y problemas”. (Rubiñoz 2013)

Costello 1993. Sugirió que la arboricultura urbana fuera definida como “el manejo de los árboles en áreas urbanas” manejo incluye planeación, plantación y cuidado de los árboles, “arbol” incluye individuos pequeños grupos, grandes rodales y bosques ornamentales. “áreas urbanas” es donde la gente vive y trabaja. (Nowak 1997 citado por Rubiñoz 2013)

Según Miller 1997. La arboricultura urbana es uno de los componentes del ecosistema urbano integral. En la mayoría de las funciones se resalta al árbol como el único elemento de plantación cuidado y manejo. Sin embargo el autor cree que se debería integrar como un sistema relacionado a todo tipo de vegetación plantada por el hombre en el espacio “ciudad”, flores, césped (e incluso pastos) huertos y cultivos agrícolas. (Rubiñoz 2013)

Con todos los problemas sociales que han en las ciudades modernas, ¿qué debemos considerar la difícil situación de los árboles?, muy simple, los espacios verdes hacen tolerable el ambiente urbano. Los árboles y otro tipo de vegetación ayudan a purificar y oxigenar el aire. Al proporcionar sombra y bloquear el viento, los árboles urbanos también ayudan a conservar la energía. La vegetación urbana sirve de hábitat fundamental para las aves. Cuando los árboles y arbustos se colocan apropiadamente ocultan sitios y objetos desagradables y embellecen la ciudad. Los árboles, incluso, ayudan a mantener la base económica de un vecindario, ya que crean una identidad. (Basuk, 2002).

Todas las plantas requieren de seis elementos básicos para su desarrollo: agua, nutrientes, luz, un cierto intervalo de temperaturas, oxígeno y dióxido de carbono. Si cualquiera de éstos no se proporciona hasta un cierto nivel para una planta en particular, ésta comenzará a declinar y al final morirá.

Cuando los árboles crecen por debajo de un entorno aceptable experimentan un estrés que puede ser abiótico, causado por deficiencias en el ambiente físico, o abiótico, a causa de insectos y enfermedades. En un ambiente urbano, los árboles se someten a un número muy alto de condiciones abióticas, debido a su incorporación a un medio artificial.

Por cuestiones de diseño, la construcción de caminos y banquetas requiere que las tierras sean sumamente compactadas con el fin de frenar el hundimiento. Cuando los árboles se incorporan a este ambiente sus raíces frecuentemente están limitadas por todos los lados por la tierra comprimida, casi como si estuviesen en un contenedor. Esto último, -también causado por los servicios y edificaciones subterráneos- restringe el crecimiento de las raíces y, por tanto, limita el área de captación de agua y nutrientes de los árboles.

La compactación también restringe el drenaje del agua, lo cual puede desplazar el oxígeno de la zona de raíces por mucho tiempo, provocando su muerte; el escaso drenaje probablemente destruye los árboles urbanos más rápido que cualquier otro factor. (Basuk, 2002).

Grey y Deneke (1986), mencionan que a causa del gran valor atribuido a los árboles que crecen cerca de las ciudades y pueblos, se hace necesario contar con profesionales que se encarguen de su cuidado y mantenimiento.

4.5. Reconocimientos de peligros

Ocho características estructurales son importantes en la identificación de la importancia de los defectos de los árboles: la unión de ramas, respuesta de compartimentación, conicidad, defectos del fuste – grietas, defectos del fuste- deformidades, madera de reacción, inclinación y desarrollo del dosel. (Mattheck, 1991)

Reconocimiento y recomendaciones, según Lonsdale (2000):

4.5.1. Unión de ramas

4.5.1.1. Ángulos abruptos en las ramas

El denominado “pata de perro” que es una curva abrupta en la rama es probable que marque el punto donde crece un brote lateral con la mitad que ha sido podada (Ver Figura

Nº9), una parte rota o muerte de una rama. Una combinación de estrés y deterioro localizado, asociado con la vieja herida, a veces puede conducir a la falla. Lonsdale (2000)

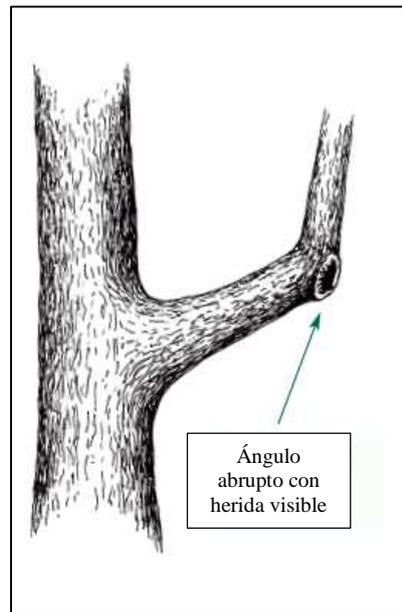


Figura N° 9: Ángulo abrupto en rama.

Fuente: Lonsdale (2000)

4.5.1.2. Horquillas y uniones con corteza incluida

Una unión con un ángulo muy agudo es probable que contenga el área de contacto de corteza rasgada, tales uniones ocurren a menudo en las horquillas. Incluso si no hay corteza incluida entre los dos tallos, su estructura interna permite generalmente ser separados con bastante facilidad más de una rama de un tallo principal. En muchas especies de árboles, bifurcaciones débiles parecen ser el factor más importante que contribuye al fallo sobre el nivel del suelo. Lonsdale (2000)

Las ramas que no tiene una unión firme en ocasiones se separan parcialmente del tronco antes de caer. Asimismo los que tienen muchas ramas que salen del mismo punto en el tronco son débiles y potencialmente peligrosas. (Costello, 2001)

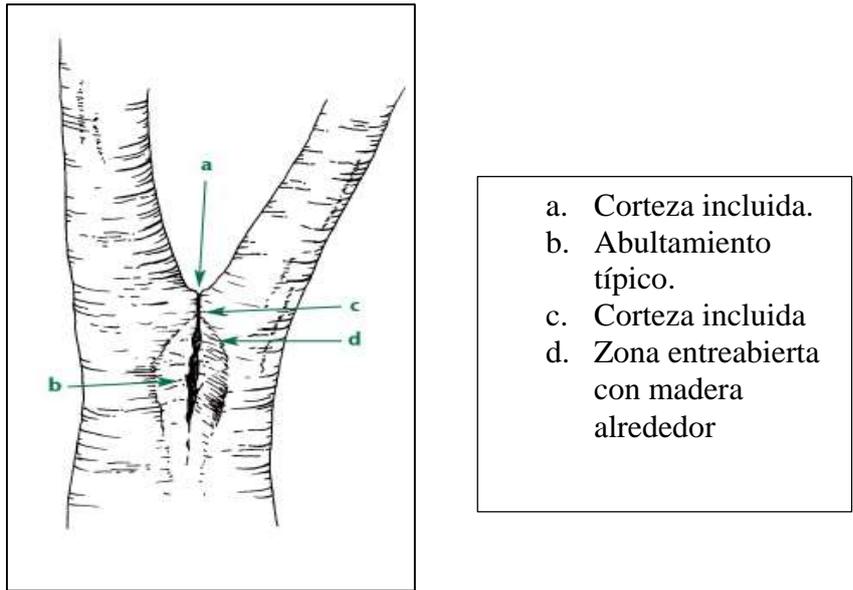


Figura N° 10: Uniones con corteza incluida.

Fuente: Lonsdale (2000)

4.5.2. Respuesta compartimentación

4.5.2.1. Madera frágil

La forma más peligrosa de las fallas en los árboles es la fragilidad de la madera, causada por hongos que degradan toda la celulosa (pudrición parda). El árbol tiene rigidez (conferida por la lignina) de modo que las señales de advertencia de la fisuración y flexión en general están ausentes. La falla en el árbol puede ocurrir repentinamente. Identificación de los cuerpos fructíferos de hongos indica el tipo de pudrición que pueda estar presente. Lonsdale (2000)

4.5.2.2. Desmoches

Los árboles que son a menudo desmochados jóvenes al vivir más tiempo de lo habitual, sus ramas pueden llegar a ser demasiado pesadas. La eliminación de la copa en los árboles más viejos puede tener problemas debido a que los nuevos rebrotes son propensos a fallar en cuanto se hacen pesados. Lonsdale (2000)

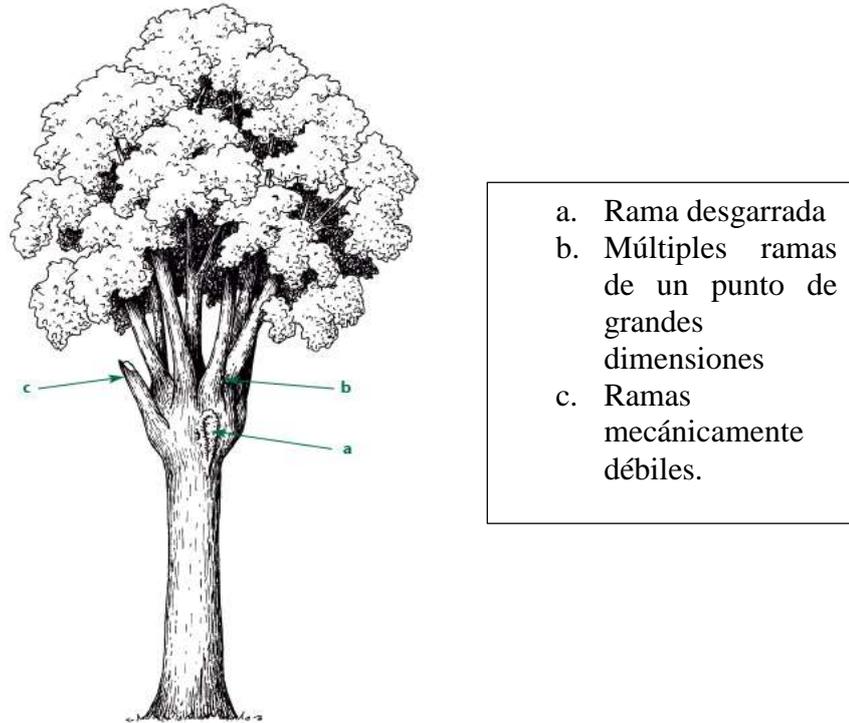


Figura N° 11: Respuesta a los desmoches.

Fuente: Lonsdale (2000)

Entre los signos posibles de un riesgo significativo:

- Rebrotos desde la base presionando contra un obstáculo muerto (árbol ya maduro): Estas ramas a menudo están mal conectados (Ver Figura N°11).
- Especies de árboles de rápido crecimiento con madera relativamente suave, son mucho más propensos a fallar cuando son desmochados.
- La exposición al viento: como sucede con otros tipos de debilidad, la exposición de los tejidos es una consideración importante.



Figura N° 12: Desmoches.

Fuente: Registro fotográfico Municipalidad de San Borja 2016.

4.5.2.3. Cancro

Algunos tipos de cancro persisten durante años, con períodos sucesivos de crecimiento de curación y luego matan al nuevo tejido. Alrededor de la ulcera se concentran esfuerzos mecánicos y este grupo de células pueden romperse. Estos generalmente son causadas por hongos: como *Nectria spp. rugosum* o *Stereum*, (Strouts & Winter, 1994 citado por Lonsdale, 2000).

Entre los signos posibles de un riesgo significativo Lonsdale (2000):

- Un cancro ocupa una parte importante de la circunferencia del tallo: no hay evidencia suficiente para dar un límite exacto, la experiencia sugiere que si se llega a 25% o más se debería de considerar como inseguro.
- Si más de un cancro del tallo está presente.
- La exposición al viento: Los tallos carcomidos son más propensos a fallar en los árboles expuestos en el sitio o en árboles dominantes.



Figura N° 13: Cancro.

Fuente: Registro fotográfico Municipalidad de San Borja 2016.

4.5.2.4. Heridas

Si la madera pierde la cubierta protectora de la corteza, puede llevar a un decaimiento. La decadencia puede ser evidente en la superficie, no es raro que haya una capa de apariencia "cementada" sobre la zona podrida (Ver Figura N°14).

Entre los signos posibles de un riesgo significativo Lonsdale (2000):

- Tamaño de la herida: heridas grandes son más propensas que los más pequeños para dar lugar a pudriciones extensas.
- La profundidad de la herida
- Cuerpo fructífero de hongo.

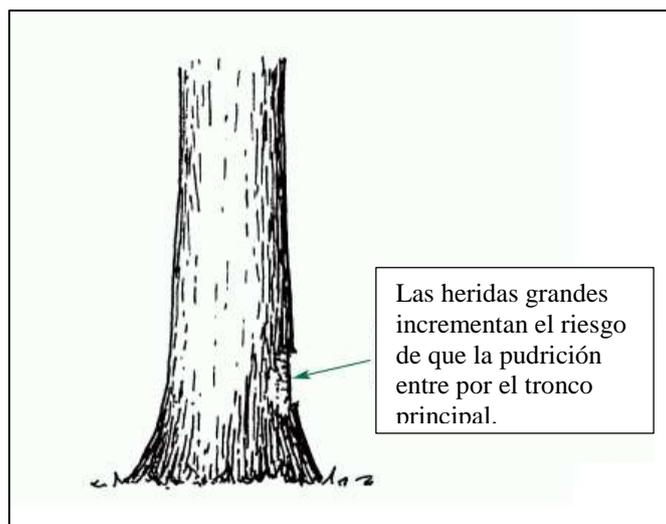


Figura N° 14: Heridas.

Fuente: Lonsdale (2000)



Figura N° 15: Heridas.

Fuente: Registro fotográfico Municipalidad de San Borja 2016.

4.5.3. Defectos del fuste grietas

Si encuentra una grieta determine si la misma se extiende hasta la madera o si se limita únicamente a la corteza. Por lo general, las grietas que sólo tocan la corteza no presentan problemas. Sin embargo, si la grieta se extiende hasta la madera hay razones para preocuparse. Las grietas profundas indican que se ha producido una separación de la

madera dentro de un tronco o ramas y que el árbol se ha vuelto estructuralmente débil. (Costello *et al.* 2001)

4.5.3.1. Nervaduras y grietas abiertas en el tallo y ramas principales

Las nervaduras son a menudo un signo de agrietamiento, siendo producido por los árboles para sellar las grietas con madera nueva. Puede ser necesaria una evaluación especializada para evaluar el riesgo asociado con una grieta especial. (Lonsdale, 2000)

Entre los signos posibles de riesgo significativo se tienen:

- Forma de la nervadura: nervadura de nariz afilada generalmente indican que la grieta no ha terminado.
- Nervios de punta roma a menudo indican que la grieta está cubierta por una serie de anillos anuales intactos.
- Posición de los nervios o de grietas visibles: La falla es más probable que se dé si la grieta está en los lados opuestos de un tallo principal. Lonsdale (2000)

4.5.4. Defectos de fuste deformidades

4.5.4.1. 'Bottle-butt '(Butt-swell')

Es importante determinar la ubicación y la magnitud de estos defectos si las cavidades o la descomposición se encuentran en un punto que soporta grandes cargas. Si una cavidad o un foco de pudrición es lo suficientemente grande y está ubicado en un punto clave, el árbol podría tener un gran potencial de falla. (Costello *et al.* 2001)

Ciertos tipos de huecos en la base del fuste, si son extensas, puede aumentar la flexión suficientemente para estimular el crecimiento de la madera y crear un abultamiento. En muchos casos, el crecimiento adicional es lo suficientemente adecuado para mantener el apoyo y estabilidad. (Lonsdale, 2000)

Entre los signos posibles de un riesgo significativo:

- Crujidos en la raíz: si más de dos tercios del área es el radio hueco, pueden desarrollarse grietas como una advertencia de un probable colapso. (Ver Figura N°16 (b))
- Crujidos en el suelo: si las raíces están podridas o gravemente carente de anclaje, se forman grietas en el suelo, alrededor del borde de la zona de la raíz. (Ver Figura N° 16 (a))
- Es necesaria una evaluación detallada para determinar la madera sana insuficiente. Lonsdale (2000)

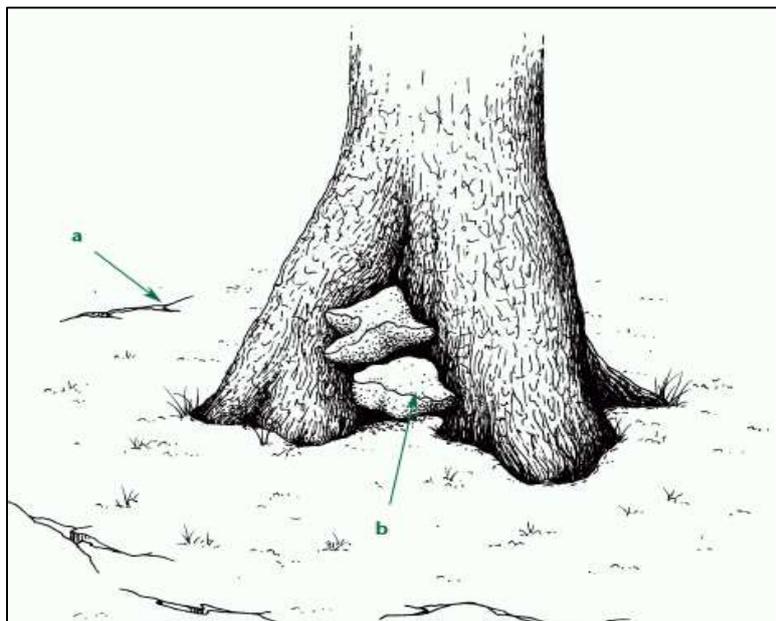


Figura N° 16: Huecos en la base.

Fuente: Lonsdale (2000)

4.5.4.2. Hundimiento excesivo de las ramas

En muchas coníferas, la mayor parte es de las ramas tiende a hundirse a medida que el crecimiento aumenta progresivamente a su peso. En las frondosas y algunas coníferas, la mayoría de las ramas permanecen en su ángulo original o se hunden muy lentamente debido a la formación de la "madera de reacción" que tiene efecto refuerzo natural.

Sin embargo en algunos casos, el refuerzo no puede ser suficiente para las extremidades y medio-pesado, especialmente los que empiezan muy abajo en el tronco y finalmente se rompen. Un gran cambio de ángulo puede ser indicado por mirar corteza plana con hebilla en el lado inferior y se estiró aparte en la parte superior de la rama. (Ver Figura N°17 (b)).

Entre los signos posibles de un riesgo significativo:

- Grietas en el lado inferior de la rama: Eso muestra que se ha producido esta falla parcial. Puede ser muy localizadas y no necesariamente graves. (Ver Figura N°17 (c)).
- Un hueco en la corona: ésta puede mostrar que una rama importante se ha hundido tan rápido que el follaje no ha tenido tiempo de crecer en el espacio libre. (Ver Figura N°17 (a)). Lonsdale (2000)

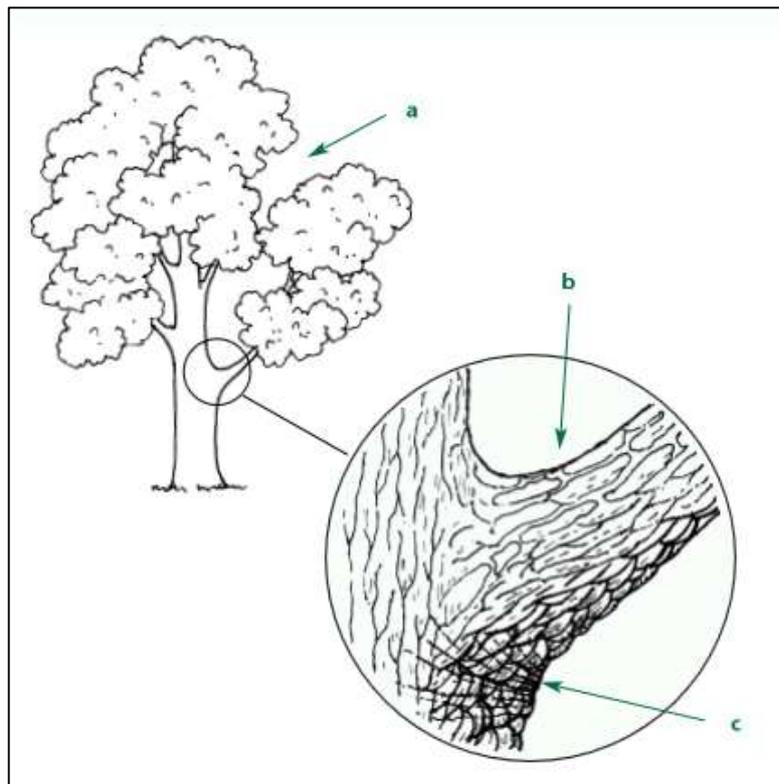


Figura N° 17: Hundimiento excesivo en las ramas.

Fuente: Lonsdale (2000)

4.5.5. Ahusamiento/ conicidad

4.5.5.1. Terminal de carga

La eliminación de muchas ramas desde el fuste o de muchas ramas laterales de una rama principal, altera el patrón de carga que puede aumentar la cantidad de balanceo con el viento (Ver Figura N° 18). De otra parte, la descomposición asociada a numerosas heridas tiende a formar una columna central en vez de una descomposición en pequeños

compartimentos individuales. Si dicha columna con pudrición ocupa más de dos tercios de la sección transversal del vástago, el vástago podría fallar por pandeo.

Entre los signos posibles de un riesgo significativo:

- El exceso de balanceo en el viento. (Ver Figura N° 18 (c)).
- Grietas u otros signos de fracaso parcial. (Ver Figura N° 18 (b y d)).
- Signos de caries extensas, cuerpos fructíferos de hongos en varios lugares. (Ver Figura N° 18 (a)). Lonsdale (2000)

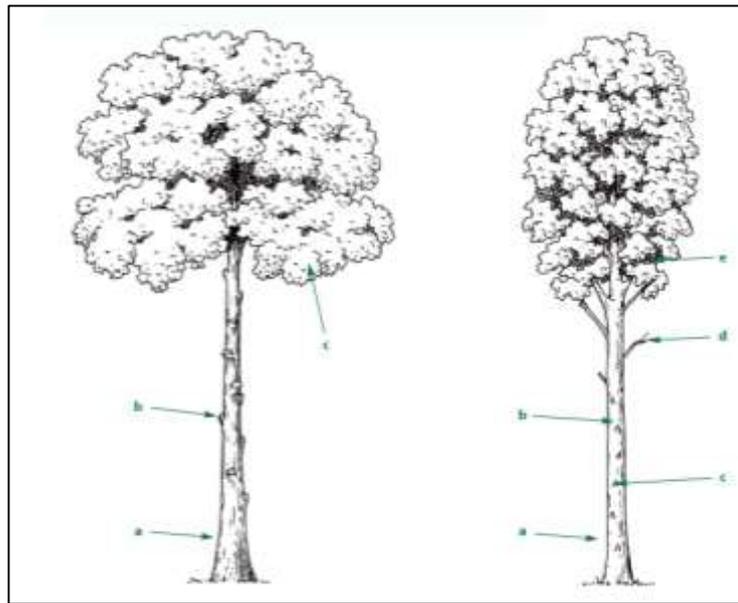


Figura N° 18: Ahusamiento/ conicidad en los árboles.

Fuente: Lonsdale (2000)



Figura N° 19: Ahusamiento.

Fuente: Registro- fotográfico 2016.

4.5.6. Desarrollo del Dosel

4.5.6.1. La exposición de los árboles previamente protegidos

Los árboles que han crecido en un rodal de dosel cerrado no están adaptados mecánicamente a la exposición fuerte viento y pueden romperse fácilmente.

Entre los signos posibles de un riesgo significativo:

- La alta exposición al viento.
- Las grietas u otros signos de falla parcial, incluyendo la flexión del tronco.

Lonsdale (2000)

4.5.6.2. Las malas condiciones de la corona

Las ramas pequeñas (5 cm o menos de diámetro) no suelen ser motivo de preocupación, pero las ramas muertas de mayor tamaño pueden ocasionar daños la caer. (Costello *et al.* 2001)

Pequeñas hojas, muertas o anormalmente escasas y amarillentas, sobre todo en la corona superior, están asociados con muerte regresiva, pudrición de la raíz. Las lesiones de la raíz indican que se ha debilitado todo lo que comprende el anclaje del árbol. (Lonsdale , 2000)

Entre los signos posibles de un riesgo significativo:

- Hay grietas del suelo: mal anclaje.
- Cuerpos fructíferos de hongos en la base del tallo o cerca de ella: la identificación de los hongos puede ser necesario para ayudar a decidir si hay decaimiento y si se requiere una evaluación detallada. Lonsdale (2000)

4.5.7. Madera de Reacción

4.5.7.1. Falla incipiente del tallo principal

El crecimiento compensatorio produce abultamientos-neumáticos horizontales que puede ocurrir en un lado del tallo o rodearlo completamente.

Entre los signos posibles de un riesgo significativo:

- Las especies de árboles: el conocimiento de las especies de árboles puede ayudar a una evaluación experta de riesgo potencial.

- La exposición al viento, para especies propensas a fallas, la exposición al viento debe ser considerado. Lonsdale (2000)

4.5.8. Inestabilidad debido al enraizamiento restringido

Las especies de árboles difieren en su capacidad para arraigar en el suelo poco aireado. Si el área del suelo es poco profunda, algunas especies pueden llegar a ser inherentemente inestables cuando llegan a cierta altura. El adelgazamiento de la base o la exposición por la tala parcial es susceptible de provocar volcaduras en el viento. Lonsdale (2000)

Entre los signos posibles de un riesgo significativo:

- Crujidos en el suelo: si las raíces carecen de anclaje, se forman grietas en el suelo alrededor del borde de la porción de la zona de la raíz. Lonsdale (2000)

4.5.8.1. Inclinación

Si el eje vertical del árbol ha cambiado, es decir, han desplazado su posición vertical se llaman reclinadores. Algunas veces se verá que el suelo está levantado del lado del árbol opuesto a la inclinación y las raíces pueden estar al descubierto. Los reclinadores son el resultado de la pérdida de anclaje, lo cual significa que el sistema de raíces no está previendo la fuerza estructural que necesita para sostener el árbol en posición vertical. (Costello, *et al.* 2001)

4.6. Metodologías de Evaluación

4.6.1. Método SIA

Sistema desarrollado por L. Wesolyy G. Sinn, entre otros que relacionan la estructura y la capacidad de resistencia a la carga como base para establecer un factor de seguridad. Resistencia intensidad del viento. Estimación pared residual tronco hueco, t/R. (ISA, 2006).

Es de uso libre y atiende solo la posible rotura del tronco. No aporta información sobre posible vuelco por fallo del anclaje, ni sobre roturas de copa. Se trabaja con una serie de tablas en las que se introducen los datos del árbol a estudiar y las tablas indican, finalmente, si el árbol es seguro o si hay que realizar la reducción de copa. Se necesita información de la geometría real del árbol, información de la sección cavidades, etc. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013).

4.6.2. Método SIM o Pulling Test

Simulación con software. Test de tracción + Factores de corrección. (ISA, 2006)

Se trata de valorar si su tronco se romperá o si sus raíces aguantarán un fuerte temporal. Primero se recoge datos del árbol y su entorno: especie, dimensiones, forma y densidad de la copa, exposición del viento, puntos potencialmente débiles, etc. Con esto se hará un cálculo, lo más exacto posible, de la carga o empuje real del viento sobre la copa de ese árbol concreto. A continuación se trepa al árbol, buscando los puntos débiles donde se aplicarán los elastómeros. Seguidamente, se sujeta en la parte alta del tronco un cable de acero. Este cable se tracciona desde el suelo mediante un “tractel” al que se incorpora un dinamómetro para poder estimar la tracción que se ejerza en cada momento. El “pullin test” solo sirve para troncos verticales; no sirve para grandes ramas horizontales. (Sánchez-Blanco *et al.* 2013)

4.6.3. Método VTA (Visual tree assesment)

Matheck y la U. Kalsruhe (1994), indican que no siempre se manifiesta, podredumbres internas o reducciones de copa por poda pueden ser causas de que el árbol no detecte ‘fallos’.

1. Fase visual. Primera selección de ejemplares problemáticos
2. Fase instrumental. Clasifica ejemplares problemáticos por categorías. De nulo hasta alto riesgo.

Objetivo de la EVA (Evaluación Visual del Árbol):

- Estudio visual del ejemplar sin “máquinas”.
- Biología: salud del árbol.
- Estructura: disposición y proporciones entre cuello, tronco, ramas.
- Mecánica: estabilidad (detección de primeros riesgos y cercanía a objetivo).
- Estudio de la relación árbol-entorno (natural o urbano).

La ISA (2006) menciona que más allá de la detección del riesgo, es necesario la Valoración, Tratamiento y prevención, Gestionar el riesgo: Con especialistas y Mitigándolo, limitándolo, asumiéndolo.

La identificación y el manejo de los riesgos asociados a arboles es un proceso subjetivo. Dado que la naturaleza del quiebre de árboles permanece desconocida, nuestra capacidad para predecir qué árboles pueden caer y de qué manera se limita. Tal como se practica actualmente, la evaluación de los árboles implica examinar un árbol por sus defectos estructurales, asociando esos defectos con un patrón conocido de fracaso y calificando el grado de riesgo. (Matheny y Clark, 1994)

La valoración de los árboles peligrosos involucra tres componentes: 1) Un árbol con el potencial de caer, 2) un ambiente que puede contribuir con dicha falla, 3) una persona u objeto que sea dañado o lesionado. Por definición, una situación peligrosa necesita la presencia de un árbol defectuoso y un objetivo. A menos que el objetivo no esté presente, un árbol no puede ser peligroso. Como resultado, la valoración del peligro no se limita únicamente a la evaluación del fallo potencial. La evaluación del peligro debe considerar la presencia potencial de un objetivo (Matheny y Clark, 1994).

Una serie de enfoques filosóficos y metodologías han sido aplicados para la valoración de los árboles peligrosos. En una de las primeras descripciones de la valoración de peligros, Wagener (1963) citado por Matheny 1994, se enfocó casi por completo en la identificación de los defectos estructurales y no discutió la evaluación del objetivo. Paine (1971) citado por Matheny 1994, definió el peligro como tener cuatro principales factores de riesgo: 1) una probabilidad de fallo, 2) una probabilidad de impacto en un objetivo, 3) un daño potencial (quiebre de pequeñas ramas frente a árboles enteros), y 4) el valor del objetivo (escala de la pérdida). Él asignó un valor numérico para cada factor, luego los multiplicaba entre sí. El valor de resultado se denominó “Número de control del peligro”, una medida del nivel de riesgo. Enunció que tanto un árbol defectuoso como el objetivo deben estar presentes para que el riesgo exista. La evaluación del árbol y el objetivo forma las bases para la mayoría de los sistemas de riesgo empleados.

Matheny, Clark 1994, propone el índice de peligrosidad calculando con la suma de otros índices: POTENCIAL DE FALLA+ TAMAÑO DE LA PARTE (DAÑO POTENCIAL)+ +VALOR DEL OBJETIVO = ÍNDICE DE PELIGROSIDAD.

5. METODOLOGÍA

5.1. Área de Estudio

Tabla N° 1: Datos generales de la ubicación del distrito de San Borja.

UBICACIÓN		
Departamento	Lima	
Provincia	Lima	
Distrito	San Borja	
Región Geográfica	Costa(X) Sierra() Selva()	
Superficie	9.96 Km2	
Altitud	150 m.s.n.m	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
NORTE	Latitud	12°05`26.85``
	Longitud	76°59`06.25``
ESTE	Latitud	12°06`49.59``
	Longitud	76°58`33.82``
SUR	Latitud	12°06`58.05``
	Longitud	77°00`26.18``
OESTE	Latitud	12°06`34.93``
	Longitud	77°00`40.12``
LÍMITES		
NORTE	Distritos de La Victoria, San Luis y Ate Vitarte.	
SUR	Distritos de Surquillo y Santiago de Surco	
ESTE	Distritos de Santiago de Surco	
OESTE	Distrito de San Isidro	

5.2. Descripción del Centro Laboral

5.2.1. Razón Social

Municipalidad de San Borja.

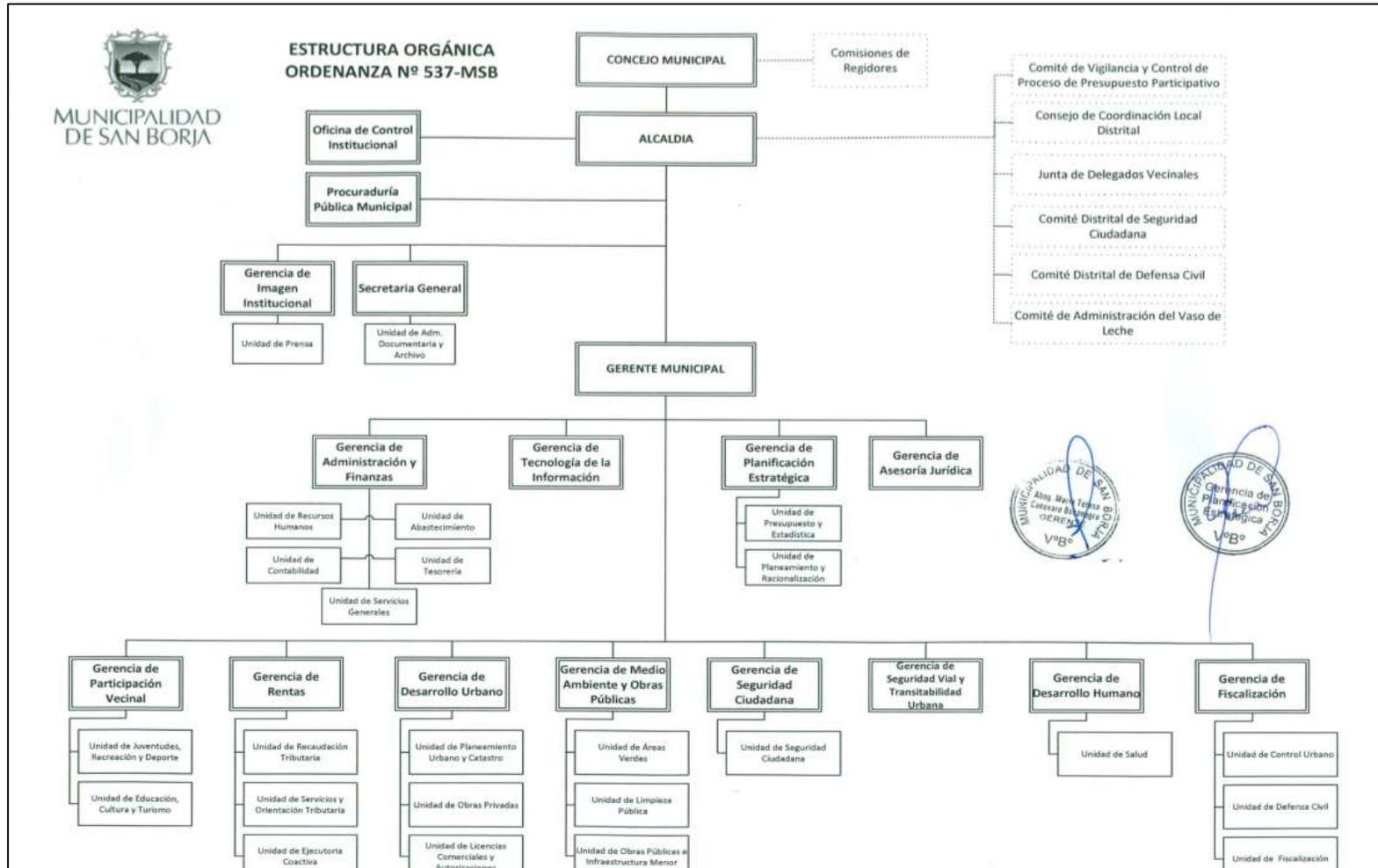
RUC: 20131373741

Av. Joaquin Madrid N° 200 - San Borja

5.2.2. Sector al que Pertenece

Entidad del estado. Municipalidad Distrital.

5.2.3. Estructura organizacional



Fuente: Ordenanza 537-MSB-2015. Reglamento de Organización y Funciones - ROF y la Estructura Orgánica de la Municipalidad Distrital de San Borja.

5.2.4. Número de servidores del área donde labora

La Unidad de Áreas Verdes de la Municipalidad de San Borja cuenta con 300 personas. El área de poda cuenta con 10 personas encargadas únicamente de las labores de poda de árboles y un supervisor.

5.2.5. Cargo que desempeña

Supervisora de Poda de Árboles.

5.3. Funciones desempeñadas

- Supervisión del personal de poda de árboles.
- Capacitación del personal de poda de árboles.
- Atención de las solicitudes de poda de los vecinos del distrito.
- Programación diaria, semanal y anual de las actividades del distrito.
- Reporte de las actividades de poda.
- Evaluación de riesgo de los árboles del distrito que así lo requieran.
- Registro y análisis de datos de árboles y ramas caídas.
- Charlas en colegios del distrito sobre programas de arborización.
- Elaboración de procedimientos de trabajos a mi cargo.

5.4. Descripción de situaciones: Base de datos Inventario 2012

Se efectuó la evaluación del total de individuos 18886 del distrito, entre árboles y palmeras, en este inventario de incluyo individuos con DAP mayor a 10 cm.

Dicho inventario fue validado el 2012. Entre los parámetros evaluados se consideró realizar una evaluación de riesgo, para ellos se tuvo en cuenta 9 criterios de evaluación de riesgo, los cuales se describirán a continuación.

5.4.1. Criterios de evaluación

5.4.1.1. Altura total (R1)

Tabla N° 2: Cálculo del Rango de criterio 1 (R1)

Rango de altura total (m)	Descripción	Rango de criterio (R1)
1-4m>	Pequeño (P)	1
<4-8>	Mediano (M)	2
<4-8>	Alto (A)	3
≥ 12	Muy alto (Ma)	4

5.4.1.2. Dianas (R2)

Distancia en metros del individuo arbóreo a un objetivo (juego de niños, vereda, banca, pista, etc.) en metros (Ver Figura N°20):

Tabla N° 3: Calculo del Rango de criterio 2 (R2)

Rango de distancias (m)	Descripción	Rango de criterio (R2)
0	Sin objetivo cerca	N
0-1>	Muy cerca	MC
1-2>	Cerca	C
5>	Lejos	L
≥ 12	Muy lejos	ML

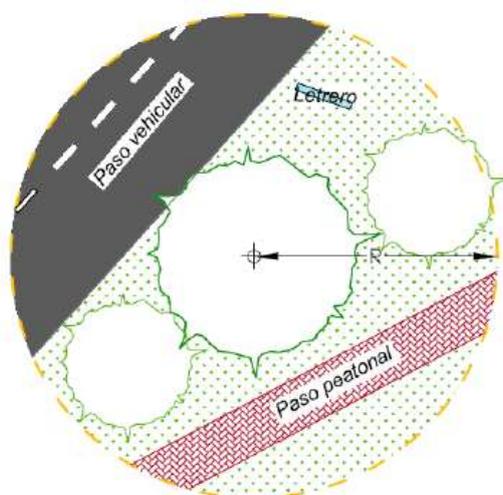


Figura N° 20: Forma de cálculo de las Dianas.

5.4.1.3. Raíces (R3)

Tabla N° 4: Cálculo del Rango de criterio 3 (R3)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	Rango de criterio (R3)
Raíces sin exposición (SE)	Árboles con raíces descubiertas por el suelo de 0% a 24%	1
Raíces levemente expuestas(L)	Árboles con raíces descubiertas por el suelo de 25% a 49%	2
Raíces moderadamente expuestas (M);	Árboles con raíces descubiertas por el suelo de 50% a 74%	3
Raíces con severamente expuestas (S)	Árboles con raíces descubiertas por el suelo de 75% a 100%	4

5.4.1.4. Inclinación (R4)

Tabla N° 5: Cálculo de Rango de Criterio 4 (R4)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	Rango de criterio (R4)
Ligeramente inclinado (L)	15 - 30%	1
Inclinado (I)	>30 – 40%	2
Muy inclinado (M)	>40 – 50%	3
Gravemente inclinado (G)	>50%	4

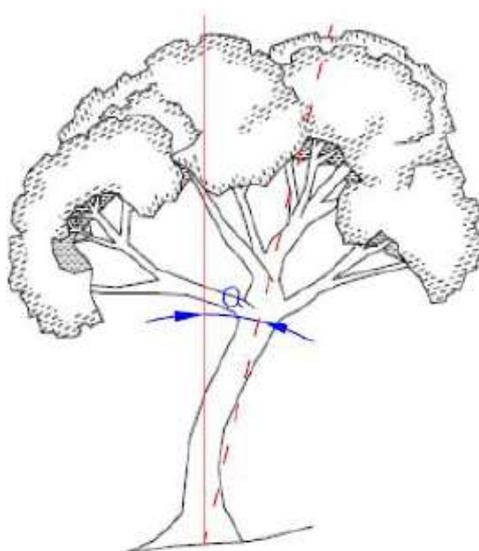


Figura N° 21: Inclinación de un árbol.

5.4.1.5. Codominancia (R5)

Codominancia en el individuo. Cantidad de ramas que presentan este defecto:

Tabla N° 6: Cálculo de Rango de Criterio 5 (R5)

CRITERIO	Rango de criterio (R5)
#ramas<2	1
#ramas<3	2
#ramas< 6	3
#ramas>6	4

5.4.1.6. Ramas peligrosas (R6)

Tabla N° 7: Cálculo de Rango de Criterio 6 (R6)

Tipo de Rama	Criterio (r1)	Cantidad de Ramas	Criterio (r2)
Muy alargada (A)	2	#ramas<2	1
Inclinada (I)	3	#ramas<3	2
Sobrepeso (S)	4	#ramas< 6	3
Normal (N)	1	#ramas>6	4

$$r1 + r2 = R6$$

Los tres últimos criterios de evaluación consideran la ubicación y área de la zona afectada, dividiendo el árbol o palmera en tres partes principales.

Tabla N° 8: Cálculo de Rango de Criterio 7 (R7).

Ubicación (Ver Figura N°13)	Área afectada
Primer tercio (1/3)	< 50 % Pequeño (P)
	50 - 70 % Mediano (M)
	> 70% Grande (G)
Segundo tercio (2/3)	< 50 % Pequeño (P)
	50 - 70 % Mediano (M)
	> 70% Grande (G)
Tercer tercio (3/3)	< 50 % Pequeño (P)
	50 - 70 % Mediano (M)
	> 70% Grande (G)

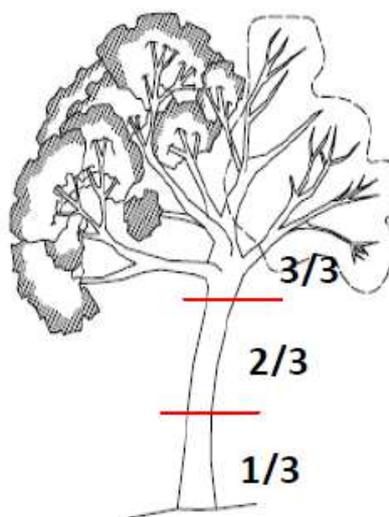


Figura N° 22: División del árbol para evaluación.

5.4.1.7. Oquedad (R7)

r1=Ubicación

Depende de la ubicación de donde se encuentra la oquedad, el individuo se divide en 3 tercios, siendo el primer tercio (1/3) la base y parte del fuste, el segundo tercio (2/3) la parte media del fuste hasta el inicio del punto de copa y el tercer tercio (3/3) las ramas y copa.

Tabla N° 9: Cálculo de Rango de Criterio 8 (R8)

Ubicación	Criterio (r1)	Cantidad de Ramas	Criterio (r2)
1/3=1	3	Pequeño	2
2/3=2	2	Mediano	3
3/3=3	1	Grande	4
Sin daño=0	0	Sin daño	1

$$r1 + r2 = R7$$

5.4.1.8. Pudrición (R8)

r1: Ubicación

Depende de la ubicación de donde se encuentra la pudrición, el individuo se divide en 3 tercios, siendo el primer tercio (1/3) la base y parte del fuste, el segundo tercio (2/3) la parte media del fuste hasta el inicio del punto de copa y el tercer tercio (3/3) las ramas y copa.

Tabla N° 10: Cálculo de Rango de Criterio 9 (R9)

Ubicación	Criterio (r1)	Cantidad de Ramas	Criterio (r2)
1/3=1	3	Pequeño	2
2/3=2	2	Mediano	3
3/3=3	1	Grande	4
Sin daño=0	0	Sin daño	1

$$r1 + r2 = R8$$

5.4.1.9. Ataque de insectos (R9)

r1: Ubicación

Depende de la ubicación de donde se encuentra el ataque de insectos, el individuo se divide en 3 tercios, siendo el primer tercio (1/3) la base y parte del fuste, el segundo tercio

(2/3) la parte media del fuste hasta el inicio del punto de copa y el tercer tercio (3/3) las ramas y copa.

Tabla N° 11: Cálculo de Rango de Criterio 10 (R10)

Ubicación	Criterio (r1)	Cantidad de Ramas	Criterio (r2)
1/3=1	3	Pequeño	2
2/3=2	2	Mediano	3
3/3=3	1	Grande	4
Sin daño=0	0	Sin daño	1

$$r1 + r2 = R9$$

5.4.2. Valor de riesgo

La suma de los criterios da un valor de riesgo, luego de evaluado y calculado los criterios (R) estos se suman. El valor numérico será como mínimo 0 y máximo 77.

VALOR DE RIESGO: $R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 + R7 + R8 + R9$

El valor calculado tiene un valor de riesgo, el cual se clasifica de la siguiente manera:

Tabla N° 12: Valor de riesgo según rango propuesto.

VALOR DE RIESGO	CRITERIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO
Muy Leve	[0-24>
Leve	<25-38>
Moderado	<39-52>
Riesgoso	<53-66>
Muy Riesgoso	>=66

5.5. Registro de datos 2015

5.5.1. Toma de datos de incidentes reportados.

Desde enero del 2015 se inició con el registro de incidentes de rama árbol caído, en dicho registro de tomo la siguiente información:

- a. Sector: El distrito de San Borja está dividido el 12 sectores, para fines de interés de la municipalidad se reporta por sectores.
- b. Lugar
 - i. Tipo (avenida, parque, calle, jirón, etc.)
 - ii. *Nombre (nombre del lugar del incidente)
 - iii. Referencia (número de cuadra, número de predio, etc.)
- c. Mes
- d. Especie (nombre común)
- e. Altura (m)
- f. DAP (m)
- g. Estado (bueno, regular, malo)
- h. Causa (pudrición, daño mecánico, etc.)
- i. Parte dañada (rama, árbol, estípote)
- j. Daño ocasionado (daños a la infraestructura o personas)
- k. Intensidad del daño (bajo, medio alto)
- l. Posible motivo (descripción de lo evaluado)
- m. Fechas
 - i. Fecha de caída (fecha en que se cayó el árbol o rama)
 - ii. Fecha en que se reportó al área correspondiente. (fecha en que reportan a la unidad de áreas verdes para la atención correspondiente)

5.5.2. Identificación de defectos

Luego de la toma de datos y análisis de los casos más recurrentes se consideran los defectos más significativos que afectan la estabilidad de las ramas y la totalidad del árbol.

- Madera muerta
- Grieta
- Uniones débiles
- Horquillas
- Desmoches
- Arquitectura débil
- Pudrición
- Cancro
- Problema de raíz
- Hueco
- Ahusamiento/conicidad
- Malas condiciones de la copa

Cada una de estas afecta a determinada parte del árbol, para hacer un mejor estudio, el árbol se divide nuevamente en 3 partes, pero se enfatiza la base y raíz, puesto que son las zonas más críticas.

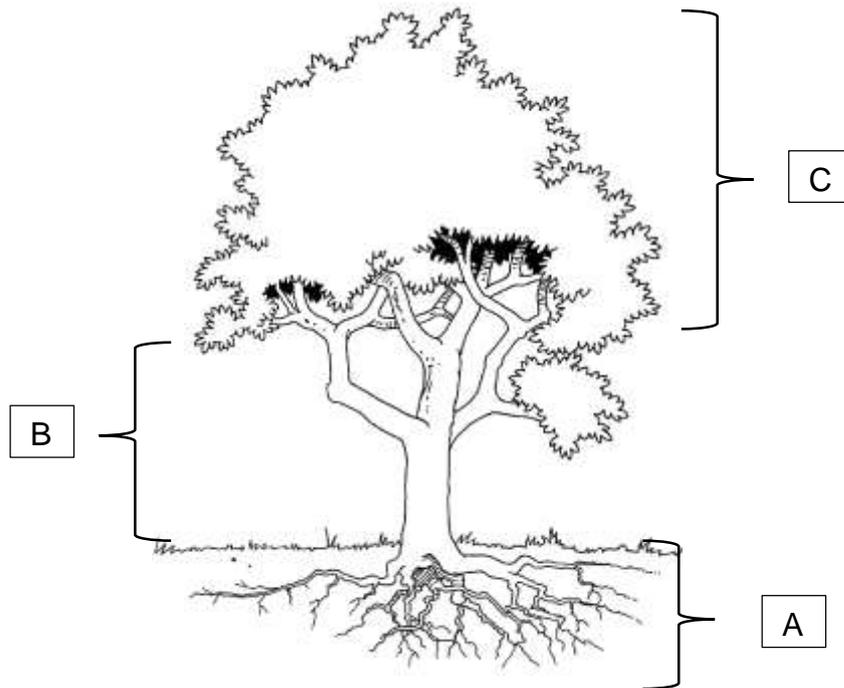


Figura N° 23: División del árbol para nueva evaluación. A: Base y raíz; B: Fuste; C: copa y ramas.

Tabla N° 13: Valor de riesgo según rango propuesto.

PRIORIDAD	DEFECTO
1	MADERA MUERTA PUDRICIÓN PROBLEMA DE RAÍZ
2	GRIETA CANCRO HUECO
3	UNIONES DÉBILES HORQUILLAS ARQUITECTURA DÉBIL
4	DESMOCHES AHUSAMIENTO/CONICIDAD MALAS CONDICIONES DE COPA

5.5.3. Identificación del entorno

5.5.3.1. Tipo de Riego

Principalmente se identificó el tipo de riego usado en la zona:

- Inundación/gravedad
- Aspersión
- Cisterna
- Manguera
- Otros

5.5.3.2. Intensidad de daño

- Bajo: no causo daño o fue pequeño.
- Medio: Daño regular afectando infraestructura.
- Alto: daño a personas, y daño grave a la infraestructura.

5.5.3.3. Daño ocasionado

En caso exista daño especificar que daños causo.

5.6. Método propuesto

Según los principales defectos encontrados se propone el siguiente registro de datos para identificar si los individuos evaluados presentan condiciones de riesgo.

5.6.1. Información general de la especie

5.6.1.1. Código

Para mejor identificación de los árboles evaluados, se deberá colocar un código por cada individuo.

5.6.1.2. Ubicación

- Sector: 12 sectores en total para el distrito de San Borja.
- Tipo: Avenida, Parque, Calle, Jirón, Alameda, Pasaje.
- Nombre: del lugar
- Referencia: lo más cercana posible para identificar el lugar en campo del individuo.

5.6.1.3. Identificación

- Nombre común
- Nombre científico

5.6.1.4. Características físicas

- Altura en metros
- CAP: en campo con cinta métrica se mide la circunferencia.
- DAP: en gabinete de hace la conversión:

$$DAP = CAP/\pi$$

- Radios de copa (x, -x, y, -y) en metros.

El índice de riesgo como lo denomina Mathen (1994) es la suma de 3 factores: Potencial de caída (evaluado únicamente del individuo), tamaño de la parte (dimensión y proyección de caída) y calificación del objetivo (depende ubicación del individuo en relación con objetivos cercanos).

5.6.2. Potencial de Caída

De acuerdo a la identificación de defectos, en la metodología propuesta se divide en tres partes: raíz/base, fuste, ramas/copa, teniendo como parte más crítica en fallar el sistema de raíces y la base del árbol, seguido del fuste y finalmente las ramas y copa. Además el orden también refiere a la intensidad de daño en caso alguna de esas partes falle.

5.6.2.1. Raíz/Base

Defectos:

- Criterio de evaluación 1: Raíz afectada

Tabla N° 14: Cálculo para CE 1 raíz afectada.

Raíz afectada	% del total	Criterio de evaluación (CE1)
SI	Más del 40%	2
NO	Menos del 40%	1

- Criterio de evaluación 2: Ruptura de suelo

Tabla N° 15: Cálculo para CE 2 ruptura de suelo

Ruptura del suelo	Protuberancia en el suelo	Criterio de evaluación (CE2)
SI	Evidente	2
NO	imperceptible	1

- Criterio de evaluación 3: Pudrición

Tabla N° 16: Cálculo para CE 3 pudrición.

Pudrición	Cuerpo fructífero	Porcentaje de infección	Criterio de evaluación (CE3)
Ninguna	No	0-5	1
Leve	No	5-15	2
Regular	No	15-30	3
Moderada	Si	30-60	4
Severa	Si	60-más	5

- Criterio de evaluación 4: Madera muerta

Tabla N° 17: Cálculo para CE 4 madera muerta

Madera muerta	Porcentaje de daño	Criterio de evaluación (CE4)
Ninguna	0-5	1
Leve	5-15	2
Regular	15-30	3
Moderada	30-60	4
Severa	60-más	5

- Criterio de evaluación 5: hueco

Tabla N° 18: Cálculo para CE 5 hueco.

Hueco	Porcentaje de madera muerta	Criterio de evaluación (CE5)
Pequeño	0-20	1
Mediano	20-50	2
Grande	50-a más	3

El primer criterio de potencial es referente a la raíz y base y es calculado de la siguiente manera.

$$CP1 = PROMEDIO(CE1, CE2, CE3, CE4, CE5) \times 1.5$$

5.6.2.2. Fuste

- Criterio de evaluación 6: Cancro

Tabla N° 19: Cálculo para CE 6 Cancro.

Cancro	Porcentaje de que ocupa	Criterio de evaluación (CE6)
Pequeño	0-25	1
Mediano	25-50	2
Grande	50-a más	3

Criterio de evaluación 7: Pudrición de fuste

Tabla N° 20: Cálculo para CE 7 pudrición de fuste.

Pudrición	Cuerpo fructífero	Porcentaje de infección	Criterio de evaluación (CE7)
Ninguna	No	0-5	1
Leve	No	5-15	2
Regular	No	15-30	3
Moderada	Si	30-60	4
Severa	Si	60-más	5

Criterio de evaluación 8: Madera muerta

Tabla N° 21: Cálculo para CE 8 pudrición.

Madera muerta	Porcentaje de daño	Criterio de evaluación (CE8)
Ninguna	0-5	1
Leve	5-15	2
Regular	15-30	3
Moderada	30-60	4
Severa	60-más	5

Criterio de evaluación 9: Huevo en fuste

Tabla N° 22: Cálculo para CE 9 Huevo en fuste.

Huevo	Porcentaje de madera muerta	Criterio de evaluación (CE9)
Pequeño	0-20	1
Mediano	20-50	2
Grande	50-a más	3

- Criterio de evaluación 10: Grieta

Tabla N° 23: Cálculo para CE 10 Grieta.

Grieta	Porcentaje de daño	Criterio de evaluación (CE10)
Ninguna	0-5	1
Leve	5-15	2
Regular	15-30	3
Moderada	30-60	4
Severa	60-más	5

El segundo criterio de potencial es referente a fuste y es calculado de la siguiente manera.

$$CP2 = PROMEDIO(CE6, CE7, CE8, CE9, CE10) \times 1.2$$

5.6.2.3. Ramas/Copa

- Criterio de Evaluación 11: Historial de poda

Tabla N° 24: Cálculo para CE 11 Historial de poda.

Tipo de poda	Porcentaje de daño	Criterio de evaluación (CE11)
Adecuada	Cortes adecuados 30% máximo de copa	1
Elevada	Más de 1/3 de copa	2
Severa	40-60%	3
Desmoche	80-100% de copa eliminada con cortes inadecuados	4

- Criterio de Evaluación 12: Color de follaje

Tabla N° 25: Cálculo para CE 12 color de follaje.

Color de follaje	Porcentaje de daño	Criterio de evaluación (CE12)
Normal	Copa en buen estado	1
Clorótico	Más del 50% con hojas cloróticas	2
Necrótico	Más del 50% con hojas necróticas	3

- Criterio de Evaluación 13: Densidad

Tabla N° 26: Cálculo para CE 13 Densidad de copa.

Densidad de copa	Porcentaje de daño	Criterio de evaluación (CE13)
Normal	Copa en buen estado	1
Escaso	Menos del 50% de copa	2

- Criterio de Evaluación 14: Grieta en ramas

Tabla N° 27: Cálculo para CE 14 Grieta en ramas.

Grieta	Porcentaje de daño	Criterio de evaluación (CE14)
Ninguna	0-5	1
Leve	5-15	2
Regular	15-30	3
Moderada	30-60	4
Severa	60-más	5

- Criterio de Evaluación 15: Horquilla

Tabla N° 28: Cálculo para CE 15 Horquilla.

Horquilla	Tamaño de rama	Criterio de evaluación (CE15)
Sin corteza incluida (NO)	-	1
Corteza incluida	Ramas de gran tamaño más de 2/3	2

- Criterio de Evaluación 16: Uniones débiles

Tabla N° 29: Cálculo para CE 16 Uniones débiles.

Uniones débiles	Cantidad de ramas de un mismo punto	Criterio de evaluación (CE16)
SI	Más de 3 ramas	2
NO	3 ramas o menos	1

- Criterio de Evaluación 17: Arquitectura débil

Tabla N° 30: Cálculo para CE 17 Arquitectura débil.

ARQUITECTURA DÉBIL	TIPO	CRITERIO DE EVALUACIÓN (CE17)
SI	Ramas alargadas, inclinadas y con débil ángulo de inserción	2
NO	-	1

El tercer criterio de potencial es referente a las ramas y copa y es calculado de la siguiente manera:

$$CP3 = PROMEDIO(CE11, CE12, CE13, CE14, CE15, CE16, CE17)$$

Obtenido el criterio potencial de cada parte del árbol, podemos obtener el potencial de caída del individuo.

$$POTENCIAL DE CAIDA = PROMEDIO(CP1, CP2, CP3)$$

5.6.3. Tamaño de la parte

Según la evaluación realizada se identifica cuál es la parte más propensa a caer y luego si esta parte representará algún peligro.

- Criterio de evaluación 18: Tipo de parte a fallar

Tabla N° 31: Cálculo para CE 18 Tipo de parte a fallar.

TIPO	Criterio de evaluación (CE18)
Rama	2
Árbol	3

- Criterio de evaluación 19: Tamaño de las partes

Tabla N° 32: Cálculo para CE 19 Tamaño de las partes.

TAMAÑO	TAMAÑO DE LA PARTE A FALLAR	CRITERIO DE EVALUACIÓN (CE19)
Pequeño	30% de la dimensión	2
Mediano	30-60%	3
Grande	60-a más	4

$$TAMAÑO\ OBJETIVO = PROMEDIO(CE18, CE19)$$

5.6.4. Calificación del objetivo

Si no existe objetivo cercano a un árbol este deja de ser peligroso, puesto que el nivel de riesgo se mide por el daño que pueda ocasionar, asimismo el tránsito en la zona influye en este nivel de riesgo.

- Criterio de evaluación 20: Cercanía a objetivo

Tabla N° 33: Cálculo para CE 20 Cercanía a objetivo.

TIPO DE OBJETIVO	CERCANIA A OBJETIVO	PELIGROSIDAD	CRITERIO DE EVALUACIÓN (CE20)
Banca, juego de niños, pasos peatonales, etc.	Distancia del individuo al tipo de objetivo.	Altura del árbol-Cercanía a objetivo=mayor igual a 1	2
Banca, juego de niños, pasos peatonales, etc.	Distancia del individuo al tipo de objetivo.	Altura del árbol-Cercanía a objetivo= 0	1
Sin objetivo	-		1

- Criterio de evaluación 21: Transito

Tabla N° 34: Cálculo para CE 21 Transito.

FRECUENCIA	CRITERIO DE EVALUACIÓN (CE21)
Ocasional	1
Regular	2
Frecuente	3
Concurrido	4

$$CALIFICACION\ OBJETIVO = PROMEDIO(CE20, CE21)$$

5.6.5. Valor de Riesgo

El valor de riesgo o Índice de riesgo lo calculamos sumando los tres factores descritos, es decir:

$$\mathbf{ÍNDICE\ DE\ RIESGO = Potencial\ de\ caída + Tamaño\ objetivo + Calificación\ de\ objetivo}$$

Tabla N° 35: Rango del Potencial de riesgo.

ÍNDICE DE RIESGO	POTENCIAL DE RIESGO
0-4	Leve
5-8	Moderado
9-12	Grave

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el año 2015 se obtuvieron 70 casos con incidentes de árboles, 44 fueron de ramas caídas, 1 de estípite de palmera y 25 de árboles caídos.

6.1. Resultados Obtenidos en el 2012

Se hizo un comparativo de los 70 casos, ubicándolos en el inventario del 2012 y cuál fue su valor de riesgo en esa época.

6% de los casos reportaron un nivel de riesgo “moderado” y 94% presentaron nivel leve y muy leve.

Tabla N° 36: Valor de riesgo de árboles en el 2012.

VALOR DE RIESGO	CANTIDAD DE CASOS
Muy leve	40
Leve	26
Moderado	4
Total general	70



Figura N° 24: Porcentaje del Valor de riesgo de árboles en el 2012.

6.2. Resultados Obtenidos en el 2015

6.2.1. Casos registrados

Tabla N° 37: Comparativo entre evaluación 2012 y casos registrados 2015.

Casos de caída 2015	Valor de riesgo 2012			Total general
	Muy leve	Leve	Moderado	
ARBOL	13	9	3	25
ESTÍPITE		1		1
RAMA	27	16	1	44
Total general	40	26	4	70

Según los resultados del 2012 de los 25 casos de árboles caídos 13 indicaron en el 2012 que presentaban riesgo muy leve 9 leve y únicamente 3 riesgo moderado. Para el caso de ramas se registraron 44 casos de los cuales 27 reportaron en el 2012 riesgo muy leve, 16 riesgo leve y 1 riesgo moderado.

6.2.2. Por especie

El “molle costeño” es la especie con mayor incidencia de casos de árbol y ramas caídos, seguido de la “melia”.

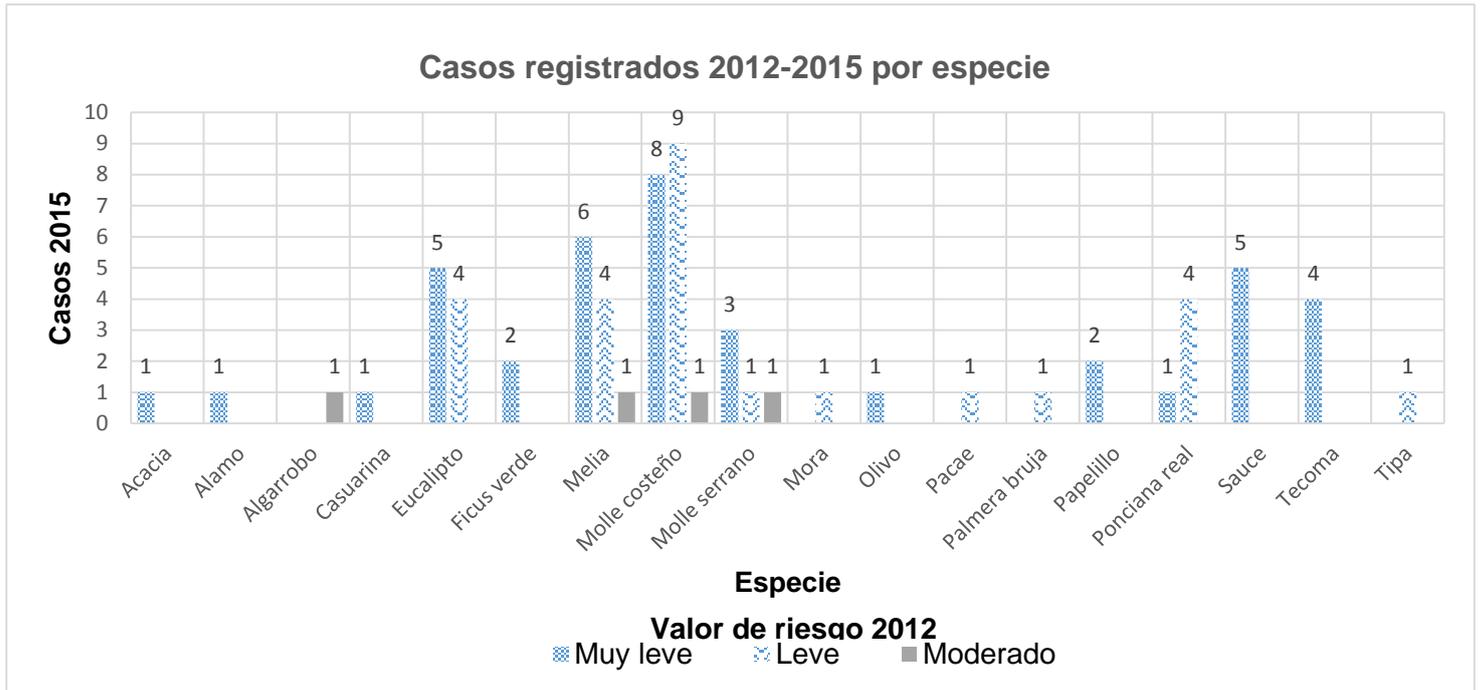


Figura N° 25: Casos registrados 2015 y comparativo con el 2012 por especie.

El “molle costeño” tuvo 18 casos de incidencia de caída en el 2015 de los cuales según el valor de riesgo del 2012, 8 tuvieron nivel de riesgo muy leve, 9 leve y solo 1 nivel moderado (Ver Figura N° 25).

La “Melia” presentó 11 casos en el 2015, de los cuales 8 presentaron nivel de riesgo muy leve. 9 leve y únicamente 1 nivel moderado.

En todas las especies se observa que el nivel de riesgo es de muy leve a leve

6.2.3. Por entorno

Riego

Un factor importante para considerar es el riego, el 57% de los árboles son regados por gravedad o inundación.

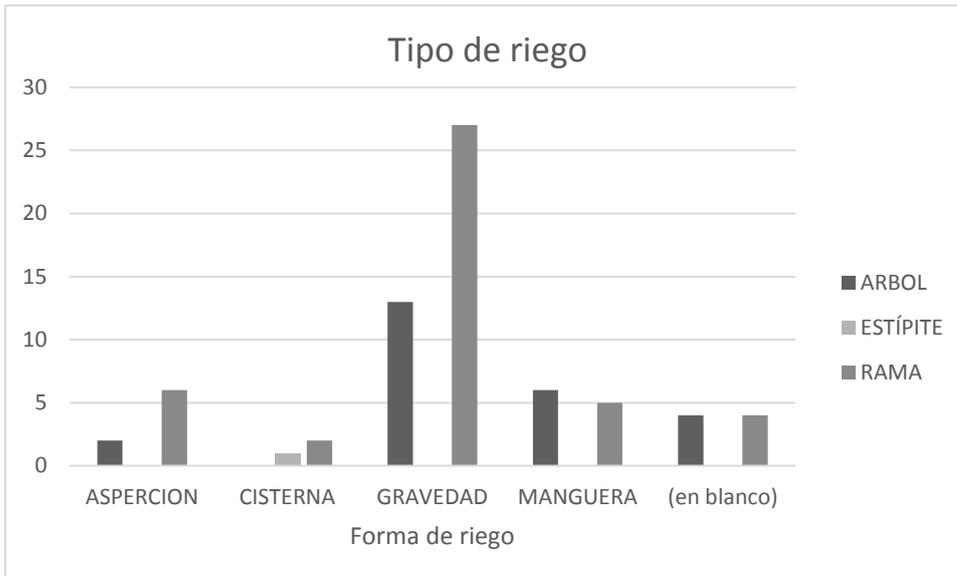


Figura N° 26: Casos por tipo de riego.

Intensidad de daño

De los 70 casos registrados 54% presento nivel medio, 44% bajo y 1% intensidad alta (Ver Figura N°26). El 2% afecto la infraestructura privada y el 11% infraestructura pública (veredas, sardineles).



Figura N° 27: Intensidad de daño ocasionado.

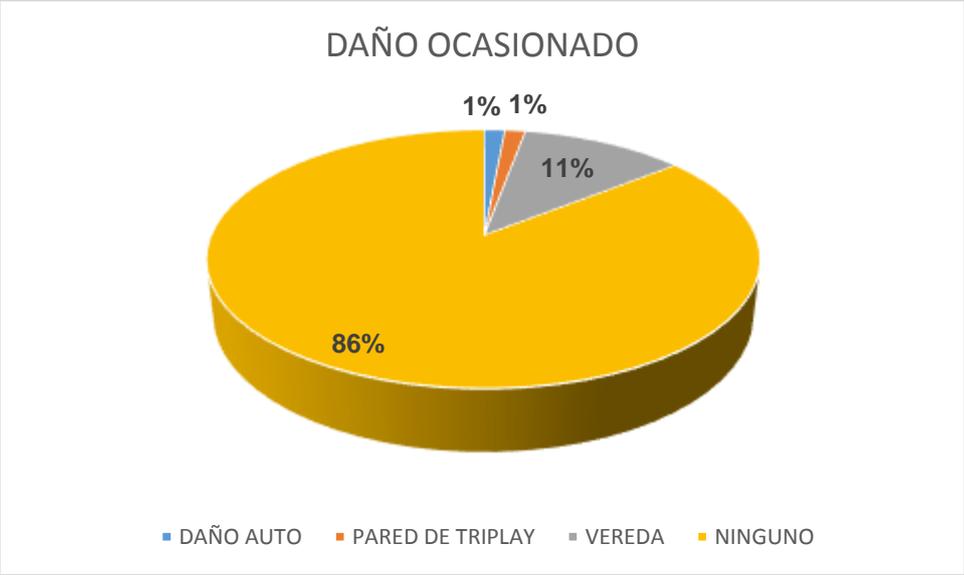


Figura N° 28: Daño ocasionado.

7. CONCLUSIONES

- De acuerdo a las evaluaciones realizadas a los árboles del distrito de San Borja, los criterios para la determinación de niveles de riesgo generados por los árboles son 21 agrupados en 3 tipos de índices de riesgo: POTENCIAL DE CAÍDA + TAMAÑO DE LAS PARTES + CALIFICACIÓN DEL OBJETIVO. La metodología propuesta prioriza estos 3 índices los cuales pueden ser obtenidos durante la evaluación visual de forma práctica y sin uso de equipos costosos.
- El potencial de caída propone evaluar al árbol dividido en 3 partes: raíz/base, fuste y ramas/copa agrupando los siguientes criterios: raíz afectada, ruptura de suelo, pudrición, madera muerta, hueco, cancro, pudrición fuste, madera muerta en fuste, hueco en fuste, grietas, historial de poda, color de follaje, densidad de copa, grieta en ramas, horquillas, uniones débiles y arquitectura débil.
- El índice de riesgo “Tamaño de las partes” propone evaluar 2 criterios: tipo de la o las partes a fallar y tamaño de las partes.
- El índice de riesgo “Calificación del Objetivo” propone evaluar 2 criterios: Cercanía a objetivo y tránsito.
- Durante el año 2015 se registraron 70 incidentes con árboles (árbol, rama caído), estos individuos durante el 2012 fueron inventariados y se determinó su nivel de riesgo teniendo como resultado que el 6% de los casos tenía riesgo moderado, 26% leve y 40% muy leve. Para el caso de árboles, de los 25 casos de árboles caídos 13 indicaron en el 2012 que presentaban riesgo muy leve, 9 leve y únicamente 3 riesgo moderado. Para el caso de ramas se registraron 44 casos de los cuales 27 reportaron en el 2012 riesgo muy leve, 16 riesgo leve y 1 riesgo moderado.
- Las especies de “molle costeño”, “melia” y “eucalipto” son lo que presentan mayor incidencia de casos de ramas y árboles caídos. Estos en la evaluación realizada el 2012 presenten mayores casos con nivel de riesgo “Muy leve y “leve”.
- Una de las principales causas de la caída de árboles es la pudrición del sistema de raíces, este se acentúa en suelos intervenidos. Se considera que el riego es un parámetro importante a considerar, puesto que 57% de los casos fueron regados por inundación/gravedad esto sumado a algún daño de raíces o zonas perturbadas incrementa la probabilidad de potencial de caída.

- Para el caso de las ramas caídas, una de las principales causas es la arquitectura débil, este producto de las malas prácticas de poda o un inadecuado mantenimiento de los árboles.
- Las evaluaciones de riesgo de caída de los árboles deben aplicarse de manera periódica, puesto la identificación de peligro reduciría los casos de caídas intempestivas. El tiempo entre evaluaciones debe ser menor de 3 años puesto en períodos largos las condiciones del sitio y las propias del árbol pueden cambiar a causa de suelos perturbados o prácticas inadecuadas de poda.

8. RECOMENDACIONES

- Las evaluaciones de riesgo de caída deberían ser incluidas dentro de las ordenanzas municipales locales y distritales.
- Aplicar la metodología propuesta en una muestra del total de árboles del distrito.
- Identificar aquellos que presenten nivel de riesgo de moderado a grave y ubicarlos en el mapa del distrito a fin de crear un mapa de riesgo.
- Realizar la evaluación de riesgo 2 veces por año a los árboles que tengan nivel de riesgo moderado y grave y una vez por año aquellos que tengan nivel de riesgo leve.
- Las evaluaciones de riesgo de caída deberían ser incluidas dentro de las ordenanzas municipales locales y distritales.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bladini, Enric. 1992. Arboricultura General. Escuela De Ingeniería Técnica Agrícola Universidad Politecnica De Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Página 202 -203
- Basuk, N. 2002. Árboles. BROOKLYN BOTANIC GARDEN. Editorial Trillas. México DF. Páginas 21-23.
- Brudi, E. 2001. Estática de los árboles. Alemania. Conferencia sobre biomecánica de la Isa. Savannah.
- Chacalo, A., A. Aldama, and j .Grabinski. 2010. Street tree inventory in Mexico City. J. Arboric. 20:222-226. ELLINSON, MIKE. The Evolution of QTRA. USA.
- Costello, L., Hagen, B., Jones, K. 2001. Como reconocer peligros potencial de los árboles. Guia Fotográfica. Universidad de California Agricultura y Recursos Naturales. Publicación 21604. California, Estado Unidos. 3-9 pp.
- Drénou Christophe Drénou. 2000. La Poda de los Árboles ornamentales. Grupo Mundi-Prensa. Madrid, España. 32-34, 164-171 pp.
- Gary W. Hickman, Ed Perry, Richard Evans. 1995. Validation of a Tree Failure evaluation system. Journal of Arboriculture 21(5): September 1995 233
- Grey Gene, Deneke Frederick. 1986. Urban Forestry. Wiley, 1986. Michigan University. Estados Unidos. 299 pág.
- Sharon, Lilly. 2006. Gría para Trepadores de árboles. ISA (International Society of Arboriculture). Estados Unidos. 8 pp.
- James R. Clark, Nelda P. Matheny, Genni Cross, Victoria Wake. 1997. A model of urban forest sustainability. Journal of Arboriculture 23(1): January 1997 17.
- Lonsdale David. 2000. Hazard From Trees, Practice Guide. Forestry Commission. Forest Research. United Kingdom. Edinburgh.
- Matheny, Nelda; Clark, James. 1994. Evaluation Of Hazard Trees In Urban Areas. Segunda Edición. Isa (International Society Of Arboriculture). Illinois. Usa.
- Matheny, Nelda; Clark, James. 1991. Evaluation Of Hazard Trees In Urban Areas. Segunda Edición. Isa. Illinois. Usa.
- Municipalidad Distrital de San Borja. 2015. Ordenanza N°537 del Reglamento De Organización Y Funciones - ROF y La Estructura Orgánica De La Municipalidad Distrital De San Borja

- Municipalidad Metropolitana De Lima. 2014. Ordenanza N° 1852. Ordenanza Para La Conservación Y Gestión De Áreas Verdes En La Provincia De Lima.
- O'Brien, Joseph; Pokorny, Jill; Hauer, Richard; Johnson, Gary; Albers, Jana; Bedker, Peter; Mielke, Manfred Urban Tree Risk Management: A Community Guide to Program Design and Implementation.
- Olembo, R.J. & de Rham, P. 1987. Urban forestry in two different worlds. *Unasylva*, 39(155): 26-35.
- Rodríguez Barreal, N. A. 1998. Patología de la Madera. Ediciones Mundi-Prensa. Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Montes. Madrid. 35-37 pp.
- Rubiños Albrizzio, V. L., Díaz Vega, R. Y. 2013. Propuesta De Un Recorrido Ecoturístico Basado En Especies De Porte Arbóreo En El Parque Mariscal Castilla Y Alrededores En El Distrito De Lince-Lima Y Estudio De Su Impacto Ambiental. Trabajo De Titulación Para Optar El Título De Ingeniero Forestal e Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina. Ciclo Optativo De Profesionalización En Gestión De Calidad Y Auditoría Ambiental.
- Wareing P.F. 1964. La fisiología del árbol en relación con la genética y sus aplicaciones UNASYLVA. Nro. 73-74. Reunión FAO/IUFRO Sobre Genética Forestal.

10. ANEXOS

I. Cuadro de resultados 2012

CODIGO	NOMBRE COMUN	UBICACIÓN	DAP X	ALTURA TOTAL	FORMA DE COPA	CLASE DE COPA	DIAS	CONDICION DE LA RAIZ	INCL	CODOMINANCIA	RAMAS PELIGROSAS		OQUEDAD		PUDRICION			ATAQUE DE INSECTOS			VALORACION DEL RIESGO
											TIPO	Nº RAMAS	UBICACIÓN	AREA	UBICACIÓN	AREA	OBSE RVACION	UBICACIÓN	AREA	OBSE RVACION	
A-PQ71-S12-29	Acacia	Venecia	0.44	8	T	N		L		NO	N							1	M		Muy leve
A-AV9-BC-635	Alamo	San Borja Norte	0.32	6	B	C	0.2	SE	L	NO	N		2	M							Muy leve
A-AV4-BC-17	Algarrobo	Del Parque Norte	0.28	5	B	C	5	L		SI	I	3			1	M		1	G	ARAÑAS	Moderado
A-PQ74-S12-166	Casuarina	Aramburú y Salinas	0.26	10	B	N	2.5	SE		NO	N										Muy leve
A-PQ3-S2-27	Eucalipto	Pallardelli	0.42	6	B	N	1.4	L	I	NO	N										Muy leve
A-AV10-BAx-66	Eucalipto	San Borja Sur cuadra 8	0.40	13	T	I	13	SE	M	NO	A	3	1	M	1	M		3	P	Mosca blanca.	Muy leve
A-AV9-BC-96	Eucalipto	San Borja Norte	0.24	16	B	D	2.65	L	L	SI	S	2									Leve
A-PQ50-S8-328	Eucalipto	Almirante Grau	0.62	17	B	D	1.5	SE	I	NO	I	5			1	P					Leve
A-PQ50-S8-231	Eucalipto	Almirante Grau	0.24	12	T	C	17	L	I	SI	S	1									Leve
A-PQ50-S8-226	Eucalipto	Almirante Grau	0.14	8	T	I	20	SE	L	SI	N				1	P					Muy leve
A-PQ59-S9-69	Eucalipto	Andrés Avelino Cáceres	0.58	14	B	N	1	L		NO	A	2	2	P	1	P					Leve
A-PQ57-S9-18	Eucalipto	Mario Polar Ugarteche	0.37	9	B	C	3	L		NO	N							3	P	Mosca blanca	Muy leve
A-PQ71-S12-44	Eucalipto	Venecia	0.59	11	B	N		SE		NO	N										Muy leve
A-AL11-S1-BC-5	Ficus verde	Rafael Larco Hoyle S/N	0.12	4	B	N	1	SE		NO	N										Muy leve
A-PQ50-S8-198	Ficus verde	Almirante Grau	0.33	9	B	C	8	SE	L	SI	I	3						2	P	Trips	Muy leve
A-PQ6-S2-26	Melia	Virgen Inmaculada Concepción	0.29	7	Mpo	N	7	SE		SI	N										Muy leve
A-AV29-BLII-5	Melia	Luis Aldana 242	0.10	3.5	T	N	1	SE		NO	N										Muy leve

A-AV7-BLI-24	Melia	Guardia civil con Av. San Borja Norte	0.48	9	T	N	1	SE	L	NO	N									Muy leve	
A-PQ14-S3-14	Melia	Confraternidad de las Américas	0.23	8	MPO	N	3	SE	L	SI	S	1	2	G						Leve	
A-PQ14-S3-2	Melia	Confraternidad de las Américas	0.21	8	Po	N	3.5	SE	L	SI	S	5	1	P						Leve	
A-PQ56-S8-75	Melia	De los periodistas	0.38	10	B	D	4	SE	I	SI	I	4								Leve	
A-PQ58-S9-28	Melia	Libertador San Martín	0.16	6	T	S	21	SE	L	NO	N				2	P				Muy leve	
A-PQ58-S9-70	Melia	Libertador San Martín	0.25	8	B	I	10	L	I	NO	N		2	P	1	P				Leve	
A-PQ58-S9-60	Melia	Libertador San Martín	0.20	6	B	S	4	SE	L	SI	N		1	P	2, 3	P				Muy leve	
A-PQ58-S9-72	Melia	Libertador San Martín	0.17	6	T	S	15	SE	L	SI	N		1	G	1	G				Moderado	
A-PQ58-S9-46	Melia	Libertador San Martín	0.26	6	B	I	13	M	L	NO	N		2	P	2	P				Muy leve	
A-CA191-S1-BC-13	Molle serrano	Boulevard de la Literatura	0.28	5	T	N	0.5	SE		NO	N									Muy leve	
A-PQ3-S2-12	Molle costeño	Pallardelli	0.28	7	B	N	0.2	L	I	SI	N									Muy leve	
A-PQ23-S4-55	Molle costeño	Los Sauces	0.26	6	P	D	2.2	L	I	NO	N									Muy leve	
A-AV21-BC-254	Molle costeño	Boulevard de Surco cuadra 4 con Jr. Paseo del bosque cuadra 8	0.23	8.5	P	C		L	M	NO	S	2	2	P	1	P	Pudrición externa, moho en la base	1	M	Barrenadores	Muy leve
A-AV10-BA-37	Molle costeño	San Borja sur cuadra 7, desde Jr. Fray Luis de León hacia Av. Aviación	0.25	7.5	P	I	14	L	M	SI	N		1	P	2	P		2	P	Mosca Blanca	Leve
A-AV10-BA-28	Molle costeño	San Borja sur cuadra 7, desde Jr. Fray Luis de León hacia Av. Aviación	0.25	7	B	I	20	SE	I	SI	N		1	P	2	P		3	P	Mosca Blanca	Leve
A-PQ49-S7-116	Molle costeño	Juan Gris	0.17	5	B	C	1.1	SE		SI	N										Muy leve
A-PQ50-S8-122	Molle costeño	Almirante Grau	0.28	7	T	C	4	L	I	SI	A	4	1	P							Leve

A-PQ50-S8-167	Molle costeño	Almirante Grau	0.34	5	B	C	10	L	I	SI	N		1	M			2	P		Leve	
A-PQ50-S8-163	Molle costeño	Almirante Grau	0.29	7	T	C	1.5	L	L	SI	N	1	1	P	3	G	Cuerpo fructífero en base			Leve	
A-PQ52-S8-80	Molle costeño	Euler	0.33	7	P	D	8	I	L	SI	i	1	1	p						Leve	
A-PQ50-S8-16	Molle costeño	Almirante Grau	0.15	5	T	C	8	SE	I	SI	I	2	1	P						Leve	
A-PQ50-S8-21	Molle costeño	Almirante Grau	0.16	6	B	C	10	SE	L	SI	A	2	1	P						Muy leve	
A-PQ57-S9-35	Molle costeño	Mario Polar Ugarteche	0.21	5	P	I	3.5	SE	G	SI	A	1	1	P	2	P		3	M	Mosca blanca	Leve
A-PQ65-S11-47	Molle costeño	Alfredo Maurtua	0.33	7	P	I	5	M	M	NO	A	2	2	P	1	G	Cuerpos fructíferos blanco-marrón en la base.			Leve	
A-PQ65-S11-101	Molle costeño	Alfredo Maurtua	0.28	7	B	I	3.8	SE	M	NO	N				2	P	Cuerpo blanquecino.			Muy leve	
A-PQ65-S11-96	Molle costeño	Alfredo Maurtua	0.38	6	B	C	3.8	L	I	SI	N		2	G	1	M	Pudrición externa.	2	M	Barrenador.	Moderado
A-PQ76-S12-2	Molle costeño	Mariano Bustamante	0.28	7	B	N	2.1	SE	L	SI	N									Muy leve	
A-PQ68-S12-22	Molle costeño	Parque olimpico	0.21	7	B	N		L	L	NO	N									Muy leve	
A-AV9-BC-617	Molle serrano	San Borja Norte	0.73	9	B	C	2.3	SE	L	SI	N		1	P	1	P		1	M	TUMORES	Leve
A-PQ29-S5-22	Molle serrano	Alameda de la Paz	0.11	3.5	T	N	3.8	SE	I	SI	N									Muy leve	
A-JR1-S9-BLI-1	Molle serrano	Juan Romero Hidalgo cdra 3, esquina con Av. Joaquín Madrid	0.33	7	T	N	1.5	SE	L	NO	N									Muy leve	
A-PQ57-S9-26	Molle serrano	Mario Polar Ugarteche	0.34	8.5	B	C	3	L	I	SI	S	2	1	G	1	P				Moderado	
A-PQ10-S3-64	Mora	San Borja Portinari	0.11	7	B	C	3	L	I	SI	N		2	M	2	M				Leve	
A-PQ67-S12-20	Olivo	Parque de La Felicidad	0.10	4	P	N	0.7	SE		SI	N									Muy leve	
A-AV8-BLI-4	Pacae	Javier Prado 3711	0.23	11	T	D	0.89	SE	I	SI	N		1	P				3	G		Leve
P-AV23-S2-BC-2	Palmera bruja	Rosa Toro, cuadra 13	0.23	7.5	B	N	1.5	SE		NO	N				1	M	Base	1	P	Bichos del cesto	Leve

																			pegados al 1/3 del estípite		
A-PQ56-S8-67	Papelillo	De los periodistas	0.60	8	T	C	6	SE	L	SI	N									Muy leve	
A-PQ56-S8-67	Papelillo	De los periodistas	0.60	8	T	C	6	SE	L	SI	N									Muy leve	
A-JR79-S3-BLI-27	Ponciana real	Leonardo Da Vinci 379	0.29	11	MPo	N	0.4	SE		SI	A	2	2	M	2	G	Franjas marrones y Mohos en la base			Leve	
A-AV11-BC-27	Ponciana real	Cmdte. Bielovucic Cavalier S/N, frente al predio 203	0.73	15	B	N	1	SE		SI	N									Muy leve	
A-JR94-S7-BLII-45	Ponciana real	Pedro Lopez de Ayala 1396	0.38	6	B	N	1	M		NO	N		1	P	1	M	Cuerpo fructífero			Leve	
A-CA156-S9-BLI-2	Ponciana real	Otto Muller 289	0.10	3.5	B	S	1	SE	M	SI	N		1	M	1	P				Leve	
A-PJ173-S10-BC-3	Ponciana real	Enrique Camino Brent S/N, frente al predio 500	0.32	6	Mpo	N	0.3	L		SI	N		2	M				2	G	Barrenador	Leve
A-PQ18-S4-34	Sauce	Renacimiento	0.15	8	B	D	2.2	L	I	NO	N										Muy leve
A-AV10-BC-260	Sauce	San Borja Sur cuadra 8	0.18	7	B	C	2.1	SE	L	SI	N										Muy leve
A-AV10-BC-276	Sauce	San Borja Sur cuadra 9	0.12	4.5	T	I	2	SE		SI	N										Muy leve
A-AV21-BC-42	Sauce	Boulevard de Surco cuadra 10	0.13	7	T	N		SE		SI	S	2	2	M							Muy leve
A-AV21-BC-1	Sauce	Boulevard de Surco cuadra 10	0.30	9	P	D	2.97	SE		SI	N				1	M	Medula expuesta	1	P	El ataque se presenta en la medula expuesta	Muy leve
A-PQ6-S2-111	Tecoma	Virgen Inmaculada Concepción	0.18	4	B	N		SE		NO	N										Muy leve

A-PJ188-S10-BPIB-5	Tecoma	Fernando Mesarina Espinoza con Ca. Jorge Muelle	0.14	5	B	N	2	SE		NO	N									Muy leve
A-AV21-BC-129	Tecoma	Boulevard de Surco cuadra 12	0.06	4	T	I	1.3	SE	M	NO	S	1	2	M			2	P	Ninfas en asociación con hormigas.	Muy leve
A-PQ75-S12-54	Tecoma	San Francisco	0.14	5	B	N		SE	G	NO	N									Muy leve
A-PQ38-S6-10	Tipa	La Minería	0.39	8	B	C	4.2	SE	I	NO	A	2					1	G	ARAÑAS	Leve

II. Resultados del año 2015

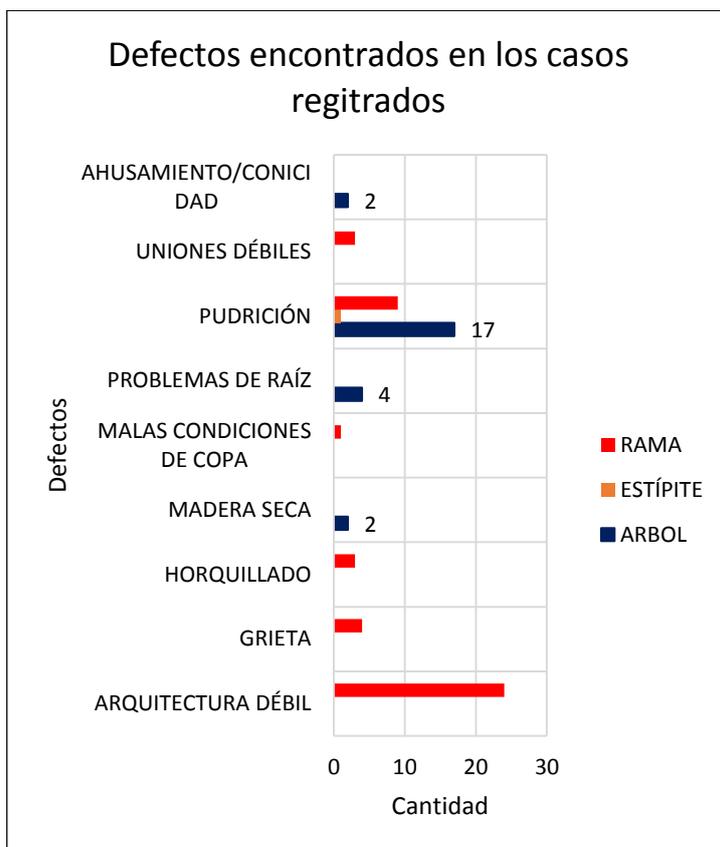
No	UBICACIÓN	LUGAR	TIPO DE RIEGO	ESPECIE	DIAGNOSTICO INVENTARIO 2012	CAUSA IDENTIFICADA	PARTE	DEFECTO
1	PARQUE	VENECIA-PRADERA	GRAVEDAD	HUARANGO	Muy leve	PUDRICION	RAMA	PUDRICIÓN
2	AVENIDA	SAN BORJA NORTE	GRAVEDAD	ALAMO	Muy leve	PUDICION	ARBOL	PUDRICIÓN
3	AVENIDA	PARQUE SUR	GRAVEDAD	HUARANGO	Moderado	PUDRICIÓN INTERNA	ARBOL	PUDRICIÓN
4	PARQUE	ARAMBURU	GRAVEDAD	CASUARINA	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
5	PARQUE	PALLARDELLI	MANGUERA	EUCALIPTO	Muy leve	SOBREPESO Y PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN

6	AVENIDA	SAN BORJA SUR	GRAVEDAD	EUCALIPTO	Muy leve	SOBREPESO	ARBOL	AHUSAMIENTO/CONICIDAD
7	AVENIDA	SAN BORJA NORTE	GRAVEDAD	EUCALIPTO	Leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
8	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	EUCALIPTO	Leve	SOBREPES, PUDRICIÓN, HUMEDAD	ARBOL	PUDRICIÓN
9	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	EUCALIPTO	Leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
10	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	EUCALIPTO	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
11	PARQUE	CACERES	ASPERCION	EUCALIPTO	Leve	RAMA DE REBEROTE BAJA RESISTENCIA	RAMA	UNIONES DÉBILES
12	PARQUE	UGARTECHE		EUCALIPTO	Muy leve	COPA EN MAL ESTADO	RAMA	MALAS CONDICIONES DE COPA
13	PARQUE	VENECIA-PRADERA	GRAVEDAD	EUCALIPTO	Muy leve	RAMAS DESPRENDIDAS DE GRAN ESPESOR 10 dap	RAMA	UNIONES DÉBILES
14	PASAJE	HOYLE	MANGUERA	FICUS	Muy leve	SOBREPESO, RAMA DESCOMPENSADA	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
15	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	FICUS	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
16	PARQUE	3	GRAVEDAD	MELIA	Muy leve	COPA CON SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
17	AVENIDA	ALDANA	CISTERNA	MELIA	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
18	AVENIDA	GUARDIA CIVIL	CISTERNA	MELIA	Muy leve	RAMA COLGANDO ENCIMA DE LOS CABLES	RAMA	UNIONES DÉBILES
19	PARQUE	CONFRATERNIDAD	GRAVEDAD	MELIA	Leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
20	PARQUE	CONFRATERNIDAD	GRAVEDAD	MELIA	Leve	SOBREPESO Y PUDRICION	RAMA	PUDRICIÓN
21	PARQUE	PERIODISTA	GRAVEDAD	MELIA	Leve	RAMA RAJADA CON SOBREPESO	RAMA	GRIETA
22	PARQUE	SAN MARTIN	ASPERCION	MELIA	Muy leve	RAMA SIN RESISTENCIA, PUDRICION	RAMA	PUDRICIÓN
23	PARQUE	SAN MARTIN	ASPERCION	MELIA	Leve	COPA CON SOBREPESP, PUDRICIÓN	ARBOL	PUDRICIÓN
24	PARQUE	SAN MARTIN	ASPERCION	MELIA	Muy leve	RAMA SIN RESISTENCIA, PUDRICION	RAMA	PUDRICIÓN
25	PARQUE	SAN MARTÍN	ASPERCION	MELIA	Moderado	PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
26	PARQUE	SAN MARTIN	ASPERCION	MELIA	Muy leve	SOBREPESO, RAICES LEVANTADAS	RAMA	HORQUILLADO
27	CALLE	BOULEVAR DE LA LITERATURA	MANGUERA	MOLLE SERRANO	Muy leve	PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
28	PARQUE	PALLARDELLI	MANGUERA	MOLLE COSTEÑO	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
29	PARQUE	SAUCE	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Muy leve	PUDRICION	RAMA	PUDRICIÓN
30	AVENIDA	BOULEVARD	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Muy leve	PUDRICIÓN EN INSERCIÓN DE RAMA SOBREPESO	RAMA	HORQUILLADO
31	AVENIDA	SAN BORJA SUR	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Leve	RAMA RAJADA , COPA CON SOBREPESO	RAMA	GRIETA
32	AVENIDA	SAN BORJA SUR	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Leve	RAMA DESCOMPENSADA LLEGA AL SUELO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL

33	PARQUE	JUAN GRIS	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Muy leve	PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
34	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Leve	COPA CON SOBREPESP	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
35	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Leve	RAMA COLGANDO LLEGANDO AL SUELO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
36	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Leve	RAMA SCON SOBRRPESO,	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
37	PARQUE	EULER	GRAVEDAD	MOLLE SERRANO	Leve	PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
38	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
39	PARQUE	GRAU	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
40	PARQUE	UGARTECHE		MOLLE COSTEÑO	Leve	SOBREPESO Y PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
41	PARQUE	MAURTUA	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Leve	PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
42	PARQUE	MAURTUA	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
43	PARQUE	MAURTUA	GRAVEDAD	MOLLE COSTEÑO	Moderado	PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
44	PARQUE	BUSTAMANTE	MANGUERA	MOLLE COSTEÑO	Muy leve	COPA CON SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
45	PARQUE	OLIMPICO		MOLLE COSTEÑO	Muy leve	PUDRICIÓN Y SOBREPESO	ARBOL	PUDRICIÓN
46	AVENIDA	SAN BORJA NORTE	GRAVEDAD	MOLLE SERRANO	Leve	RAMA RAJADA , COPA CON SOBREPESO, DAÑO MECANICO	RAMA	GRIETA
47	PARQUE	ALAMEDA DE LA PAZ	MANGUERA	MOLLE SERRANO	Muy leve	SOBREPESO	ARBOL	AHUSAMIENTO/CONICIDAD
48	AVENIDA	JOAQUIN MADRID	GRAVEDAD	MOLLE SERRANO	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
49	PARQUE	MARIO POLAR		MOLLE SERRANO	Moderado	SOBREPESO Y PUDRICION	RAMA	PUDRICIÓN
50	PARQUE	PORTINARI	ASPERCION	MORA	Leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
51	PARQUE	LA FELICIDAD	ASPERCION	OLIVO	Muy leve	SOBREPESO Y PUDRICION	RAMA	PUDRICIÓN
52	AVENIDA	JAVIER PRADO	GRAVEDAD	PACAE	Leve	PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
53	AVENIDA	ROSA TORO	CISTERNA	PALMERA BOTELLA	Leve	PUDRICIÓN DEL ESTÍPITE A 5 M DE ALTURA	ESTÍPITE	PUDRICIÓN
54	PARQUE	PERIODISTA	GRAVEDAD	PAPELILLO	Muy leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
55	PARQUE	PERIODISTA	GRAVEDAD	PAPELILLO	Muy leve	CORTEZA INCLUIDA	RAMA	HORQUILLADO
56	JIRON	LEONARDO DAVINCI	MANGUERA	PONCIANA REAL	Leve	PUDRICION SECO	ARBOL	MADERA SECA
57	JIRON	CAVALIER	GRAVEDAD	PONCIANA REAL	Muy leve	PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
58	JIRON	LOPEZ DE AYALA	MANGUERA	PONCIANA REAL	Leve	COCHE DE VEHICULO CON RAMAS Y PUDRICION	RAMA	PUDRICIÓN
59	CALLE	OTTO MULLER	MANGUERA	PONCIANA REAL	Leve	MUERTO/SECO	ARBOL	MADERA SECA
60	CALLE	CAMINO BRENT	MANGUERA	PONCIANA REAL	Leve	INCLINADO, CON COPA DESCOMPENSADA, CERCA A ESTABLECIMIENTOS	ARBOL	PROBLEMAS DE RAÍZ
61	PARQUE	RENACIMIENTO		SAUCE	Muy leve	SOBREPESO, RAICES LEVANTADAS	ARBOL	PROBLEMAS DE RAÍZ

62	AVENIDA	SAN BORJA SUR	GRAVEDAD	SAUCE	Muy leve	RAMA RAJADA, CON SOBREPESO Y CHOQUE DE CARRO	RAMA	GRIETA
63	AVENIDA	SAN BORJA SUR	GRAVEDAD	SAUCE	Muy leve	SOBREPESO, RAICES LEVANTADAS	ARBOL	PROBLEMAS DE RAÍZ
64	AVENIDA	ROMA		SAUCE	Muy leve	COPA CON SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
65	AVENIDA	BOULEVARD	GRAVEDAD	SAUCE	Muy leve	PUDRICIÓN	RAMA	PUDRICIÓN
66	PARQUE	3	GRAVEDAD	TECOMA	Muy leve	SOBREPESO Y PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
67	PARQUE	PLAZA MARQUINA	MANGUERA	TECOMA	Muy leve	INCLINADO, RAMA VENCIDA POR PESO, LADO JUEGOS	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL
68	PARQUE	LA BIBLIA	GRAVEDAD	TECOMA	Muy leve	SOBREPESO Y PUDRICION	ARBOL	PUDRICIÓN
69	PARQUE	SAN FRANCISCO		TECOMA	Muy leve	SOBREPESO MAL ANCLAJE	ARBOL	PROBLEMAS DE RAÍZ
70	PARQUE	MINERIA		TIPA	Leve	SOBREPESO	RAMA	ARQUITECTURA DÉBIL

III. Resultado por defectos



Del total de árboles caídos, la mayor cantidad presentó pudrición en el sistema de raíces, para el caso de las ramas caídas la arquitectura débil fue el principal motivo de incidentes.

A.1. Resultados de forma de copa

Etiquetas de fila	Mpo	T	B	P	Total general
ARBOL	2	7	13	3	25
AHUSAMIENTO/CONICIDAD		2			2
MADERA SECA	1		1		2
PROBLEMAS DE RAÍZ	1	1	2		4
PUDRICIÓN		4	10	3	17
Total general	2	7	13	3	25

Etiquetas de fila	Mpo	Po	T	B	P	Total general
RAMA	2	1	13	23	5	44
ARQUITECTURA DÉBIL	2		9	13		24
GRIETA				3	1	4
HORQUILLADO			1	1	1	3
MALAS CONDICIONES DE COPA				1		1
PUDRICIÓN		1	2	3	3	9

UNIONES DÉBILES			1	2		3
Total general	2	1	13	23	5	44
Etiquetas de fila	B	Total general				
ESTÍPITE	1					1
PUDRICIÓN	1					1
Total general	1					1

A.2. Condición de Raíz

Etiquetas de fila	M	L	SE	Total general
ARBOL	1	8	16	25
AHUSAMIENTO/CONICIDAD			2	2
MADERA SECA			2	2
PROBLEMAS DE RAÍZ		2	2	4
PUDRICIÓN	1	6	10	17
Total general	1	8	16	25

Etiquetas de fila	SE	Total general
ESTÍPITE	1	1
PUDRICIÓN	1	1
Total general	1	1

Etiquetas de fila	M	L	SE	Total general
RAMA	2	14	28	44
ARQUITECTURA DÉBIL		7	17	24
GRIETA		1	3	4
HORQUILLADO	1	1	1	3
MALAS CONDICIONES DE COPA		1		1
PUDRICIÓN	1	3	5	9
UNIONES DÉBILES		1	2	3
Total general	2	14	28	44

A.3. Ramas Peligrosas

Etiquetas de fila	A	I	S	N	Total general
ARBOL	4	3	1	17	25
AHUSAMIENTO/CONICIDAD	1			1	2
MADERA SECA	1			1	2
PROBLEMAS DE RAÍZ				4	4
PUDRICIÓN	2	3	1	11	17
Total general	4	3	1	17	25

Etiquetas de fila	N	Total general			
ESTÍPITE	1	1			
PUDRICIÓN	1	1			
Total general	1	1			

Etiquetas de fila	A	I	S	N	Total general
RAMA	4	3	7	30	44
ARQUITECTURA DÉBIL	3	2	4	15	24
GRIETA		1		3	4
HORQUILLADO			1	2	3
MALAS CONDICIONES DE COPA				1	1
PUDRICIÓN			2	7	9
UNIONES DÉBILES	1			2	3
Total general	4	3	7	30	44

A.4 Codominancia

Etiquetas de fila	NO	SI	Total general
ARBOL	12	13	25
AHUSAMIENTO/CONICIDAD	1	1	2
MADERA SECA		2	2
PROBLEMAS DE RAÍZ	2	2	4
PUDRICIÓN	9	8	17
Total general	12	13	25

Etiquetas de fila	NO	Total general
ESTÍPITE	1	1
PUDRICIÓN	1	1
Total general	1	1

Etiquetas de fila	NO	SI	Total general
RAMA	17	27	44
ARQUITECTURA DÉBIL	7	17	24
GRIETA		4	4
HORQUILLADO	2	1	3
MALAS CONDICIONES DE COPA	1		1
PUDRICIÓN	4	5	9
UNIONES DÉBILES	3		3
Total general	17	27	44

A.5 Inclinación

Etiquetas de fila	0	L	I	M	G	Total general
ARBOL	8	4	7	4	2	25
AHUSAMIENTO/CONICIDAD			1	1		2
MADERA SECA	1			1		2
PROBLEMAS DE RAÍZ	2		1		1	4
PUDRICIÓN	5	4	5	2	1	17
Total general	8	4	7	4	2	25

Etiquetas de fila	0	Total general
ESTÍPITE	1	1
PUDRICIÓN	1	1
Total general	1	1

Etiquetas de fila	0	L	I	M	Total general
RAMA	13	17	11	3	44
ARQUITECTURA DÉBIL	6	9	8	1	24
GRIETA		2	1	1	4
HORQUILLADO		2		1	3
MALAS CONDICIONES DE COPA	1				1
PUDRICIÓN	4	3	2		9
UNIONES DÉBILES	2	1			3
Total general	13	17	11	3	44

A.6 OQUEDAD

Etiquetas de fila	0	1	2	Total general
ARBOL	12	6	7	25
AHUSAMIENTO/CONICIDAD	1	1		2
MADERA SECA		1	1	2
PROBLEMAS DE RAÍZ	3		1	4
PUDRICIÓN	8	4	5	17
Total general	12	6	7	25

Etiquetas de fila	0	Total general
ESTÍPITE	1	1
PUDRICIÓN	1	1
Total general	1	1

Etiquetas de fila	0	1	2	Total general
RAMA	26	12	6	44
ARQUITECTURA DÉBIL	15	6	3	24
GRIETA	2	2		4

HORQUILLADO	1	2	3
MALAS CONDICIONES DE COPA	1		1
PUDRICIÓN	5	4	9
UNIONES DÉBILES	2	1	3
Total general	26	12	6

A. 7. PUDRICION

Etiquetas de fila	0	1	2	Total general
ARBOL	15	8	2	25
AHUSAMIENTO/CONICIDAD	1	1		2
MADERA SECA		1	1	2
PROBLEMAS DE RAÍZ	4			4
PUDRICIÓN	10	6	1	17
Total general	15	8	2	25

Etiquetas de fila	1	Total general
ESTÍPITE	1	1
PUDRICIÓN	1	1
Total general	1	1

Etiquetas de fila	0	1	2	3	2, 3	Total general
RAMA	29	7	6	1	1	44
ARQUITECTURA DÉBIL	19	1	3	1		24
GRIETA	2	1	1			4
HORQUILLADO	1	1	1			3
MALAS CONDICIONES DE COPA	1					1
PUDRICIÓN	4	3	1		1	9
UNIONES DÉBILES	2	1				3
Total general	29	7	6	1	1	44

III. Fotos

