DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL “CONTINUIDAD OPERACIONAL DE FAENA MINERA ATACAMA KOZAN”

Anexo 3:

Informe de Flora y Vegetación



INFORME CARACTERIZACIÓN COMPONENTE FLORA Y VEGETACIÓN PROYECTO "CONTINUIDAD OPERACIONAL DE FAENA MINERA ATACAMA KOZAN"

Noviembre 2017

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
2 OBJETIVOS 6
3 ÁREA DE ESTUDIO 6
4 METODOLOGÍA DE TRABAJO 8
5 RESULTADOS 17
5.1 Area Depósito de Relaves 18
5.1.1 Vegetación 18
a)Formación arbustiva 21
b)Formación arbustiva herbácea 30
c) Formación herbácea arbustiva 33
d) Formación herbácea 34
e) Zona denudada 35
5.1.2 Flora 36
a)Forma de vida y origen 37
b) Estado de conservación 39
c) Distribución Nacional 43
d) Frecuencia específica 43
e) Riqueza 45
5.1.3 Formaciones vegetales reguladas por la Ley 20.283 46
a)Bosque Nativo y Bosque de Preservación 46
b)Plan de Trabajo Formación Xerofíica 46
5.2 Sector Obra Lineal - Acueducto 46
5.1.2 Vegetación 47
a)Formación arbórea 50
b)Formación arbustiva 52
c) Formación arbustiva herbácea 55
d) Formación herbácea arbustiva 57
e) Zona denudada 59
5.2.2 Flora 59
a)Forma de vida y origen 60
b) Estado de conservación 62
c) Distribución Nacional 63
d) Frecuencia específica 64
e) Riqueza 64
5.2.3 Formaciones vegetales reguladas por la Ley 20.283 65
a)Bosque Nativo y Bosque de Preservación 65
b)Plan de Trabajo Formación Xerofíica 65
5.3 Flora Área de Proyecto 66
a)Forma de vida y origen 66
b) Estado de conservación 68
c) Distribución Nacional 69
d) Frecuencia específica 70
6 CONCLUSIONES 71

1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe, se indican los resultados de la Caracterización de la Componente Flora y Vegetación, en el área de influencia del Proyecto "Continuidad Operacional de Faena Minera Atacama Kozan". Este estudio tiene por objeto describir la flora y vegetación del sector, definir formaciones vegetacionales, detectar especies en categoría de conservación y señalar la aplicabilidad de los instrumentos definidos en la Ley 20.283, Ley Sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal, la que incluye especificaciones sobre las Formaciones Xerofíticas, tanto en el área Depósito de relaves en la Comuna de Copiapó, como la obra lineal que transporta aguas claras desde el Depósito de Relaves hasta el área Mina Planta localizada en la Comuna de Tierra Amarilla.

SCM Atacama Kozan corresponde a una faena minera actualmente en operación, localizada en las comunas de Tierra Amarilla y Copiapó, región de Atacama. Este proyecto minero contempla explotación de minerales, beneficio y disposición de relaves en el Tranque de Relaves El Gato.

El Proyecto para su operación actual cuenta con sus respectivas autorizaciones ambientales que inician con el EIA "El Bronce de Atacama", cuya calificación ambiental favorable se obtuvo por RCA Nº 006/1997. Este proyecto original ha sido objeto de una serie de cambios y modificaciones que fueron autorizadas según los siguientes actos administrativos: DIA "Modificación Trazado Relaveducto" (RCA Nº 117/1998); DIA "Modificación Planta de Tratamiento de Minerales" (RCA 45B/2001); DIA "Sistema de Subtransmisión Eléctrica" (RCA 141/2002); DIA "Aumento de Capacidad Tranque de Relaves El Gato" (RCA 76/2012); Resolución SEA Nº 156/2013 de Rectificación de la DIA 76/2012, SEA Nº 111 de fecha 22 de abril de 2014 y finalmente Resolución SEA Nº 131 de fecha 4 de diciembre de 2017.

Respecto de las autorizaciones de las instalaciones mineras, se cuenta con las respectivas autorizaciones de SERNAGEOMIN, las cuales se detallan en la Tabla inferior.

Organismo	Resolución	Objetivo
SERNAGEOMIN	Nº710 del 04/08/1997	Aprueba el proyecto de "Construcción y Operación del Tranque de Relaves El Gato de la Planta El Bronce de Atacama"
SERNAGEOMIN	Nº535 del 11/02/2002	Aprueba el "Estudio de Diseño Geomecánico Caverna de Chancado Primario"
SERNAGEOMIN	Nº693 del 26/02/2002	Aprueba el proyecto "Atacama Kozan Planta de Procesos 5.500 TPD"
SERNAGEOMIN	Nº2436 del 16/10/2002	Aprueba el "Proyecto Atacama Kozan para el Método Sub Level Stoping"
SERNAGEOMIN	Nº1310 del 08/07/2009	Aprueba el Plan de Cierre "Faena SCM Atacama Kozan"
SERNAGEOMIN	Nº218 del 17/05/2013	Aprueba el proyecto "Aumento de Capacidad del Tranque de Relaves El Gato"
SERNAGEOMIN	Nº364 del 06/05/2014	Aprueba la actualización del proyecto de procesamiento "Atacama Kozan Planta de Procesos 5.500 TPD"
SERNAGEOMIN	Nº553 del 21/07/2014	Rectifica la Resolución SERNAGEOMIN Nº 218/2013
SERNAGEOMIN	Nº2347 del 04/11/2016	Aprueba el proyecto "Ampliación Vida útil Proyecto de Minera Atacama Kozan, Método de Explotación Sub Level Stoping de la Faena Minera Atacama Kozan".

Fuente: SCM Atacama Kozan, 2017

A fin de asegurar la continuidad operativa de la faena, SCM Atacama Kozan ingresa a evaluación ambiental el proyecto "Continuidad Operacional de Faena Minera Atacama Kozan", el cual contemplará la extensión de la vida útil del proyecto minero a partir del aumento de la capacidad para disposición de relaves. Este proyecto incorporará un depósito de relaves filtrados apoyado sobre el muro del tranque actual como una prolongación, aumentando además la estabilidad del depósito en su integridad. La capacidad de depositación de relaves filtrados, se proyecta de las reservas disponibles, que SCM Atacama Kozan va definiendo según exploraciones permanentes que permiten ir actualizando las existencias minables. De esta manera, por corresponder a una continuidad operacional, no se alterará la capacidad máxima ni el nivel de tratamiento de los procesos, el cual continuará de acuerdo a la operación actual.

Adicionalmente, esta metodología de depositación mediante relaves filtrados permitirá maximizar la recuperación de agua industrial, la cual será reutilizada en las operaciones mineras, contribuyendo con ello, a una disminución considerable de los consumos de agua autorizados.

El proyecto sometido a evaluación de impacto ambiental considerará 3 áreas asociadas a distintas instalaciones, las cuales corresponden a:

- Área Mina-Planta.
- Área Obras Lineales.
- Área Depósito de Relaves.

Según lo expuesto anteriormente, la continuidad de las actuales operaciones restringirá la fase de construcción exclusivamente a la reconstitución del acueducto para recuperación de agua industrial y la construcción del depósito de relaves filtrados con sus instalaciones anexas.

El proyecto considera una vida útil de 17 años, de los cuales el primer año corresponde a la etapa de construcción del depósito de relaves filtrados y la reconstitución del acueducto, sin embargo, dado que es una continuidad operacional, las operaciones en Mina-Planta y la depositación en el actual Tranque de Relaves (según capacidad autorizada por RCA 76/2012) se mantendrán paralelas a las actividades de construcción. Luego, durante los 14 años siguientes continuará la fase de operación, pero cambiando la depositación a relaves filtrados, finalizando con el cierre de la Faena Minera, el que se proyecta en 2 años.

El presente informe da cuenta de los resultados obtenidos durante las campañas de primavera 2016 para el depósito de relaves, y primavera 2017 tanto para el depósito de relaves como para la Obra Lineal, donde se caracterizaron los componentes de medio biótico, flora y vegetación.

El área de estudio se emplaza en la zona árida del oeste de Sudamérica, la cual se caracteriza por ser una de las más áridas del país y del mundo, presentando una alta radiación solar y concentración salina en los suelos, lo que implica presencia de formaciones vegetacionales de especiales características.

2. OBJETIVOS

Para caracterizar y definir la vegetación y/o flora presente en el área de estudio se definieron los siguientes objetivos:

- Establecer y caracterizar el marco biogeográfico en el cual se inserta la vegetación y la flora presente en el área de estudio.

- Identificar, delimitar y caracterizar la vegetación y/o flora que se desarrollan actualmente en el área, caracterización que se realizará en función de la cobertura de los estratos que definen la fisonomía y sus respectivas especies dominantes.

- Identificar y caracterizar las especies consideradas endémicas de la región y del país, y las que presenten problemas de conservación a nivel nacional de acuerdo a los Decretos Supremos Nº 151/2007, Nº 51/2008, Nº 50/2008, Nº 23/2009, Nº 19/2012, Nº 33/2012, Nº 41/2012, Nº 42/2012, Nº 13/2013, Nº 52/2014, Nº 38/2015 y Nº 16/2016, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989), Boletin 47 de Museo Nacional de Historia Natural y el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama (Squeo et all, 2008).

3. ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto cuenta con 3 sectores:

- Depósito de Relaves: cuyo polígono que cubre todas las obras alcanza 117 ha
- Obra Lineal- acueducto: de 15,2 km de extensión con un ancho promedio de 6,2 metros, lo cual arroja una superficie de 9,42 ha
- Área Mina Planta: que para efectos de la Componente Flora y Vegetación, los 158 metros de la Obra Lineal que ingresan a esta área serán consideradas como parte de la Obra Lineal.

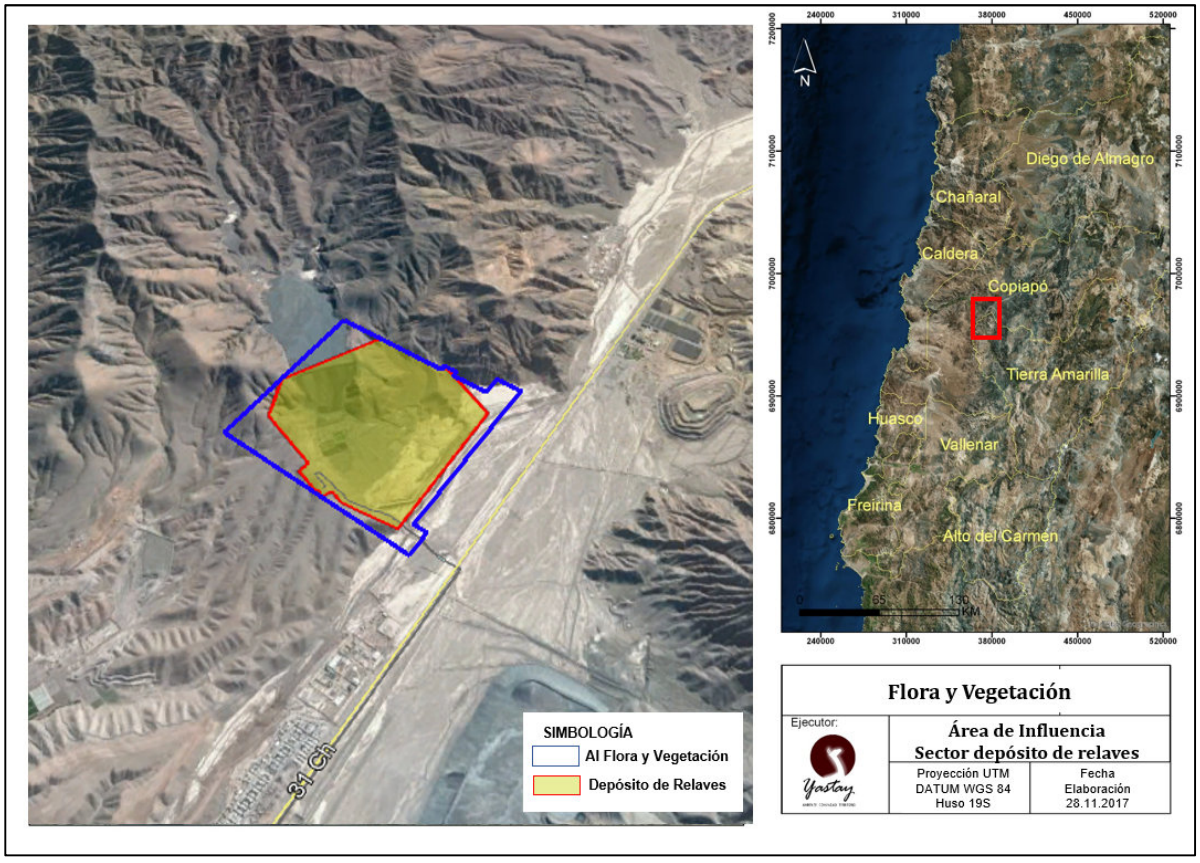
Para efectos de definir el Área de Influencia, en el sector Depósito de Relaves se agregó el sector comprendido bajo del muro de seguridad del depósito y el contorno lineal de todo el polígono que cubre las obras del Depósito de Relaves, esto con el objeto de levantar información concerniente a Flora y Vegetación del entorno del Proyecto. Con este objeto, el área cubierta en esta componente para el sector Depósito de Relaves alcanza un polígono de 158,5 ha. Cabe considerar, que esta zona si bien no presenta obras relacionadas con el desarrollo del proyecto, existen antecedentes que indican que específicamente en el sector bajo el muro de seguridad, la DOH tiene considerado la

construcción de obras, por lo tanto, la inclusión de información de Flora y Vegetación será de utilidad, en el caso de requerir información a futuro. La ampliación general del polígono significan 41,5 ha adicionales de estudio al área depósito de relaves, lo que otorga un total de 158,5 ha.

En el caso de la obra lineal, el área de estudio corresponde a una franja de un ancho de 6,2 m, es decir 3,1 m, a cada lado del eje central del acueducto y con una longitud de aproximadamente 14,7 km. totalizando una superficie potencial de intervención de 9,1 ha. En el caso específico de esta componente, y dado que los primeros 158 m. del trazado se encuentran dentro del área de estudio del Depósito de Relaves y la información se presenta en esta subcomponente, se considera como inicio del trazado el punto donde el acueducto deja el área de estudio del depósito.

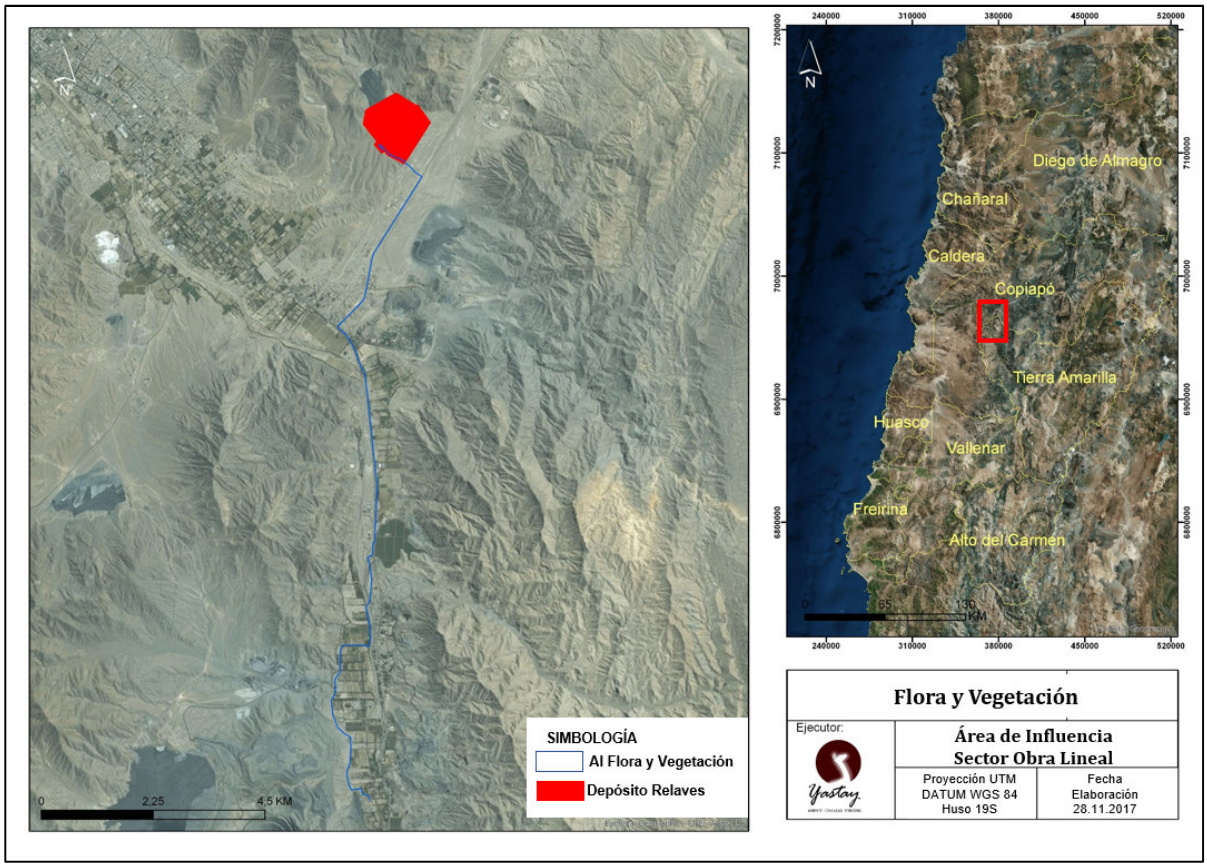
La siguiente figura muestra entonces el Área de Influencia definida para la Componente Flora y Vegetación:

Figura 1: Área de Influencia Componente Flora y Vegetación en área Depósito de Relaves



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 2: Área de Influencia Componente Flora y Vegetación en área Obra Lineal



Fuente: Elaboración propia, 2017

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología empleada en este estudio vegetacional se basa en la Carta de Ocupación de Tierras, desarrollada por el Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos L. Emberger, CEPE de Montpellier, Francia, adaptada posteriormente al caso chileno (Etienne y Prado, 1982).

La idea central de esta metodología es proporcionar una representación de la vegetación en su estado actual, expresada en términos de Unidades Cartográficas homogéneas en cuanto a la Estructura de la Vegetación y sus Especies Dominantes. Previo a este proceso de caracterización vegetacional, la metodología contempla una etapa de fotointerpretación, cuyo objetivo es identificar, mediante imágenes Google Earth Pro, las Unidades Cartográficas a ser caracterizadas desde el punto de vista vegetacional. En concordancia con el nivel de detalle requerido, el levantamiento cartográfico de la vegetación se realizó a una escala 1:10.000.

Cabe señalar que esta metodología ha sido utilizada en Chile para la preparación del estudio "Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile", ejecutado bajo el proyecto CONAF-CONAMA-BIRF (1999), el que constituye el referente oficial de información respecto de este recurso en el país. De esta forma, los resultados obtenidos en el área del Proyecto pueden ser comparados con los antecedentes entregados por el Catastro de la vegetación de Chile, a nivel local, regional o nacional.

Las principales etapas involucradas en la metodología de estudio de la vegetación son las siguientes:

- Recopilación de antecedentes bibliográficos
- Fotointerpretación.
- Descripción de terreno.
- Clasificación de la vegetación.
- Producción cartográfica.

4.1 RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Se revisó la información publicada sobre vegetación de la región, de modo de obtener antecedentes que permitiesen reconocer, en una etapa preliminar, las principales formaciones vegetales del área de estudio y su distribución en la región.

Se estableció un marco biogeográfico de referencia para el área de estudio a partir de los trabajos "Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Natural Chilena", desarrollado por Gajardo (1994) y "Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile" de Luebert y Pliscoff (2006).

4.1.1 FOTOINTERPRETACIÓN

Los objetivos de esta etapa son definir y delimitar las unidades homogéneas de vegetación, a partir de la observación e interpretación de imágenes Google Earth. La fotointerpretación se basa en el uso de criterios de color, textura y distribución de patrones repetitivos en las imágenes, lo que permite definir y delimitar unidades homogéneas.

4.2 DESCRIPCIÓN DE TERRENO

Durante diciembre del 2016 y octubre del 2017, se efectuaron cuatro campañas de terreno (primavera, 2 por cada año), esto, con la finalidad de verificar o rectificar los límites de las unidades homogéneas de vegetación identificadas en gabinete, describir la

vegetación, elaborar el catálogo florístico y censar y georreferenciar las especies citadas con algunas de las categorías de conservación utilizadas a nivel nacional.

Para lo cual, se efectuó un recorrido pedestre intensivo por la totalidad del área de estudio.

La metodología para describir la vegetación en terreno se basó en la estimación semi cuantitativa, es decir, determinar los siguientes parámetros en rangos los valores:

- Cobertura de cada forma de vida;
- Altura de cada forma de vida;

Además, se determinó durante la visita a terreno para cada unidad cartográfica los siguientes parámetros:

- Formas de vida (árboles, arbustos, hierbas y suculentas);
- Especies dominantes;

Las tres primeras variables permiten, mediante un método de simplificación, asignar a cada unidad cartográfica un nombre que corresponde a la formación vegetal (por ejemplo formación arbustiva clara, formación herbácea densa, etc). Las especies dominantes dan un contenido florístico a la descripción estructural (por ejemplo, formación arbustiva de Atriplex deserticola). A continuación, se presentan las definiciones y criterios correspondientes a cada una de estos descriptores.

a. Formas de Vida

Se definen las siguientes formas de vida:

- Árboles (LA)
- Arbustos (LB)
- Hierbas (H)
- Suculentas (S)

La distinción entre árboles y arbustos corresponde a un criterio de altura y arquitectura de desarrollo.

b. Clases de cobertura

Corresponde a la proporción de terreno que es ocupada por la proyección vertical de las formas de vida dominante. Este criterio es un indicador de la abundancia de cada forma, se expresa en porcentaje y permite caracterizar la estructura horizontal de la vegetación. Las categorías de cobertura se indican a continuación:

Tabla 1: Clases de Cobertura de Vegetación.

Clase de Cobertura	Índice	% de Cobertura
Zona denudada	---	< 1%
Muy escasa	1	1 – 5
Escasa	2	5 – 10
Muy clara	3	10 – 25
Clara	4	25 – 50
Poco densa	5	50 – 75
Densa	6	75 – 90
Muy densa	7	> 90

Fuente: Etienne y Prado, 1982.

c. Clases de altura

Corresponde a una estimación de la estratificación vertical de la vegetación. Se expresa en metros y permite caracterizar la altura media de la formación vegetal. Las clases de altura, según forma de vida, se indican a continuación:

Tabla 2: Clases de altura para cada forma de vida.

Árboles (m)	Arbustos- suculentas (m)	Herbáceas (m)
0 – 1	0 - 1	< 2
1 - 2	1 - 2	--
2 – 4	2 – 4	--
4 - 8	> 4	--
8 -10		
> 10	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de Etienne y Prado, 1982.

d. Especies Dominantes

Son las especies que caracterizan los diferentes estratos de las unidades cartográficas. El número de especies dominantes por unidad cartográfica es variable, según su nivel de participación en los doseles superiores.

4.3 CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Esta etapa permitió clasificar en Formaciones Vegetales la información de terreno (forma de vida, cobertura y altura) que caracteriza a cada Unidad Cartográfica. Para ello, se siguió la metodología descrita en Etienne y Prado (1982) para determinar el nombre de las formaciones vegetales. Sobre la base de lo anterior, se empleó un algoritmo de clasificación que define el nombre de cada formación vegetal. A manera de ejemplo, se

presenta a continuación la correspondencia entre la clasificación de Etienne y Prado (1982) y el nombre que se adopta en este estudio:

Tabla 3: Correspondencia entre la clasificación de Etienne y Prado

Clasificación de acuerdo a sistema Etienne y Prado (1982)	Nombre formación vegetal
Leñoso bajo - Leñoso alto (< 5%)	Arbustiva
Leñoso bajo – Herbácea	Arbustiva herbácea

Fuente: Elaboración propia a partir Etienne y Prado (1982).

A partir de la clasificación de formaciones vegetales y de las especies dominantes de cada unidad cartográfica, se desarrolló una clasificación a nivel de **tipos vegetacionales**. El nombre del tipo se obtiene por la combinación de la formación vegetal y la/las especies dominantes. Ejemplo: Matorral de *Atriplex deserticola*. Para cada tipo vegetacional se definieron los **subtipos vegetacionales**, los que corresponden al tipo vegetal más las clases de cobertura establecidas en Tabla 1.

4.4 PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA

Una vez clasificadas las unidades cartográficas en formaciones vegetales, se construyó el mapa de la vegetación para el área de estudio el cual entrega la siguiente información por cada unidad cartográfica:

- Formaciones vegetales;
- Especies dominantes;
- Presencia de especies en categoría de conservación.

Por otra parte, y sobre la base del análisis del mapa vegetacional, es posible:

- Caracterizar las formaciones vegetales presentes en el área en términos de su estructura vertical (estratos), estructura horizontal (cobertura) y especies dominantes;
- Establecer la distribución geográfica y abundancia de la formaciones vegetales;
- Establecer la superficie ocupada por cada formación vegetal; e
- Identificar y localizar la presencia de especies de flora en categoría de conservación existentes en el área de estudio;

4.5 FORMACIONES VEGETALES REGULADAS POR LA LEY N° 20.283

a) Determinación de Bosque Nativo

La definición de bosque nativo está definida en el artículo 2° de la Ley 20.283/2008 y corresponde a las formaciones vegetales conformadas por especies nativas, en las que predominan las especies cuya forma de vida es arbórea, y que cubren una superficie mayor a 0,5 ha con un ancho mínimo de 40 m y con una cobertura del dosel superior a 10% en condiciones áridas y semiáridas.

b) Determinación de Bosque nativo de preservación

Para determinar si una formación arbórea corresponde a bosque nativo de preservación, este debe cumplir con lo señalado en el artículo 2° de la Ley 20.283/2008 y además debe presentar o constituir actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad.

c) Determinación Formaciones Xerofíticas

De acuerdo a lo señalado en la Ley 20.283 una formación xerofítica corresponde a una "*formación vegetal, constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas o semiáridas ubicadas entre las Regiones I a VI, incluidas la Metropolitana y la XV y en las depresiones interiores de las regiones VII y VIII*".

De esta manera, para la identificación de una formación xerofítica, de acuerdo a lo que estipula la Ley N° 20.283, se deben considerar los siguientes criterios:

1. Debe constituir una formación vegetal, considerándose para este caso cualquier referencia bibliográfica de publicaciones que cuente con registro de propiedad intelectual.

2. El estrato predominante de la formación vegetal debe ser el arbustivo o suculento. De existir especies arbóreas autóctonas en dicha formación vegetal, su cobertura de copa debe ser menor a la requerida en la definición legal de bosque.

3. Las especies autóctonas corresponden a aquellas listadas en el D.S. N° 68, de 2009, del Ministerio de Agricultura.

4. El sector a intervenir debe encontrarse en áreas de condiciones áridas o semiáridas. En este contexto, la definición legal establece la ubicación geográfica de estas áreas entre las regiones XV y VI, incluida la Región Metropolitana.

5. La depresión interior de las Regiones VII y VIII se homologará a las áreas identificadas como “depresión intermedia” de acuerdo a lo definido en el documento "Colección Geográfica de Chile, Tomo II, Geomorfología" publicado en el año 1983 por el Instituto Geográfico Militar. De esta manera, se considerarán exclusivamente el área de aquellas comunas que formen parte de la depresión intermedia.

Tratándose de la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas, será obligatoria la presentación y aprobación previa por la Corporación Nacional Forestal, de un plan de trabajo, de acuerdo a lo estipulado en el inciso 3° del artículo 3° del D.S. N° 93, de 2008, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones, cuando tales formaciones reúnan la totalidad de las siguientes condiciones:

Tabla 4: Condiciones mínimas para la presencia de una formación xerofítica.

Ubicación geográfica	Superficie mínima (ha)	Ancho mínimo (m)	Especies nativas	Densidad mínima (ind./ha)
Norte del río Elqui hasta el límite norte del país	1	20	carácter xerofítico	No aplica
Sur del río Elqui hasta el límite sur de la Región de Valparaíso	1	40	carácter xerofítico	300
Límite sur de la Región de Valparaíso hasta la Región del Bío Bío, incluida la Región Metropolitana de Santiago	1	40	carácter xerofítico	500

Fuente: Elaboración propia a partir de Ley 20.283 y su Reglamento.

En relación a la tabla anterior se debe considerar lo siguiente:

1. La superficie total de la formación xerofítica debe ser mayor o igual a una hectárea, pudiendo intervenir (cortar, destruir o descepar) un área menor dentro de dicha formación.

2. Para superficie, ancho y densidad se considerarán los valores mínimos para determinar la obligatoriedad de presentar plan de trabajo.

3. Las especies nativas de carácter xerofítico deberán ser determinadas en base a antecedentes bibliográficos de publicaciones que cuenten con registro de propiedad intelectual.

4. Para el caso de las regiones XV, I, II, III y IV (en esta región sólo al norte del río Elqui) no será exigible una densidad mínima para la formación, sin embargo se debe comprender que el área de intervención debe estar asociada a una formación xerofítica, identificada de acuerdo a los parámetros estipulados en esta pauta explicativa.

5. Desde la región de Valparaíso hasta la región del Bío Bío, incluida la Región Metropolitana de Santiago, los individuos en estado adulto deberán tener una altura mínima de un metro.

Adicionalmente, la Guía de evaluación ambiental (CONAF, 2014) señala lo siguiente respecto a criterios de discriminación y análisis de formaciones xerofíticas:

1. Debe constituir una formación vegetal.

2. El estrato dominante de la formación vegetal debe ser el arbustivo o suculento.

3. La presencia de especies arbustivas o suculentas autóctonas debe ser mayoritaria en la formación vegetal.

4. Las especies autóctonas corresponden sólo a aquellas listadas en el D.S. N° 68, de 2009, del Ministerio de Agricultura.

5. **Para el caso de la Región de Atacama, todas sus comunas poseen condiciones áridas o semiáridas, según corresponda.**

4.6 FLORA

Durante las campañas de terreno y a partir de la estratificación de ambientes vegetacionales detectados en el área de estudio (formaciones, tipos vegetales y subtipos vegetales), se realizaron los inventarios destinados a generar el catálogo florístico de dicha área, para lo cual, se efectuó un exhaustivo recorrido pedestre por la totalidad de las unidades definidas tanto en gabinete como en terreno.

En este muestreo se efectuó un registro de todas las especies (arbóreas, arbustivas, hierbas, y suculentas), lo que permitió establecer la riqueza del área de estudio. Para aquellas especies que no fue posible asignar su nombre científico en terreno, se procedió a colectar material vegetativo y reproductivo (esto último en la medida que fue posible), para su determinación taxonómica en gabinete, lo cual fue realizado con el apoyo de un profesional taxónomo especialista en flora nativa.

Como resultado de las campañas, se obtuvo la composición específica del área de estudio. Para cada una de las especies identificadas se determinó su forma de vida (árboles, arbustos, hierbas o suculentas) de acuerdo a lo observado en terreno, en tanto que, el origen geográfico (nativa, endémica, alóctona), se determinó mediante el uso de claves especializadas y el apoyo de publicaciones.

a) Determinación Estado de Conservación

El estatus de conservación de las distintas especies se estableció de acuerdo a los Decretos Supremos Nº 151/2007, Nº 51/2008 y Nº 50/2008, Nº 23/2009 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, Nº 19/2012, Nº 33/2012, Nº 41/2012, Nº 42/2012, Nº 13/2013, Nº 52/2014, Nº 38/2015 y Nº 16/2016, del Ministerio de Medio Ambiente, como también al Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989), el Boletín 47 del MNHN.

Adicionalmente se indica el estado de conservación regional, para lo cual se utiliza el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama (Squeo et al, 2008). Cabe considerar que de acuerdo a la normativa legal vigente sólo se validan los Decretos Supremos y para aquellas especies no estudiadas en estos documentos, se deberá utilizar el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile y el Boletín 47.

b) Determinación de Endemismo

La determinación del origen geográfico de la flora presente en el área de estudio, se basó en la información propuesta en el Catálogo de la Flora Vascular del Cono Sur (http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp).

5 RESULTADOS

A nivel sudamericano y desde el punto de vista biogeográfico, según Quintanilla (1983) el área de estudio se encuentra inserta en los llamados Ecosistemas Xeromórficos, condicionados fundamentalmente por la aridez extrema (elevadas temperaturas diurnas, amplias oscilaciones térmicas, precipitación mínima y cíclica). Específicamente, el área se inserta en la Ecorregión del Desierto Perárido Tropical, que se extiende desde el litoral rocoso hasta los contrafuertes andinos situados sobre los 2.500 m de altitud y que incluye una zona intermedia denominada planicie desértica.

A nivel nacional y de acuerdo con Gajardo (1994), el Área de estudio se emplaza en la Región del Desierto, la cual se extiende desde el límite Norte del país hasta el río Elqui en la región de Coquimbo, constituyendo la sección más austral del desierto de la costa del Pacífico de América del Sur. Aun cuando el límite Oeste es la costa oceánica, es principalmente un desierto interior, con una altitud media aproximada de 1.500 m s.n.m., abarcando los abruptos acantilados costeros, las serranías de la Cordillera de la Costa, las grandes depresiones interiores y las laderas occidentales de la Cordillera de Los Andes.

Este Proyecto se sitúa en la Subregión del Desierto Costero, la cual se extiende a lo largo de la costa oceánica desde la Región de Arica y Parinacota hasta el norte de la Región de Coquimbo, cubriendo las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1.500 msnm. La vida vegetal presenta un desarrollo excepcional y una gran riqueza florística, debido a la acción favorable provocada por la presencia de frecuentes neblinas costeras ("camanchacas") que aportan las precipitaciones necesarias.

Específicamente, el sector prospectado se localiza en la Formación del Desierto Florido de los Llanos, e cual se ocupa las extensas llanuras arenosas presentes entre Vallenar y Copiapó. Normalmente su fisonomía esta constituida por una escasa cobertura arbustiva baja, pero en su composición intervienen numerosas plantas geófitas y efímeras, que surgen cuando ocurren precipitaciones (Gajardo, 1994).

Según lo que señalan Luebert y Pliscoff (2006) en la publicación "Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile", el Proyecto se localiza en un piso vegetacional, a saber:

Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex desertícola*. Matorral muy abierto en el que dominan los arbustos *Skytanthus acutus* y *Atriplex desertícola*, a las que se asocian los subarbustos *Encelia canescens*, *Fagonia chilensis*, *Alona rostrata*, *Heliotropium myosotifolium*, *H. megalanthum* y las herbáceas *Argylia radiata*, *Nolana baccata*, *Calandrinia longiscapa*, *Tetragonia copiapina*, *T. Macrocarpa* y otras, las que emergen sólo durante los años más lluviosos. En las zonas aluvionales es posible observar comunidades intrazonales dominadas por *Heliotropium sinuatum*, que no han sido formalmente definidas

Este piso vegetacional se distribuye en el llano interior de la Región de Atacama y sur de Antofagasta, entre 200 y 1.500 m de latitud.

5.1 ÁREA DEPÓSITO DE RELAVE

5.1.1 Vegetación

El área de estudio en la cual se inserta el Depósito de Relave, corresponde principalmente a un matorral de altura inferior a 1,0 m. y con una cobertura que puede alcanzar a densa (75 - 90%), en las cual como dominantes destacan *Atriplex deserticola*, *Tetragonia angustifolia*, *Nolana divaricata* y *Heliotropium myositifolium*, y en algunas situaciones lo hacen además *Dinemandra ericoides, Nolana leptophylla*, *Frankenia chilensis*, principalmente. En algunas sectores existe una estrata herbácea la cual puede estar asociada al matorral o conformando formaciones puras, cuya cobertura puede alcanzar al 50%, en ésta como especies principales destacan *Cistanthe longiscapa*, *Tetragonia macrocarpa, Fagonia chilensis* y *Cistanthe salsoloides*.

Las zona denudada (cobertura vegetacional inferior a 1%) presentan una importante participación en el área (66,6%), y corresponden a dos tipos de situaciones, la primera al área industrial y otros sectores asociados a las actividades de carácter antrópico que se desarrollan en este sector, la segunda corresponde moyoritariamente a cerros y laderas.

Es importante destacar que una seccion del área de estudio –principalmente sur este- se encuentra sobre la Quebrada Paipote, por la cual escurrio el aluvión que afecto a la región el 2015, este fenómeno ocasionó un importante efecto sobre el desarrollo de la vegetación que aún se puede observar. Además, incorporó algunas especies que no son propias del sector, pero que se encuentran en áreas aledañas, mediante el aporte, principalmente, de semillas.

Tras el evento meteorológico registrado en el año 2015 que aporto con abundantes precipitaciones a la Región, se ocasionó un importante efecto sobre el desarrollo de la vegetación que aún se puede observar. El escurrimiento provocó una alteración en la superficie del suelo, ademas de un aporte en humedad que benefició el crecimiento de algunas especies que no son propias del sector, pero que se encuentran en áreas aledañas. Debido a lo anterior, se prospecto un área de estudio adicional al área de influencia, en el cual no se proyectan partes, obras o acciones del proyecto, con la finalidad de incorporar mayor información a la caracterización de la componente flora.

También, es destacable el efecto tanto en el área como en la región, de las precipitaciones ocurridas en el invierno del presente año, lo cual ha generado que las especies anuales presenten un importante desarrollo, lo que ha favorecido la aparición de flora herbácea

en áreas que para la campaña de primavera del 2016, fueron descritas como sin vegetación.

- **Formaciones vegetales**

Para el área de estudio se han definido 136 unidades homogéneas de vegetación agrupada en 4 formaciones vegetales con 34 tipos, además de sectores sin vegetación o zonas denudadas. En el Anexo DR-7 se incluye la lámina COT tamaño A1 para el sector Depósito de Relaves, de la cual se muestra a continuación una imagen referencial.

Figura 3: COT Unidades Homogéneas de Vegetación sector Depósito de Relaves



Fuente: Yastay

En el **Anexo DR-1** se detalla la caracterización de cada unidad cartográfica, indicando además para cada una de ellas la presencia de flora en categoría de conservación a nivel nacional y la presencia de especies citadas en el D.S. 68/2009. En el **Anexo DR-2,** se presenta el registro fotográfico.

En la **Tabla 5**, se presenta la superficie y participación porcentual por formación vegetal, tipo y subtipo vegetal para el área de estudio.

Tabla 5. Superficie y participación porcentual por formación, tipo y subtipo vegetal. Área de estudio (Septiembre, 2014)

Formación vegetal	Tipo vegetacional	Sub tipo vegtacional	For. Vegetal		Tipo Vegetal		Subtipo Vegetal	
			Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%
Arbustiva	Arbustiva de *Atriplex deserticola*	Arbustiva muy escasa de *Atriplex deserticola*	39,1	24,7	1,5	1,0	0,9	0,6
		Arbustiva muy clara de *Atriplex deserticola*					0,6	0,4
		Arbustiva clara de *Atriplex deserticola*					0,0	0,0
	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*	Arbustiva muy escasa de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*			4,7	3,0	2,5	1,6
		Arbustiva escasa de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*					0,4	0,2
		Arbustiva muy clara de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*					0,3	0,2
		Arbustiva clara de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*					0,9	0,6
		Arbustiva poco densa de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*					0,6	0,4
		Arbustiva densa de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*					0,0	0,0
	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*	Arbustiva escasa de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*			5,4	3,4	0,6	0,4
		Arbustiva muy clara de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*					2,1	1,3
		Arbustiva clara de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*					2,6	1,6
		Arbustiva poco densa de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*					0,1	0,1
	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*	Arbustiva muy escasa de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*			1,6	1,0	0,4	0,2
		Arbustiva escasa de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*					1,0	0,6
		Arbustiva clara de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*					0,2	0,2
	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana sedifolia*	Arbustiva escasa de *Atriplex deserticola - Nolana sedifolia*			0,1	0,1	0,1	0,1
	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Tetragonia angustifolia*	Arbustiva muy escasa de *Atriplex deserticola - Tetragonia angustifolia*			1,3	0,8	0,8	0,5
		Arbustiva escasa de *Atriplex deserticola - Tetragonia angustifolia*					0,1	0,1
		Arbustiva clara de *Atriplex deserticola - Tetragonia angustifolia*					0,1	0,0

Formación vegetal	Tipo vegetacional	Sub tipo vegtacional	For. Vegetal		Tipo Vegetal		Subtipo Vegetal	
			Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%
		Arbustiva poco densa de *Atriplex deserticola - Tetragonia angustifolia*					0,3	0,2
	Arbustiva de *Dinemandra ericoides - Tetragonia angustifolia*	Arbustiva escasa de *Dinemandra ericoides - Tetragonia angustifolia*			0,1	0,1	0,1	0,1
	Arbustiva de *Frankenia chilensis - Tetragonia angustifolia*	Arbustiva clara de *Frankenia chilensis - Tetragonia angustifolia*			0,2	0,1	0,2	0,1
	Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium - Atriplex deserticola*	Arbustiva muy escasa de *Heliotropium myosotifolium - Atriplex deserticola*			1,7	1,0	0,3	0,2
		Arbustiva escasa de *Heliotropium myosotifolium - Atriplex deserticola*					1,3	0,8
	Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*	Arbustiva escasa de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*			1,6	1,0	0,9	0,6
		Arbustiva clara de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*					0,6	0,4
		Arbustiva muy clara de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*					0,1	0,1
	Arbustiva de *Nolana divaricata*	Arbustiva muy escasa de *Nolana divaricata*			1,7	1,1	0,5	0,3
		Arbustiva escasa de *Nolana divaricata*					0,8	0,5
		Arbustiva muy clara de *Nolana divaricata*					0,4	0,3
	Arbustiva de *Nolana divaricata - Heliotropium myosotifolium*	Arbustiva muy escasa de *Nolana divaricata - Heliotropium myosotifolium*			0,2	0,1	0,2	0,1
	Arbustiva de *Nolana divaricata - Tetragonia angustifolia*	Arbustiva muy escasa de *Nolana divaricata - Tetragonia angustifolia*			0,7	0,4	0,5	0,3
		Arbustiva clara de *Nolana divaricata - Tetragonia angustifolia*					0,2	0,1
	Arbustiva de *Nolana leptophylla*	Arbustiva muy escasa de *Nolana leptophylla*			0,5	0,3	0,5	0,3
	Arbustiva de *Nolana leptophylla - Atriplex deserticola*	Arbustiva escasa de *Nolana leptophylla - Atriplex deserticola*			1,1	0,7	0,9	0,5
		Arbustiva muy clara de *Nolana leptophylla - Atriplex deserticola*					0,2	0,1
	Arbustiva de *Nolana leptophylla - Tetragonia angustifolia*	Arbustiva muy escasa de *Nolana leptophylla - Tetragonia angustifolia*			0,1	0,1	0,1	0,1
	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia*	Arbustiva muy escasa de *Tetragonia angustifolia*			9,4	5,9	2,6	1,6
		Arbustiva escasa de *Tetragonia angustifolia*					5,7	3,6

Formación vegetal	Tipo vegetacional	Sub tipo vegtacional	For. Vegetal		Tipo Vegetal		Subtipo Vegetal	
			Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%
		Arbustiva muy clara de *Tetragonia angustifolia*					1,1	0,7
	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Atriplex deserticola*	Arbustiva muy escasa de *Tetragonia angustifolia - Atriplex deserticola*			0,9	0,5	0,3	0,2
		Arbustiva escasa de *Tetragonia angustifolia - Atriplex deserticola*					0,6	0,3
	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Bahia ambrosioides*	Arbustiva escasa de *Tetragonia angustifolia - Bahia ambrosioides*			0,3	0,2	0,3	0,2
	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Nolana divaricata*	Arbustiva escasa de *Tetragonia angustifolia - Nolana divaricata*			5,8	3,7	0,8	0,5
		Arbustiva clara de *Tetragonia angustifolia - Nolana divaricata*					5,0	3,2
	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Nolana leptophylla*	Arbustiva muy escasa de *Tetragonia angustifolia - Nolana leptophylla*			0,1	0,1	0,1	0,1
	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Nolana sedifolia*	Arbustiva muy escasa de *Tetragonia angustifolia - Nolana sedifolia*			0,2	0,1	0,2	0,1
Arbustiva herbácea	Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola - Cistanthe salsoloides*	Arbustiva herbácea clara de *Atriplex deserticola - Cistanthe salsoloides*	6,6	4,1	0,9	0,6	0,5	0,3
		Arbustiva herbácea densa de *Atriplex deserticola - Cistanthe salsoloides*					0,0	0,02
		Arbustiva herbácea muy densa de *Atriplex deserticola - Cistanthe salsoloides*					0,4	0,2
	Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola - Fagonia chilensis*	Arbustiva herbácea muy escasa de *Atriplex deserticola - Fagonia chilensis*			1,1	0,7	1,1	0,7
	Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola - Cistanthe longiscapa*	Arbustiva herbácea clara de *Atriplex deserticola - Cistanthe longiscapa*			0,04	0,02	0,04	0,02
	Arbustiva herbácea de *Nolana divaricata - Cistanthe longiscapa*	Arbustiva herbácea muy clara de *Nolana divaricata - Cistanthe longiscata*			0,1	0,1	0,1	0,1
	Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia - Cistanthe cabrerae*	Arbustiva herbácea muy escasa de *Tetragonia angustifolia - Cistanthe cabrerae*			2,0	1,3	1,8	1,1
		Arbustiva herbácea clara de *Tetragonia angustifolia - Cistanthe cabrerae*					0,2	0,1
	Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia - Cistanthe longiscapa*	Arbustiva herbácea muy escasa de *Tetragonia angustifolia - Cistanthe longiscapa*			1,3	0,8	1,0	0,6
		Arbustiva herbácea muy clara de *Tetragonia angustifolia - Cistanthe longiscapa*					0,3	0,2
	Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia - Fagonia chilensis*	Arbustiva herbácea muy escasa de*Tetragonia angustifolia - Fagonia chilensis*			1,1	0,7	0,1	0,1

Formación vegetal	Tipo vegetacional	Sub tipo vegtacional	For. Vegetal		Tipo Vegetal		Subtipo Vegetal	
			Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%
		Arbustiva herbácea clara*Tetragonia angustifolia - Fagonia chilensis*					1,0	0,6
Herbácea	Herbácea de *Cistanthe longiscapa*	Herbácea escasa de *Cistanthe longiscapa*	7,2	4,6	3,7	2,3	3,0	1,9
		Herbácea clara de *Cistanthe longiscapa*					0,1	0,1
		Herbácea muy clara de *Cistanthe longiscapa*					0,6	0,4
	Herbácea de *Cistanthe longiscapa - Fagonia chilensis*	Herbácea muy clara de *Cistanthe longiscapa - Fagonia chilensis*			2,2	1,4	2,2	1,4
	Herbácea de *Malesherbia humilis-Fagonia chilensis*	Herbácea muy escasa de *Malesherbia humilis-Fagonia chilensis*			0,2	0,1	0,2	0,1
	Herbácea de *Tetragonia macrocarpa*	Herbácea muy escasa de *Tetragonia macrocarpa*			1,1	0,7	0,3	0,2
		Herbácea escasa de *Tetragonia macrocarpa*					0,7	0,5
Herbácea arbustiva	Herbácea arbustiva *Cistanthe longiscapa - Nolana divaricata*	Herbácea arbustiva muy clara *Cistanthe longiscapa - Nolana divaricata*	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02
Zona denudada	Zona denudada	Zona denudada	105,6	66,6	53,2	33,5	53,2	33,5
	Zona denudada(I)	Zona Denudada (I)			52,5	33,1	52,5	33,1
Total			**158,5**	**100**	**158,5**	**100**	**158,5**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017

En el **ANEXO DR-3**, se señala el nombre científico y forma de vida, de los códigos de las especies dominantes y ocasionadas, detectadas en el área de estudio y utilizadas en la **Anexo DR-1**.

Tanto las formaciones, como los tipos y subtipos se describen a continuación:

a) Formación Arbustiva

Formación vegetal, en la cual la fisonomía está determinada por la presencia de un dosel de altura inferior a 1 m., el cual se encuentra constituido por especies cuyo forma de vida es arbustiva, conformando un matorral de cobertura que varía entre 1 a 90%,

Esta vegetación ocupa en el área de estudio 39,1 ha, es decir, un 24,7% del total prospectado, y se ha definido los siguientes tipos vegetales:

a-1) Arbustiva de *Atriplex deserticola*

Tipo vegetal que se encuentra representado en el área de estudio por 6 unidades cartográficas (31, 39, 57, 77, 86 y 91), las cuales ocupan 1,5 ha, equivalente a 1,0% del total estudiado. En estas unidades la altura del dosel arbustivo es inferior a 1 m, y la cobertura varía entre 1 a 50%, por lo que se pueden definir los subtipos muy escaso (1 a 5%), escaso (5 a 10%) y claro (25 a 50%).

Como especie dominante del matorral se presenta *Atriplex deserticola*, y entre las ocasionales destacan los arbustos *Nolana leptophylla*, *Heliotropium myosotifolium*, *Frankenia chilensis*, *Nolana divaricata*, *Ephedra breana*, *Haplopappus philippii, Nolana albescens, Baccharis salicifolia, Encelia canescens, Nicotiana glauca, Tamarix chinensis, Bulnesia chilensis, Dinemandra ericoides*, *Tetragonia angustifolia*, como también las hierbas *Cistanthe salsoloides*, *Cistanthe longiscapa*, *Fagonia chilensis*, *Cristaria glaucophylla* y *Descurainia nuttallii*.

En este tipo de vegetación y específicamente en la unidad 86, se detectó la presencia de una especie en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, correspondiendo a *Prosopis flexuosa*. Además de Bulnesia *chilensis*, especies citada como del tipo xerofítica en el D.S. 68/2009.

a-2) Arbustiva de *Nolana divaricata*

Vegetación que en el área cubre una superficie de 1,7 ha, es decir 1,1% del total, correspondiendo a las unidades cartográficas 2, 36, 37, 38, 70, 71 y 72, en las cuales el estrato arbustivo es de altura inferior a 0,5 m y cobertura entre 1 y 25% (subtipos muy escaso, escaso y muy claro), en éstas la dominante corresponde a *Nolana divaricata*.

Como especies ocasionales destacan los arbustos *Ephedra breana*, *Atriplex deserticola*, *Frankenia chilensis*, *Tetragonia angustifolia*, *Encelia canescens, Nolana albescens, Nolana leptophylla, Ephedra breana*, *Dinemandra ericoides*, como también las hierbas *Cistanthe salsoloides*, *Cistanthe longiscapa*, *Cistanthe cabrerae* y *Fagonia chilensis*.

En las unidades cartográficas 38, 71 y 72, se detectó la presencia de *Cumulopuntia sphaerica*, especie citada en la categoría de **Preocupación Menor** a nivel nacional.

a-3) Arbustiva de *Tetragonia angustifolia*

Este tipo de vegetación está representada en el área de estudio por las unidades cartográficas 6, 8, 11, 16, 17, 20, 45, 42, 46, 95, 110, 129 y 131, las cuales ocupan una superficie de 9,4 ha, equivalente a 5,9% del total. En estas el estrato arbustivo presenta una cobertura que varía entre 1 a 25%, definiéndose los subtipos muy escaso (1 a 5%), escaso (5 a10%) y muy claro (10 a 25%).

Como especie dominante se presenta *Tetragonia angustifolia*, como ocasionales lo pueden hacer los arbustos *Nolana leptophylla* y *Ephedra breana*, además de las hierbas *Cistanthe longiscapa*, *Helenium atacamense, Tetragonia macrocarpa, Cristaria glaucophylla*, *Polyachyrus poeppigii*, *Perytile emoryi, Cryptantha filaginea*, *Vulpia myurus* y *Solanum remyanum.*

En este tipo de vegetación se detectó la presencia de tres especies en categoría de conservación a nivel nacional, correspondiendo éstas a *Pyrrhocactus eriosyzoides* y *Copiapoa megarhiza* citada como **Vulnerable** y *Aphyllocladus denticulatus* en la categoría de **Casi Amenazada**.

a-4) Arbustiva de *Atriplex deserticola - Heliotropium myositifolium*

En el área de estudio, las unidades cartográficas 56, 58, 65, 75, 76, 83, 85, 93, 94, 98, 117 y 118, representan este tipo de vegetación, las cuales ocupan una superficie de 4,7 ha. es decir, 3,0% del total.

Vegetación en la cual la cobertura del dosel varía entre 5 a 90%, por lo que es posible reconocer los subtipos muy escaso (1 - 5%), escaso (5 a 10%), muy claro (10 a 25%), claro (25 a 50%), poco denso (50 a 75%) y denso (75 a 90%), y lo individuos que constituyen el dosel arbustivo, presentan una altura inferior a 1 m.

Estrato que se encuentra dominado por *Atriplex deserticola* y *Heliotropium myositifolium*, como especie acompañante en la unidad 117 y 118 se presenta *Tetragonia angustifolia* y *Nolana leptophylla* lo hace en la unidad 83.

Además, como ocasionales destacan los arbustos *Nolana divaricata*, *Encelia canescens*, *Atriplex imbricata*, *Nolana albescens*, *Tetragonia angustifolia*, *Tamarix chilensis, Nolana divaricata*, *Ephedra breana*, *Baccharis salicifolia*, *Nolana rostrata, Lycium bridgesii, Senna cumingii*, *Nolana leptophylla, Dinemandra ericoides, Nolana filifolia, Bahia ambrosioides, Tessaria absinthioides*, *Huidobria chilensis* y entre las hierbas lo hacen *Cistanthe salsoloides*, *Cistanthe cabrerae*, *Cistanthe longiscapa, Cristaria glaucophylla*, *Fagonia chilensis*, *Adesmia eremophila, Bassia hyssopifolia, Cistanthe amaranthoides*, *Adesmia multicuspis* y *Heliotropium curassavicum*.

En este tipo de vegetación se detectó la presencia de una especie citada en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, siendo ésta *Prosopis flexuosa* (unidades 56, 58, 83, 98 y 117). Como también la presencia de ejemplares de *Bulnesia chilensis* (unidades 75, 76, 85 y 118), especie citada en el D.S. 68/2009 como del tipo xerofítica.

a-5) Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium – Nolana leptophylla*

Este tipo vegetal, ocupa una superficie que asciende a 1,6 ha, equivalente a 1,0% del total prospectado y está representado por las unidades 59, 61, 64, 66, 67 y 103. En estas la cobertura del dosel arbustivo varía entre 5 a 50% (subtipos muy escaso, escaso, muy claro y claro) y la altura de los ejemplares que lo constituyen es inferior a 0,5 m

Dosel que está dominado por *Heliotropium myosotifolium* y *Nolana leptophylla*, con *Atriplex deserticola* en el rol de acompañante. Como especies ocasionales se presentan los arbustos *Atriplex imbricata*, *Tetragonia angustifolia*, *Nolana albescens*, *Ephedra breana*, *Adesmia argentea*, *Nolana rostrata*, *Tessaria absinthioides*, *Adesmia atacamensis, Baccharis salicifolia* y *Senna cumingii*, entre las hierbas lo hacen *Fagonia chilensis*, *Cistanthe longiscapa*, *Cistanthe salsoloides*, *Adesmia eremophila, Schizanthus candidus, Oenothera rosea* y *Cristaria glaucophylla*.

En las unidades 59, 61, 64 y 66, se detectó la presencia de *Prosopis flexuosa*, especie citada en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, en igual categoría se encuentra *Adesmia argyrophylla*, la cual se observó en la unidad cartográfica103, en esta última unidad se detectó la presencia de algunos ejemplares de *Bulnesia* chilensis, entidad que de acuerdo al D.S. 68, corresponde a una especie del tipo xerofítica.

a-6) Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*

Tipo de vegetación que para el área de estudio, está representada por las unidades cartográficas 25, 28, 27, 87 y 115, las cuales cubren una superficie de 5,4 ha, equivalente a 3,4% del total. En éstas el dosel arbustivo presenta una cobertura que varía entre 5 a 75%, definiéndose los subtipos escaso (5 a 10%), muy claro (10 a 25%), claro (25 a 50%) y poco denso (50 a 75%).

Unidades que presenta como especies dominantes a *Atriplex deserticola* y *Nolana divaricata*, en las cuales se puede presentar como ocasionales, los arbustos *Encelia canescens*, *Heliotropium myosotifolium, Atriplex imbricata, Nolana leptophylla, Tessaria absinthioides, Lycium minutifolium, Dinemandra ericoides, Tetragonia angustifolia* y/o *Nolana albescens*, como también a las hierbas *Fagonia chilensis, Cistanthe longiscapa, Cristaria glaucophylla, Cistanthe amaranthoides, Melilotus indicus* y *Cistanthe cabrerae*.

En estas unidades se detectó la presencia dos especies en categoría de conservación a nivel nacional, la primera corresponde a *Prosopis flexuosa* (unidad 87) la cual se encuentra citada como **Vulnerable**, y la segunda es *Cumulopuntia sphaerica* (unidades 25 y 28) clasificada como de **Preocupación Menor**.

Además, en la unidad 115 se observó la presencia de escasos ejemplares de *Schinus areira* (=*Schinus molle*), la cual corresponde a una especie del tipo xerofítica de acuerdo con el D.S. 68.

a-7) Arbustiva de *Nolana divaricata – Tetragonia angustifolia*

Para el área de estudio las unidades cartográficas 24, 32 y 43, representan este tipo de vegetación, ocupando una superficie de 0,7 ha, equivalente a 0,4% del total. En ellas el dosel arbustivo presenta una cobertura que varía entre 1 a 50%, definiéndose los subtipos muy escaso (1 a 5%) y claro (25 a 50%%), cuyo dosel presenta una altura inferior a 0,5 m.

Unidades que presenta como especie dominante a *Nolana divaricata* y *Tetragonia angustifolia*, en las cuales como ocasionales destacan *Diplolepis viridis*, *Encelia canescens*, *Dinemandra ericoides* y *Nolana albescens*, además de las hierbas *Fagonia chilensis* y *Cistanthe longiscapa*.

En la unidad 43, se detectó la presencia de *Adesmia argyrophylla*, especie citada en la categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, y de *Cumulopuntia sphaerica* clasificada como de **Preocupación Menor**.

a-8) Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*

Las unidades cartográficas 84, 99, 100, 104 y 133, representan este tipo de vegetación en el área de estudio, con una superficie de 1,6 ha, equivalente a 1,0% del total. En ellas los arbusto presentan una cobertura que varía entre 10 a 50%, por lo que se pueden definir los subtipos muy escaso (1 a 5%), escaso (5 a 10%) y claro (25 a 50%), con una altura del dosel inferior a 1 m.

Vegetación en la cual dominan *Atriplex deserticola* y *Nolana leptophylla*, presentándose como ocasionales los arbustos *Heliotropium myosotifolium*, *Baccharis salicifolia*, *Senna cumingii*, *Tetragonia angustifolia*, *Nolana albescens*, *Adesmia argentea, Errazurizia*

multifoliolata, Nolana divaricata, Ephedra breana, Atriplex nummularia y *Encelia canescens*, además de las hierbas *Mirabilis ovata*, *Cristaria glaucophylla*, *Cistanthe amaranthoides, Fagonia chilensis*, *Perytile emoryi, Cistanthe longiscapa*, *Bassia hyssopifolia, Erodium cicutarium, Madia sativa, Cistanthe salsoloides* y *Malesherbia humilis* var. *parviflora*.

Vegetación en la cual se detectó la presencia dos especies en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, la primera corresponde a *Prosopis flexuosa* (unidades 84, 99, 100 y 133) y la segunda es *Adesmia argyrophylla* (unidad 84).

Además, en la unidad 99 y 100 se observó la presencia de escasos ejemplares de *Schinus areira* (=*Schinus molle*) y *Bulnesia chilensis*, las cuales corresponden a especie del tipo xerofítico de acuerdo con el D.S. 68.

a-9) Arbustiva de *Tetragonia angustifolia – Nolana divaricata*

Para el área prospectada las unidades 21, 41 y 126, corresponden a este tipo de vegetación, cubriendo una superficie de 5,8 ha. es decir, 3,7% del total.

Tipo vegetal en el cual la cobertura del estrato arbustivo fluctúa entre 5 a 50%, por lo que es posible reconocer los subtipos escaso (5 a 10%) y claro (25 a 50%), donde los individuos que conforman este estrato presentan una altura inferior a 0,5 m.

Estrato que se encuentra dominado por *Tetragonia angustifolia* y *Nolana divaricata*, como especies ocasionales se pueden presentar los arbustos *Ephedra breana*, *Gymnophyton flexuosum*, *Nolana divaricata*, *Ophryosporus triangularis*, *Encelia canescens*, *Dinemandra ericoides*, *Atriplex deserticola*, *Diplolepis viridis, Nolana leptophylla* y *Adesmia argentea*, como también las hierbas *Fagonia chilensis*, *Cistanthe longiscapa, Cistanthe cabrerae, Malesherbia humilis* y *Senecio crepioides.*

En este tipo vegetal y en la unidad 41, se observó la presencia de tres especies en categoría de conservación a nivel nacional, correspondiendo a *Pyrrhocactus eriosyzoides* y *Copiapoa megarhiza* citadas como **Vulnerable**, y *Aphyllocladus denticulatus* en la categoría de **Casi Amenazada**.

a-10) Arbustiva de *Nolana leptophylla - Atriplex deserticola*

Este tipo de vegetación está representado en el área por las unidades cartográficas 55, 81, 92, 120 y 121, las que cubren una superficie de 1,1 ha, equivalente a 0,7% del total. En ellas la cobertura del dosel arbustivo varía entre 5 a 25% (subtipos escaso y muy claro).

Unidades en las cuales las dominantes son *Nolana leptophylla* y *Atriplex deserticola*, como acompañante en general se presenta *Heliotropium myosotifolium*.

Las especies ocasionales detectadas corresponden a los arbustos *Tessaria absinthioides, Baccharis salicifolia, Nolana albescens, Tetragonia angustifolia, Dinemandra ericoides* y *Adesmia atacamensis*, y las hierbas *Cistanthe longiscapa, Fagonia chilensis* y *Malesherbia lirana.*

En la unidad 81 se detectó la presencia de una especies en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, correspondiendo a *Prosopis flexuosa*. Mientras que, en la unidad 121, se observaron algunos ejemplares de *Bulnesia chilensis*, especie del tipo xerofítico de acuerdo con el D.S. 68.

a-11) Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Atriplex deserticola*

En el área de estudio, las unidades cartográficas 33, 34, 60 y 62, representan este tipo de vegetación, las cuales ocupan una superficie de 0,9 ha. es decir, 0,5% del total.

Unidades en las cuales el cubrimiento de la vegetación fluctúa entre 1 a 10%, por lo que es posible reconocer los subtipos muy escaso (1 - 5%) y escaso (5 a 10%), y lo ejemplares que la conforman presentan una altura inferior a 1 m.

Estrato que se encuentra dominado por *Tetragonia angustifolia* y *Atriplex deserticola*, como especies ocasionales destacan los arbustos *Nolana albescens*, *Nolana rostrata, Heliotropium myosotifolium*, *Nolana divaricata*, *Encelia canescens* y *Ephedra breana*, como también de las hierbas *Cistanthe salsoloides*, *Cistanthe cabrerae*, *Cistanthe longiscapa, Cristaria glaucophylla, Malesherbia lirana* y *Fagonia chilensis*.

En estas unidades, se observó la presencia de dos especies en categoría de conservación a nivel nacional, siendo estas *Prosopis flexuosa* (60) citada como **Vulnerable** y *Cumulopuntia sphaerica* (unidades 33 y 34), la cual está clasificada como de **Preocupación Menor**.

a-12) Arbustiva de *Atriplex deserticola - Tetragonia angustifolia*

Este tipo de vegetación se encuentra representado en el área por las unidades 29, 30, 54, 63 y 119, cubriendo una superficie de 1,3 ha. es decir, 0,8% del total.

Vegetación en la cual la cobertura del dosel arbustivo varía entre 1 a 75%, reconociéndose los subtipos muy escaso (1 - 5%), escaso (5 a 10%), claro (25 a 50%) y poco denso (50 a 75%), los ejemplares que constituyen el estrato presentan un altura inferior a 1 m., siendo dominado por *Atriplex deserticola* y *Tetragonia angustifolia*.

En éstas destacan como especies ocasionales los arbustos *Nolana albescens*, *Heliotropium myosotifolium*, *Nolana rostrata, Nolana leptophylla*, *Nicotiana glauca, Baccharis salicifolia*, *Senna cumingii*, *Dinemandra ericoides*, *Nolana divaricata, Adesmia atacamensis, Encelia*

canescens, *Heliotropium sinuatum* y *Tessaria absinthioides*, además de las hierbas *Cistanthe salsoloides*, *Cistanthe longiscapa*, *Crytantha filaginea, Bassia hyssopifolia, Cistanthe cabrerae, Cristaria glaucophylla* y *Fagonia chilensis*.

En la unidad 29, se observó la presencia de una especie citada en categoría de conservación de **Preocupación Menor** a nivel nacional, correspondiendo a *Cumulopuntia sphaerica*. Además, de la presencia de un ejemplar en la unidad 54 de *Schinus areira* y en la 119 de *Bulnesia chilensis*, especies citadas en el D.S. 68/2009 como del tipo xerofítica.

a-13) Arbustiva de *Dinemandra ericoides – Tetragonia angustifolia*

Vegetación de escasa representatividad en el área de estudio (unidad 96) y que cubre una superficie de 0,1 ha, es decir 0,1% del total, en ésta el estrato arbustivo es de altura inferior a 0,5 m y cobertura entre 5 a 10% (subtipos escaso). Como especies dominantes se presentan *Dinemandra ericoides* y *Tetragonia angustifolia*, como ocasional se detectó a *Nolana divaricata* y *Cistanthe longiscapa*.

a-14) Arbustiva de *Frankenia chilensis – Tetragonia angustifolia*

Este tipo vegetal es de muy escasa representatividad en el área prospectada, cubriendo una superficie de 0,2 ha, es decir un 0,1% del total y está presente con la unidad 35, en la cual el dosel dominante presenta una altura inferior a 0,5 m y cobertura que varía entre 25 a 50% (subtipo claro), con *Frankenia chilensis* y *Tetragonia angustifolia* como dominantes.

Como especies ocasionales se detaron los arbustos *Nolana divaricata*, *Encelia canescens*, *Baccharis salicifolia*, *Dinemandra ericoides* y *Heliotropium myosotifolium*, y la hierba *Cistanthe longiscapa*.

a-15) Arbustiva de *Heliotropium myositifolium - Atriplex deserticola*

Para el área de estudio las unidades cartográficas 97, 102 y 105, corresponden a este tipo de vegetación, las que ocupan una superficie de 1,7 ha. es decir, 1,0% del total.

Vegetación con un dosel arbustivo de cobertura que fluctúa entre 1 a 10% (subtipos muy escaso y escaso), en las cuales los ejemplares que conforman el estrato son de altura inferior a 1 m., en estas *Heliotropium myositifolium* y *Atriplex deserticola* tiene el rol de dominantes.

Como especies ocasionales se detecpresentan los arbustos *Nolana divaricata*, *Adesmia argentea, Dinemandra ericoides, Baccharis salicifolia, Nolana leptophylla, Tetragonia angustifolia, Huidobria chilensis, Nolana albescens*, *Lycium bridgesii* y *Ephedra breana*, y

entre las hierbas se presentan *Cistanthe salsoloides*, *Cistanthe cabrerae*, *Cristaria glaucophylla* y *Adesmia eremophila*, *Fagonia chilensis, Cistanthes amaranthoides, Cistanthe longiscapa, Solanum remyanum, Malesherbia humilis, Adesmia multicuspis, Bassia hyssopifolia* y *Melilotus indicus*.

Vegetación en la cual se detectó la presencia de una especie en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, correspondiendo a *Prosopis flexuosa* (unidad 102).

Además, en la unidades 102 y 105, se observó la presencia de algunos ejemplares de *Bulnesia chilensis*, y que de acuerdo con el D.S. 68, corresponde a una especie del tipo xerofítica.

a-16) Arbustiva de *Nolana divaricata – Heliotropium myosotifolium*

La unidad 68, representan este tipo de vegetación en el área, cubriendo 0,2 ha, equivalente a 0,1% del total. Vegetación en la cual el dosel arbustivo presenta una cubrimiento inferior al 5% (subtipos muy escaso), y los ejemplares que lo constituyen son de una altura que no excede los 0,5 m., aquí *Nolana divaricata* y *Heliotropium myosotifolium* se comportan como especies dominantes.

Unidad en la cual se observó la presencia de *Prosopis flexuosa*, especie citada en la categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional.

a-17) Arbustiva de *Tetragonia angustifolia – Bahia ambrosioides*

Para el área prospectada la unidad 48, representa este tipo de vegetación, la que cubre una superficie de 0,3 ha. es decir, 0,2% del total.

Tipo vegetal en el cual la cobertura del estrato arbustivo varía entre 5 a 10% (subtipo escaso), y los individuos que lo conforman so de una altura inferior a 0,5 m., como especies dominantes se presentan *Tetragonia angustifolia* y *Bahia ambrosioides*.

Las especies ocasionales presentes en este tipo vegetal corresponde a los arbustos *Ophryosporus triangularis*, *Frankenia chilensis*, *Nolana divaricata* y *Encelia canescens*, como también las hierbas *Fagonia chilensis*, *Cistanthe longiscapa* y *Cistanthe cabrerae*.

Además, en esta unidad, se observó la presencia de una especie en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, siendo esta *Pyrrhocactus eriosyzoides*.

a-18) Arbustiva de *Atriplex deserticola – Nolana sedifolia*

Vegetación que en el área de estudio esta presente con la unidad 113, que cubre una superficie de 0,1 ha. es decir, 0,1% del total.

En esta la cobertura del dosel arbustivo fluctúa entre 5 a 10%, (subtipo escaso), donde los ejemplares que lo constituyen presentan un altura inferior a 1m., y esta dominado por *Atriplex deserticola* y *Nolana sedifolia*, como especies ocasionales se presentan los arbustos *Heliotropium myosotifolium*, *Tetragonia angustifolia, Nolana albescens* y *Atriplex imbricata,* como también las hierbas *Cristaria glaucophylla, Cistanthe longiscapa* y *Cistanthe amaranthioides.*

a-19) Arbustiva de *Nolana leptophylla*

Tipo vegetal que cubre una superficie de 0,5 ha, es decir, 0,3% del total (unidad 116), en la cual el dosel arbustivo es de altura inferior a 0,5 m. y cobertura entre 1 y 5% (subtipo muy escaso), en la cual la dominante es *Nolana leptophylla*.

Como especies ocasionales se detectaron los arbustos *Atriplex deserticola*, *Tetragonia angustifolia*, *Heliotropium myosotifolium* y *Tessaria absinthioides,* además de las hierbas *Adesmia multicuspis, Cistanthe amaranthoides, Cristaria glaucophylla, Malesherbia humilis, Cistanthe longiscapa*, *Perytile emoryi* y *Adesmia parviflora*.

En esta unidad, se observó la presencia de algunos ejemplares de *Bulnesia chilensis*, especie definida como del tipo xerofítico según el D.S. 68.

a-20) Arbustiva de *Nolana leptophylla – Tetragonia angustifolia*

Para el área de estudio la unidad cartográfica 134, corresponde a este tipo de vegetación y ocupa una superficie de 0,1 ha, equivalente a 0,1% del total. En esta el dosel arbustivo presenta una cobertura que varía entre 1 a 5% (subtipo muy escaso) y una altura de los individuos inferior a 0,5 m.

Unidad que presenta como especie dominante a *Nolana leptophylla* y *Tetragonia angustifolia*.

a-21) Arbustiva de *Tetragonia angustifolia – Nolana leptophylla*

Para el área de estudio la unidad 114, representa este tipo de vegetación, y cubre una superficie de 0,1 ha. es decir, 0,1% del total.

Tipo vegetal en el cual la cobertura del estrato dominante varía entre 1 a 5% (subtipo muy escaso), donde los individuos que lo conforman son de altura inferior a 0,5 m., en el cual como dominantes se presentan *Tetragonia angustifolia* y *Nolana leptophylla,* y con *Atriplex deserticola* en el rol de acompañante.

Como especies ocasionales se presentan los arbustos *Heliotropium myosotifolium*, *Errazurizia multifoliolata, Atriplex imbricata* y *Nolana albescens,* además de las hierbas *Chorizanthe comminsuralis, Fagonia chilensis*, *Cistanthe amaranthoides, Cruckshanksia hymenodon*, *Cristaria glaucophylla* y *Adesmia multicuspis.*

a-22) Arbustiva de *Tetragonia angustifolia – Nolana sedifolia*

La unidad cartográfica 90, corresponde a este tipo de vegetación para el área de estudio, la cual ocupa una superficie de 0,2 ha. es decir, 0,1% del total.

La cobertura del estrato dominante varía entre 1 a 5% (subtipo muy escaso), en la cual los ejemplares que lo constituyen son de una altura inferior a 0,5 m., en éste *Tetragonia angustifolia* y *Nolana sedifolia* se comportan como dominantes.

Como especie ocasional se detectó la presencia de algunos ejemplares de *Baccharis salicifolia.*

b) Formación Arbustiva Herbácea

Formación vegetal que se caracteriza por la presencia de dos estratos vegetacionales que definen la fisonomía de las unidades. El primero, se encuentra conformado por especies cuya forma de vida es arbustiva, constituyendo un matorral de altura inferior a 1 m. y cobertura que fluctúa entre 1 a 90%, y el segundo esta constituido por especies herbáceas con un cubrimiento que varía entre 1 a 10%.

Esta formación ocupa una superfice de 6,6 ha, es decir, un 4,1% del total prospectado, y se ha definido los siguientes tipos vegetales:

b-1) Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola - Cistanthe salsoloides*

Las unidades cartográficas 69, 73, 74 y 79, corresponden a este tipo de vegetación, las que cubren una superficie de 0,9 ha., es decir un 0,6% del total.

Unidades en las cuales la cobertura de los arbustos varía entre 25 a 90%, mientras que en las hierbas éste varía entre 1 a 10%, en el primero domina *Atriplex deserticola*, la cual puede estar acompañada de *Heliotropium myosotifolium* o *Nolana leptophylla*, y en el segundo lo hace *Cistanthe salsoloides*.

Considerando las coberturas de ambos estratos, para este tipo de vegetación se pueden reconocer los subtipos claro (25 a 50%), denso (75 a 90%) y muy denso (superior a 90%).

Como especies ocasionales se pueden presentar los arbustos *Tetragonia angustifolia, Baccharis salicifolia*, *Nolana albescens*, *Nolana leptophylla* y *Encelia canescens*, como también las hierbas *Fagonia chilensis, Cistanthe longiscaoa* y/o *Cistanthe cabrerae*.

b-2) Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia - Cistantne cabreraea*

Tipo vegetacional representado por las unidades cartográficas 10, 26 y 44, cubriendo una superficie de 2,0 ha, es decir, 1,3% del total estudiado.

En estas unidades el dosel arbustivo presenta una cobertura que varía entre 1 a 25%, en cambio en el herbáceo éste fluctúan entre 1 a 10%. Considerando ambas cobertura se pueden definir los subtipos muy escaso (1 a 5%) y claro (25 a 50%).

Tetragonia angustifolia domina el dosel arbustivo acompañada de *Senecio almeidae* y *Cistanthe cabrerae* lo hace en el herbáceo, y omo especies ocasionales se pueden presentar los arbustos *Atriplex deserticola*, *Nolana sedifolia, Adesmia argentea*, *Ophryosporus triangularis*, *Gymnophyton flexuosum*, *Nolana albescens* y *Encelia canescens*, como también las hierbas *Fagonia chilensis*, *Cistanthe longiscapa, Malesherbia humilis* y *Jarava tortuosa*.

En la unidad cartográfica 10, se detectó la presencia de tres especies citadas en categoría de conservación a nivel nacional, siendo estas *Pyrrhocactus eriosyzoides* citada como **Vulnerable,** *Cumulopuntia sphaerica* clasificada como de **Preocupación Menor** y *Aphyllocladus denticulatus* en la categoría de **Casi Amenazada**.

b-3) Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia – Fagonia chilensis*

Para el área de estudio, este tipo de vegetación está representado por las unidades 47 y 49, participando con un 1,1 ha, es decir un 0,7% del total. En éstas el dosel arbustivo presenta una cobertura entre 1 a 50% y con *Tetragonia angustifolia* como especie dominante, la cual en la unidad 49 se encuentra acompañada de *Ephedra breana, Bahia ambrosioides y Nolana divaricata*. En cambio, el estrato herbáceo es de cobertura inferior a 5% y se encuentra dominada por *Fagonia chilensis*. Considerando los cubrimientos de ambos estratos, esta vegetación corresponde a los subtipos muy escaso (1 a 5%) y claro (25 a 50%).

En la unidad 49, como especies ocasionales se presentan los arbustos *Atriplex deserticola*, *Frankenia chilensis*, *Encelia canescens*, *Dinemandra ericoides*, *Adesmia argentea*, *Ophryosporus triangularis*, *Diplolepis viridis*, *Nolana albescens*, como también las hierbas *Cristaria glaucophylla*, *Cistanthe longiscapa* y *Cistanthe cabrerae*.

En estas unidades se detectó la presencia de *Pyrrhocactus eriosyzoides* citada a nivel nacional como **Vulnerable** y *Aphyllocladus denticulatus* en la categoría de **Casi**

Amenazada. Mientras que, en la unidad 47, además se observaron ejemplares de *Eriosyce rodenthiophila* , especie clasificada como **Vulnerable**.

b-4) Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia – Cistanthe longiscapa*

Las unidades cartográficas 5, 51 y 52, representa este tipo de vegetación para el área, ocupando 1,3 ha, equivalente a 0,8%. En ellas los arbustos que conforma el dosel dominante presentan una cobertura que fluctúa entre 1 a 25%, mientras que en el estrato herbáceo ésta es inferior a 5%. Basado en las coberturas de ambos estratos, para este tipo de vegetación se pueden definir los subtipos muy escaso (1 a 5%) y muy claro (10 a 25%).

En el primero de los estratos domina *Tetragonia angustifolia*, la cual puede estar asociada a *Nolana divaricata*, y en el herbáceo este rol lo tiene *Cistanthe longiscapa*. Como especies ocasionales se presentan *Nolana sedifolia*, *Fagonia chilensis* y *Senecio* sp.

En la unidad cartográfica 5, se detectaron ejemplares de tres especies clasificadas en algunas de las categoría de conservación a nivel nacional, correspondiendo a *Pyrrhocactus eriosyzoides* y *Copiapoa megarhiza* ambas citadas como **Vulnerable,** y *Aphyllocladus denticulatus* en la categoría de **Casi Amenazada**.

b-5) Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola - Cistanthe longiscapa*

Para el área de estudio la unidad cartográfica 78, representa este tipo de vegetación, la cual cubre una superficie de 0,04 ha., es decir un 0,02% del total. En ésta, la cobertura de los arbustos varía entre 10 a 25%, mientras que en las hierbas fluctúa entre 5 a 10%, considerando las coberturas de ambos doseles, esta vegetación corresponde al subtipo claro (25 a 50%).

Los arbusto presentan como dominante a *Atriplex deserticola*, la cual está acompañada de *Nolana leptophylla*, y en el segundo lo hace *Cistanthe longiscapa*, y como especies ocasionales se presentan los arbustos *Heliotropium myosotifolium* y *Baccharis salicifolia*, como también las hierbas *Fagonia chilensis* y *Cistanthe longiscapa*.

Unidad en la cual se detectó la presencia de una especie en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, correspondiendo a *Prosopis flexuosa*.

b-6) Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola – Fagonia chilensis*

La unidad cartográfica 101, representa para el área este tipo de vegetación, ocupando una superficie de 1,1 ha., es decir un 0,7% del total. En ésta, tanto la cobertura de los arbustos como la de las hierbas es inferior a 5% (subtipo muy esaso).

Los arbusto presentan como dominante a *Atriplex deserticola*, la cual está acompañada de *Nolana leptophylla*, y en el segundo lo hace *Fagonia chilensis*, y como especies ocasionales se presentan los arbustos *Encelia canescens, Tetragonia angustifolia, Bulnesia chilensis y Baccharis salicifolia*, como también las hierbas *Cistanthe longiscapa* y *Heliotropium curassavicum*.

Unidad en la cual se detectó la presencia de una especie en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, correspondiendo a *Prosopis flexuosa*. Además de *Bulnesia chilensis*, especie definida como del tipo xerofítico según el D.S. 68.

b-7) Arbustiva herbácea de *Nolana divaricata– Cistanthe longiscapa*

En el área de estudio la unidad cartográfica 40, correspondea este tipo de vegetación, la cual ocupa 0,1 ha, equivalente a 0,1%. En esta el dosel arbustivo presenta una cobertura que fluctúa entre 5 a 10%, mientras que en el estrato herbáceo ésta es inferior a 5%. Basado en las coberturas de ambos estratos, para este tipo de vegetación se define el subtipo muy claro (10 a 25%).

En el primero de los estratos domina *Nolana divaricata* asociada a *Tetragonia angustifolia*, y en el herbáceo este rol lo tiene *Cistanthe longiscapa*. Como especies ocasionales se presentan el arbusto *Nolana divaricata* y la hierba *Fagonia chilensis*.

c) Formación Herbácea Arbustiva

En este tipo de formación vegetal la fisonomía se encuentra determinada por la presencia de dos estratos vegetacionales dominantes, el primero corresponden a un estrato herbáceo y el segundo a uno del tipo arbustivo, cuyo dosel es de altura inferior a 0,5 m.

Formación que en el área prospectada ocupa 0,04 ha, es decir, un 0,02% del total, y se ha definido el siguiente tipo vegetal:

c-1) Herbácea arbustiva de *Cistanthe longiscapa- Nolana divaricata*

Tipo vegetal de muy escasa representatividad en el área de estudio (unidad 53), la cual cubre una superficie que asciende a 0,04 ha, es decir, 0,02% del total.

El estrato herbáceo de esta unidad presenta una cobertura que varía entre 5 a 10% y esta dominado por *Cistanthe longiscapa*. En cambio, el dosel arbustivo es de cobertura inferior a 5%, con *Nolana divaricata* como dominante, y entre las especies ocasionales se encuentran los arbustos *Heliotropium myosotifolium*, *Tetragonia angustifolia* y *Diplolepis viridis*, y la hierba *Fagonia chilensis*.

d) Formación Herbácea

En este tipo de formación vegetal la fisonomía se encuentra definida por la presencia de un estrato conformado por hierbas, constituidos por especies anuales y/o perennes. En general para el área las otras formas de vida se encuentran ausente, siendo posible observar sólo individuos aislados, y cuya cobertura general no interviene en la fisonomía de la vegetación

Formación que en el área prospectada ocupa 7,2 ha, es decir, un 4,6% del total, y se han definido los siguientes tipos vegetales:

d-1) Herbácea de *Cistanthe longiscapa*

Tipo de vegetación que en el área de estudio está representada por las unidades cartográficas 3, 13, 106, 109, 111, 124 y 125, ocupando una superficie de 3,7 ha, equivalente a 2,3% del total. En éstas el estrato herbáceo presenta una cobertura que varía entre 5 a 50%, definiéndose los subtipos escaso (5 a 10%), muy claro (10 a 25%) y claro (25 a 50%).

Unidades que presenta como especie dominante a *Cistanthe longiscapa*, y como ocasionales a los arbustos *Nolana albescens, Tetragonia angustifolia, Nolana leptophylla, Atriplex deserticola, Heliotropium myosotifolium* y *Nolana divaricata*, como también las hierbas *Cistanthe amaranthoides*, *Fagonia chilensis, Cruckshanksia hymenodon, Cuscuta odorata, Perytile emoryi, Malesherbia humilis, Cristaria glaucophylla* y *Tetragonia macrocarpa.*

d-2) Herbáceo de *Tetragonia macrocarpa*

Vegetación representada en el área de estudio por las unidades cartográficas de 7, 9 y 130, las cuales ocupan 1,1 ha, es decir 0,7% del total, en éstas el estrato herbáceo presenta una cobertura que no excede el 10%, por lo que es posible definir los subtipos muy escaso (1 a 5%) y escaso (5 a 10%).

Tipo vegetal en el cual la especie dominante corresponde a *Tetragonia macrocarpa*, y como ocasionales se pueden presentar los arbustos *Tetragonia angustifolia* y *Nolana sedifolia,* además de las hierbas *Cristaria glaucophylla*, *Perytile emoryi*, *Malesherbia humilis* y *Cryptantha filaginea*.

En esta unidad se observó la presencia de una especie en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, correspondiendo a *Pyrrhocactus eriosyzoides*.

d-3) Herbácea de *Cistanthe longiscapa-Fagonia chilensis*

Este tipo vegetal está representado por la unidad cartográfica 128, la cual ocupa una superficie 2,2 ha, es decir 1,4% del total, en esta el estrato herbáceo presenta una cobertura que varía entre 10 a 25% (subtipo muy claro), y como dominantes se presentan *Cistanthe longiscapa* y *Fagonia chilensis*.

Como especies ocasionales destacan los arbustos *Nolana albescens* y *Dinemandra ericoides,* como también las hierbas *Cruckshanksia hymenodon* y *Malesherbia humilis*.

d-4) Herbácea de *Malesherbia humilis-Fagonia chilensis*

Tipo vegetal muy escaso en el área de estudio (unidad 4), la cual participa con 0,2 ha, equivalente a un 0,1% del total estudiado.

Vegetación en la cual el estrato herbáceo es de cobertura inferior a 5% (subtipo muy escaso), y con *Malesherbia humilis* y *Fagonia chilensis* como dominante, y como ocasionales se presentan los arbustos *Ephedra breana, Tetragonia angustifolia* y *Nolana sedifolia*.

Además, unidad en el cual se observaron ejemplares de una especie en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, correspondiendo a *Pyrrhocactus eriosyzoides*.

e) Zona denudada

Este tipo de zona se caracteriza por la ausencia de vegetación (cobertura general inferior a 1%), y en algunas de ellas se pueden presentar algunos ejemplares aislados y dispersos de flora, siendo estas las mismas especies que se presentan en las unidades del entorno (ver, **Anexo DR-1**).

En función del origen, para el área es posible definir dos tipos de zona denudada, el primero tipo corresponde a aquellas en las cuales su origen es antrópico, y que corresponde al área industrial, como es el caso del tranque de relave, oficina, caminos de acceso y obras de contención y manejo de flujo hídrico (unidades 12 y 108), ocupando 52,5 ha, equivalente a un 33,1% del total.

En la primera de ellas se detectó la presencia de dos especies citadas en categoría de conservación a nivel nacional, siendo estas *Prosopis flexuosa* citada como **Vulnerable** y *Cumulopuntia sphaerica*, la cual está clasificada como de **Preocupación Menor**.

El segundo tipo corresponde a aquellas unidades sin o con muy baja intervención antrópica, en las cuales existe algunos de los componentes florístico del área, situación

que se presenta en las unidades 14, 15, 18, 19, 22, 23, 50, 82, 107, 112, 123, 132, 135 y 136. Mientras que, en las unidades 88, 89, 122 y 127, a la fecha de la visita no se observó ningún ejemplar de flora, es decir, corresponde a una zona denudada absoluta, estas unidades cubren 53,1 ha, es decir un 33,5% del área total.

En este tipo de zona se detectó la presencia de *Prosopis flexuosa* (unidad 50) especie clasificada como **Vulnerable**, en igual categoría se encuentra *Pyrrhocactus eriosyzoides*, la cual fue observada en las unidades 18 y 50. En cambio, en la unidad 107 se detectó la presencia de *Ademias argyrophylla*, arbusto en categoría de conservación similar a las dos especies anteriores.

Mientras que, en la unidad 23 se observó a *Cumulopuntia sphaerica* entidad que se encuentra clasificada como de **Preocupación Menor**.

Finalmente, en las unidades 50 y 82, se observaron algunos ejemplares de *Bulnesia chilensis*, especie citada en el D.S. 68/2009, como del tipo xerofítica.

En el área de estudio las zonas sin vegetación, independiente de su origen ocupan 105,5 ha, equivalente a 66,6% del total del área prospectada.

5.1.2 Flora

Para el área de estudio se confeccionaron 88 puntos de muestreo de flora, equivalente a un 64,7% del total de unidades cartográficas de vegetación, muestreo que se efectuó mediante un recorrido pedestre exhaustivo por el área, los resultados se presentan en el **ANEXO DR-4.**

En el **ANEXO DR-5,** se presenta el catálogo florístico del área de estudio del Depósito de Relaves, indicando División, Clase, Familia, nombre científico y vernacular, así como el estado de conservación nacional y regional, origen, forma de vida y distribución geográfica, este último parámetro sólo para la flora nativa.

Además, se indican aquellas unidades cartográficas en las cuales se detectaron especies de flora en categoría de conservación, como también la presencia de especies del tipo xerofítica de acuerdo al D.S. 68/2009.

Durante la campaña de terreno, se detectó un total de 77 especies de plantas vasculares, perteneciendo a las divisiones taxonómicas Pinophyta y Magnoliophytas, con los órdenes Gnetopsida, Magnoliopsida y Liliopsida, estas especies pertenecen a 27 familias botánicas (véase **Tabla 6**).

Tabla 6. Número de familias y especies por división taxonómica

División	Familias		Especies	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Pinophyta gnetopsida	1	3,8	1	1,3
Magnoliophyta magnoliopsida	25	92,4	74	96,1
Magnoliophyta liliopsida	1	3,8	2	2,6
Total	**27**	**100**	**77**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017

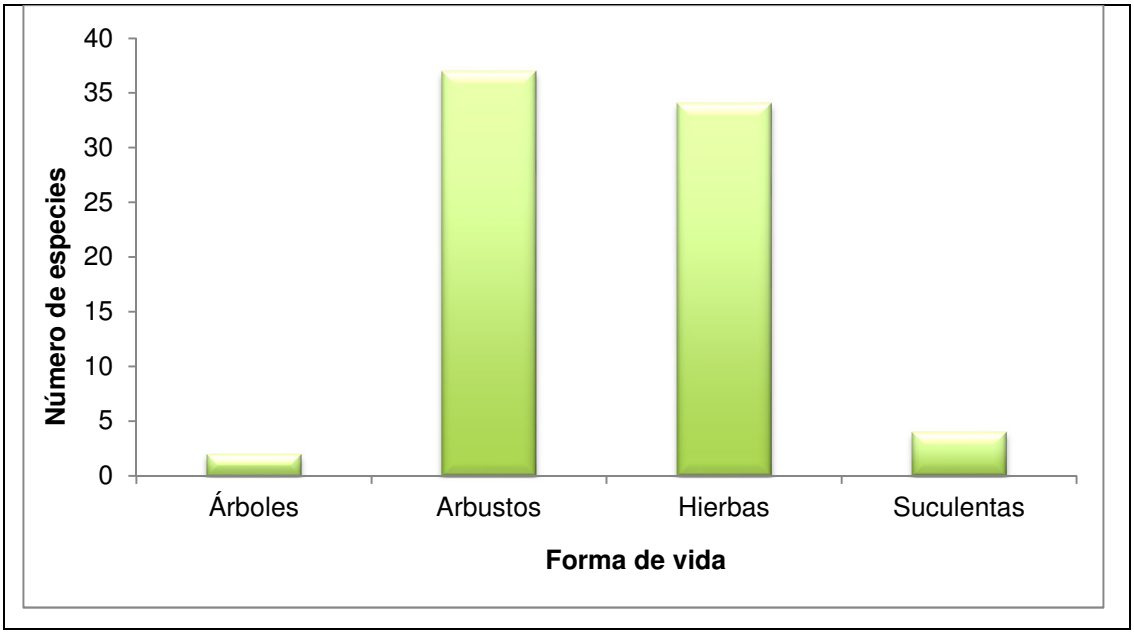
Las Magnoliophytas-magnoliopsida se encuentran representadas por 25 familias, equivalente a un 92,4% del total presente en el área y con 74 especies, es decir un 96,1% del total específico. En cambio, las magnoliophyta-liliopsida están representadas con una familia (3,8%) y dos especies (2,6%).

Mientras que, las Pinophytas-gnetopsida, se encuentran presentes con una familia botánica (3,8%) e igual número de entidades taxonómicas (1,3%).

a) Forma de Vida y Origen

Para el área de estudio, la flora detectada durante la campaña de terreno, está conformada por 77 especies, de las cuales 37 (48,1%) son arbustos, 34 hierbas (44,2% del total), cuatro suculentas (5,2%) y dos son arbóreas (2,6%). En la **Figura 4**, se grafica el número de especies según forma de vida.

Figura 4. Número de especies según forma de vida



Fuente: Elaboración propia, 2017

En la **Tabla 7**, se señala el número total de especies detectadas en el área prospectada, según origen geográfico agrupadas por forma de vida.

Tabla 7. Número de especies según origen por forma de vida

Forma de vida	Nativas		Endémicas		Alóctonas		Sin Origen		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Árboles	2	9,5	0	0	0	0	0	0	2	2,6
Arbustos	7	33,3	27	60,0	3	30,0	0	0	37	48,1
Hierbas	11	52,4	15	33,3	7	70,0	1	100	34	44,2
Suculentas	1	4,8	3	6,7	0	0	0	0	4	5,2
Total	**21**	**100**	**45**	**100**	**10**	**100**	**1**	**100**	**77**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017

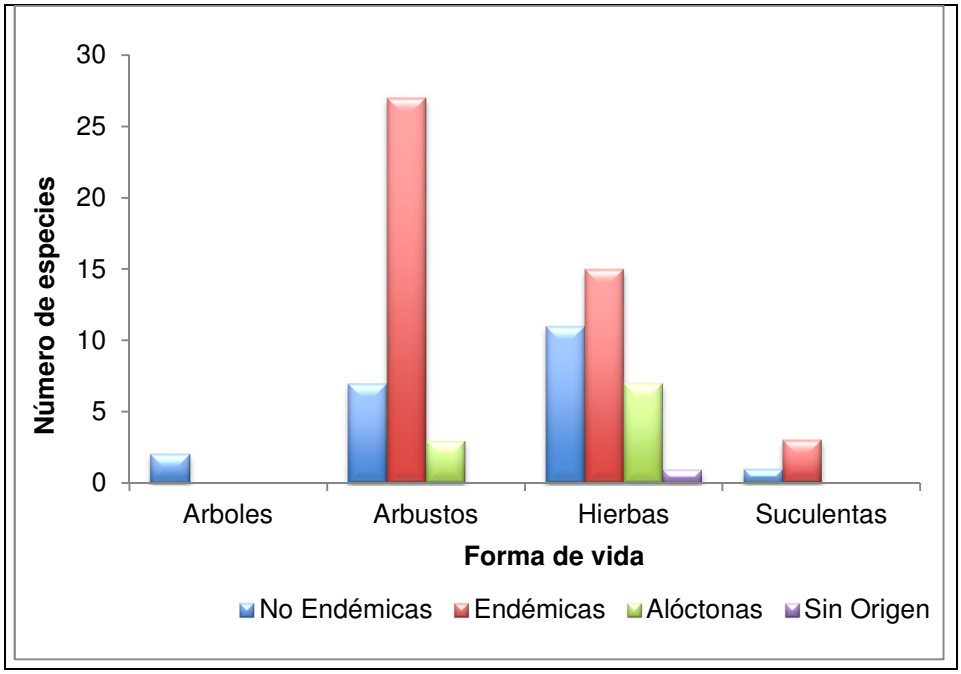
El 85,7% del total de la flora local (66) son de origen nativo, de las cuales 21, equivalente a un 27,3%, son nativas no endémicas, de éstas 7 son arbustos (33,3%), 11 son hierbas (52,4%), dos arbóreas (9,5%) y una suculenta (4,8%). Mientras que, las nativas endémicas se encuentran representadas en el área con un total de 45 entidades

biológicas (58,4%), de este total 27 son arbustos (60,0%), 15 hierbas (33,3%) y tres suculentas (6,7%).

Las especies alóctonas se encuentran representadas con 10 entidades taxonómicas, de las cuales 7 son hierbas (70%) y tres arbustivas (30%). A una especies no se le asignó origen, por cuanto no fue posible su determinación a nivel de especie, dado que los ejemplares colectados no disponían de elementos reproductivos que permitiesen determinar su nombre científico con absoluta certeza.

En la **Figura 5**, se grafica el número de especies por forma de vida según origen geográfico.

Figura 5. Número de especies por forma de vida según origen geográfico



Fuente. Elaboración propia, 2017

b) Estado de Conservación

- *Nivel nacional*

De acuerdo con los Decretos Supremos Nº 151/2007, Nº 51/2008, Nº 50/2008, Nº 23/2009, Nº 19/2012, Nº 33/2012, Nº 41/2012, Nº 42/2012, Nº 13/2013, Nº 52/2014, Nº 38/2015 y Nº 16/2016, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, del total de especies detectadas en el área, siete de

ellas se encuentra citada en algunas de las categorías de conservación indicadas en la normativa actual vigente, ver **Tabla 8.**

Tabla 8. Especies de flora en categoría de conservación a nivel nacional. Área de estudio

Especie	Categoría de conservación	Documento
Copiapoa megarhiza	Vulnerable (VU)	D.S. 50/2008
Eriosyce rodentiophila	Vulnerable (VU)	D.S. 33/2012
Pyrrhocactus eriosyzoides	Vulnerable (VU)	D.S. 13/2013
Adesmia argyrophylla	Vulnerable (VU)	D.S. 41/2012
Prosopis flexuosa	Vulnerable (VU)	D.S. 13/2013
Cumulopuntia sphaerica	Preocupación Menor (LC)	D.S. 19/2012
Aphyllocladus denticulatus	Casi Amenazada (NT)	D.S. 41/2012

Fuente: Elaboración propia, 2017

En la **Tabla 9**, se presenta el número de ejemplares de las especies en categoría de conservación a nivel nacional, indicando además la unidad cartográfica y la formación vegetal en la cual fue detectada. En la **Figura 6**, se grafica la localización de este tipo de especie para el área de estudio.

Tabla 9. Número de ejemplares en categoría de conservación a nivel nacional, censados en el área de estudio.

Unidad	Tipo vegetacional	Especies en categoría conservación						
		PF	pE	cM	cS	Ad	Ah	eR
4	Herbácea de *Malesherbia humilis-Fagonia chilensis*		X[1]					
5	Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia - Cistanthe longiscapa*		42	1		5		
6	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia*		20			X		
8	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia*		43	3		1		
9	Herbácea de *Tetragonia macrocarpa*		2					
10	Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia - Cistanthe cabrerae*		3	6		X		
12	Zona Denudada (I)	2			7			
18	Zona denudada		3					
23	Zona denudada				3			
25	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*				264			
28	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*				87			
29	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Tetragonia angustifolia*				17			
33	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Atriplex deserticola*				1			
34	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Atriplex deserticola*				3			
38	Arbustiva de *Nolana divaricata*				1			

[1] En las unidades señaladas con una X, indica que se observó la especie, pero que no será intervenida por el proyecto, por lo tanto no se realizó censo y georreferenciación.

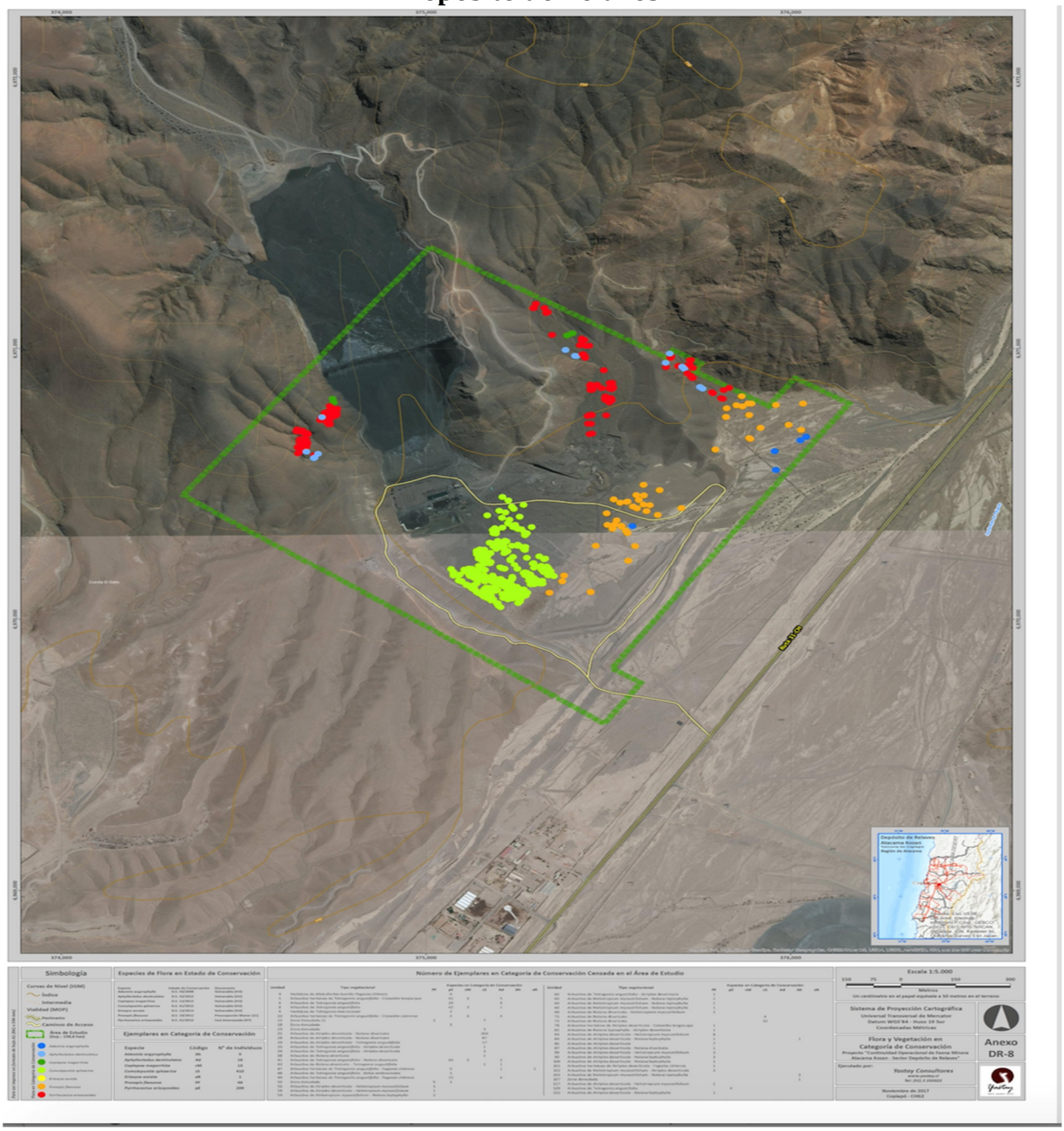
Unidad	Tipo vegetacional	Especies en categoría conservación						
		PF	pE	cM	cS	Ad	Ah	eR
41	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Nolana divaricata*		66	3		2		
43	Arbustiva de *Nolana divaricata - Tetragonia angustifolia*				1	1		
47	Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia - Fagonia chilensis*		9			1		1
48	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Bahia ambrosioides*		1					
49	Arbustiva herbácea de *Tetragonia angustifolia - Fagonia chilensis*		15			6		
50	Zona denudada	5	1					
56	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*	1						
58	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*	1						
59	Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*	2						
60	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Atriplex deserticola*	1						
61	Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*	1						
64	Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*	1						
66	Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*	1						
68	Arbustiva de *Nolana divaricata - Heliotropium myosotifolium*	2						
71	Arbustiva de *Nolana divaricata*				4			
72	Arbustiva de *Nolana divaricata*				22			
78	Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola - Cistanthe longiscapa*	1						
81	Arbustiva de *Nolana leptophylla - Atriplex deserticola*	1						
83	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*	8						
84	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*	1					1	
86	Arbustiva de *Atriplex deserticola*	7						
87	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana divaricata*	1						
98	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*	3						
99	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*	3						
100	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*	1						
101	Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola - Fagonia chilensis*	1						
102	Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium - Atriplex deserticola*	3						
103	Arbustiva de *Heliotropium myosotifolium - Nolana leptophylla*						3	
107	Zona denudada						1	
117	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Heliotropium myosotifolium*	1						
129	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia*		4					
133	Arbustiva de *Atriplex deserticola - Nolana leptophylla*	1						
Total		**49**	**209**	**13**	**410**	**16**	**5**	**1**

Fuente: Elaboración propia, 2017

PF: *Prosopis flexuosa* pE*: Pyrrhocactus eriosyzoides* cM*: Copiapoa megarhiza* *cS: Cumulopuntia sphaerica*
eR*: Eriosyce rodentiophyla* Ad*: Aphyllocladus denticulatus* Ah*: Adesmia argyrophylla*

Para el área de estudio se detectaron y censaron 49 ejemplares de *Prosopis flexuosa*, 209 individuos de *Pyrrhocactus eriosyzoides*, 410 de *Cumulopuntia sphaerica*, 13 de *Copiapoa megarhiza*, 16 ejemplares de *Aphyllocladus denticulatus*, cinco de *Adesmia argyrophylla* y un *Eriosyce rodentiophila*, y que podría ser afectados por el proyecto. En la siguiente figura se muestra una imagen referencial del Anexo DR-8, Cartografía con especies de Flora y Vegetación en categoría de conservación sector Dep

Figura 6: Especies de Flora y Vegetación en categoría de conservación, sector Depósito de Relaves



Fuente: Yastay

- *Nivel regional*

Del total de la flora nativa detectada en el área y a nivel regional (Squeo, et all 2008), 54 especies se encuentran citadas como **Fuera de Peligro**, una **No Clasificada** (*Descurainia nuttallii*), cuatro **Vulnerables** (*Copiapoa megarhiza*, *Pyrrhocactus eriosyzoides*, *Mirabilis ovata* y *Senecio almeidae*), dos **En Peligro** (*Prosopis flexuosa* y *Eriosyce rodentiophila*), tres como **Insuficientemente Conocida-Fuera de Peligro** (*Cuscuta odorata*, *Adesmia atacamensis* y *Nolana filifolia*), una como **Insuficientemente Conocida-Vulnerable** (*Cistanthe amarantoides*) y una en la categoría de **Insuficientemente Conocida** (*Madia sativa*), ver, **ANEXO DR-5**.

A 10 especies no se le asigna estado de conservación regional, por corresponden a entidades alóctonas, y a una no se le asigna estado de conservación dado que fue determinada sólo a nivel de género (ver, **ANEXO DR-5)**.

c) Distribución Nacional

Del total de la flora detectada en el área de estudio, dos especies se encuentra acotada a la Región de Atacama (*Copiapoa megarhiza* y *Adesmia eremophila*) y 16 de ellas se distribuyen en dos regiones, las restante lo hacen en tres o más regiones geográficas (ver, **Tabla 10**).

En el caso de *Senecio* sp. dado que no fue posible su determinación a nivel de especie, no se le asigna distribución nacional.

Tabla 10. Número de especies por región geográfica.

Número Regiones	Número Especies	%
1	2	3,0
2	16	24,2
3	19	28,8
4	13	19,7
5	6	9,1
6	3	4,5
7	1	1,5
8	1	1,5
9	1	1,5
10	1	1,5
13	1	1,5
15	2	3,0
Total	**66**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017

d) Frecuencia específica

La frecuencia específica corresponde al porcentaje del número de detecciones de la flora respecto al total de puntos de muestreo (88) realizados en el área, en el **ANEXO DR-4** se presenta el detalle de cada punto y en la **Tabla 11** un resumen de los resultados.

Tabla 11. Número de detecciones y frecuencia específica.

Especie	Detecciones	Frecuencia	Especie	Detecciones	Frecuencia
Cistanthe longiscapa	74	84,1	*Adesmia argyrophylla*	3	3,4
Tetragonia angustifolia	59	67,0	*Copiapoa megarhiza*	3	3,4
Atriplex deserticola	58	65,9	*Cryptantha filaginea*	3	3,4
Fagonia chilensis	56	63,6	*Lycium bridgesii*	3	3,4
Heliotropium myosotifolium	44	50,0	*Malesherbia lirana var. bracteata*	3	3,4
Nolana leptophylla	40	45,5	*Schinus areira*	3	3,4
Nolana albescens	35	39,8	*Tamarix chinensis*	3	3,4
Nolana divaricata	31	35,2	*Errazurizia multifoliolata*	2	2,3
Cristaria glaucophylla	30	34,1	*Errazurizia multifoliolata*	2	2,3
Baccharis salicifolia	24	27,3	*Gymnophyton flexuosum*	2	2,3
Cistanthe salsoloides	24	27,3	*Helenium atacamense*	2	2,3
Encelia canescens	20	22,7	*Heliotropium curassavicum var. curassavicum*	2	2,3
Cistanthe cabrerae	18	20,5	*Huidobria chilensis*	2	2,3
Dinemandra ericoides	17	19,3	*Melilotus indicus*	2	2,3
Prosopis flexuosa	17	19,3	*Mirabilis ovata*	2	2,3
Ephedra breana	16	18,2	*Nicotiana glauca*	2	2,3
Bulnesia chilensis	15	17,0	*Nolana baccata*	2	2,3
Cistanthe amaranthoides	15	17,0	*Solanum remyanum*	2	2,3
Malesherbia humilis var. parviflora	14	15,9	*Adesmia parviflora*	1	1,1
Pyrrhocactus eriosyzoides	12	13,6	*Atriplex nummularia*	1	1,1
Atriplex imbricata	10	11,4	*Atriplex semibaccata*	1	1,1
Perytile emoryi	10	11,4	*Chorizanthe comminsuralis*	1	1,1
Bassia hyssopifolia	9	10,2	*Cuscuta odorata*	1	1,1
Cumulopuntia sphaerica	9	10,2	*Descurainia nuttallii*	1	1,1
Tessaria absinthioides	9	10,2	*Eriosyce rodentiophila*	1	1,1
Adesmia argentea	8	9,1	*Erodium cicutarium*	1	1,1
Aphyllocladus denticulatus	7	8,0	*Haplopappus philippii*	1	1,1
Nolana rostrata	7	8,0	*Heliotropium sinuatum*	1	1,1
Nolana sedifolia	7	8,0	*Jarava tortuosa*	1	1,1
Senna cumingii	7	8,0	*Lycium minutifolium*	1	1,1
Adesmia atacamensis	6	6,8	*Madia sativa*	1	1,1
Adesmia multicuspis	5	5,7	*Nolana filifolia*	1	1,1
Diplolepis viridis	5	5,7	*Oenothera rosea*	1	1,1

Frankenia chilensis	5	5,7	*Polyachyrus poeppigii*	1	1,1
Tetragonia macrocarpa	5	5,7	*Schizanthus candidus*	1	1,1
Adesmia eremophila	4	4,5	*Senecio almeidae*	1	1,1
Bahia ambrosioides	4	4,5	*Senecio crepioides*	1	1,1
Cruckshanksia hymenodon	4	4,5	*Senecio sp.*	1	1,1
Ophryosporus triangularis	4	4,5	*Vulpia myurus*	1	1,1

Fuente: Elaboración propia, 2017

Para el área de estudio la especie mas frecuente corresponde a *Cistanthe longiscapa* la cual fue detectada en un 84,1% del total, luego con un 67,0% de participación se presenta *Tetragonia angustifolia*, *Atriplex deserticola* lo hace en un 65,9% de las observaciones, posteriormente, se sitúa *Fagonia chilensis* con un 63,6%, mientras que *Heliotropium myosotifolium* lo hace con 50,0% del total y *Nolana leptophylla* con 45,5% (**Tabla 11**).

En séptima posición se encuentra *Nolana Albescens* con un 39,8%, *Nolana divaricata* participa con un 35,2%, con un 34,1% lo hace *Cristaria glaucophylla*, mientras que *Baccharis salicifolia* fue observada en un 27,3% al igual que *Cistanthes salsoloides*, con un 22,7% de las detecciones se encuentra *Encelia canescens* y con un 20,5% participa *Cistanthe cabrerae* (**Tabla 11**).

Las restantes especies detectadas en el área de estudio se encuentran presenta en menos del 20% de las observaciones y 20 especies fueron detectadas solo una vez (**Tabla 11**).

e) Riqueza

En la **ANEXO DR-6**, se presenta el número de especies por unidad cartográfica, información obtenida a partir de los datos de los puntos de muestreo de flora (detalles en el **ANEXO DR-4**).

Tal como se observa en la **ANEXO DR-6**, las unidades con mayor riqueza florística son la 83, 49, 61, 98, 99, 102, 107, 59, 86, y 115, con un número superior a 15 entidades y con un valor máximo de 19. De estas sólo la 49, no se encuentra asociada a la quebrada Paipote la cual fue afectada por el aluvión del 2015 y donde la vegetación y flora muestra aun efecto de este fenómeno, lo que se suma a las precipitaciones del 2017, que ha aumentado la aparición de especies poco frecuentes o ha producido una mayor floración de aquellas entidades propias del área.

Mientras que, la unidad 49 aun cuando no fue afectada directamente por el aluvión presenta un alto número de especies, lo que se puede atribuir a la superficie que ocupa y que corresponde a un cono aluvial por el cual escurre un mayor volumen de agua y la humedad se mantiene más tiempo.

Un segundo grupo, corresponde a aquellas unidades que presentan una riqueza entre 10 y 14 especies, correspondiendo a formaciónes tanto arbustivas, arbustivas herbáceas e incluso zona denudada, en esta última categoría se encuentra aquella unidad que incluye el tranque, caminos de acceso , oficinas y otra infraestructura asociada a la actividad antrópica del área, esto se atribuye a que ocupan una gran superficie, como también a que parte de los sectores se localizan en el entorno de la Quebrada Paipote, en donde los componentes florístico originales continúan participando.

En general las áreas con menor riqueza específica corresponde a los cerros y laderas donde la presencia de vegetación es con una muy baja coberturas o ésta no existe, como también en aquellas unidades en las cuales el grado de intervención fue tal que, no permite el desarrollo de vida vegetal.

5.1.3 Formaciones vegetales reguladas por la Ley N° 20.283

a) Bosque Nativo y Bosque Nativo de Preservación

Para el área de estudio no existe bosque nativo y por lo tanto, aun cuando se detectó la presencia de flora en categoría de conservación, y al no existir formaciones arbóreas, no se presenta bosque nativo de preservación.

b) Plan de Trabajo Formación Xerofítica

De acuerdo con el D.S. 68/2009, del total de especies detectadas en el área, sólo *Schinus areira* (=*Schinus molle*) y *Bulnesia chilensis*, se encuentra citada como especie del tipo xerofítica, por lo tanto, si cumple con lo estipulado en la normativa legal vigente, en cuanto a los criterios para definir una formación como se carácter xerofítica y de ser intervenida por el proyecto se deberá presentar un Plan de Trabajo de Xerofíticas.

El detalle de su localización en el área de estudio se presenta en el **ANEXO DR-1**.

5.2 SECTOR OBRA LINEAL - ACUEDUCTO

El área de estudio del acueducto se caracteriza por presentar un fuerte grado de intervención antrópica, esto debido a variadas actividades que se desarrollan en ellas, entre las cuales se puede mencionar que corresponde a la faja de protección fiscal de las Rutas C-31 y C-35, como también la existencias de diversas tuberías de conducción de agua, relave y concentrado, asociado a las diversas empresas mineras, incluso el Proyecto se instalará sobre un relaveducto existente desde el año 1998, perteneciente a Atacama KOZAN.

También es necesario indicar que desde el inicio del acueducto hasta el cruce con el Río Copiapó y por efecto del aluvión del 2015, se llevó a cabo un importante movimiento de

tierra con el fin de remover el material depositado por este fenómeno. El tramo comprendido entre el Río Copiapó y las Piscinas situadas al final del trazado en la Planta, fue fuertemente impactado por el aluvión ocurrido en mayo del 2017, el cual depositó material en superficie de una potencia de hasta 35 cm., lo que modificó de manera importante el suelo, que ya tenía un importante grado de antropización.

En términos generales, el área de estudio corresponde mayoritariamente a una zona denudada, es decir, sin vegetación y cuando esta existe es de cobertura inferior a 1%. En algunas situaciones, es posible definir la presencia de vegetación (cobertura mayor a 1%), las cuales corresponden a situaciones especiales que se han originado por las precipitaciones invernales, lo que ha permitido el desarrollo de una estrata anual, en otras situaciones la vegetación esta conformada por especies utilizadas como cercos vivos, y en el menor de los casos son áreas con remantes muy alterado de la vegetación original del área (matorral).

Respecto a al flora, un importante porcentaje de ellas es alóctona, correspondiendo tanto a especies utilizadas como ornamentales o también aquellas definidas como malezas, estas últimas asociadas a la actividad agrícola pasada o reciente que se ha desarrollado en el valle.

La flora nativa corresponde mayoritariamente a especies anuales que se presentan tanto en los bordes de los caminos, como en las faja de protección fiscal.

5.2.1 Vegetación

Considerando los patrones de vegetación y flora, para el área de estudio se han definido 90 unidades cartográficas, las cuales han sido definidas en primera instancia por cobertura, en segundo lugar en el caso de no existir vegetación, por el tipo de flora presente.

En el **ANEXO AC-1** se detalla la caracterización de cada unidad cartográfica, indicando además para cada una de ellas la presencia de flora en categoría de conservación a nivel nacional y la presencia de especies citadas en el D.S. 68/2009.

En el **ANEXO AC-2,** se presenta el registro fotográfico.

En la **Tabla 12**, se presenta la superficie y participación porcentual por unidad cartográfica para el área de estudio. En la figura 7 (ANEXO AC-8) se muestra la distribución espacial de las unidades señaladas.

Tabla 12. Superficie y participación porcentual por formación, tipo y subtipo vegetal. Área de estudio

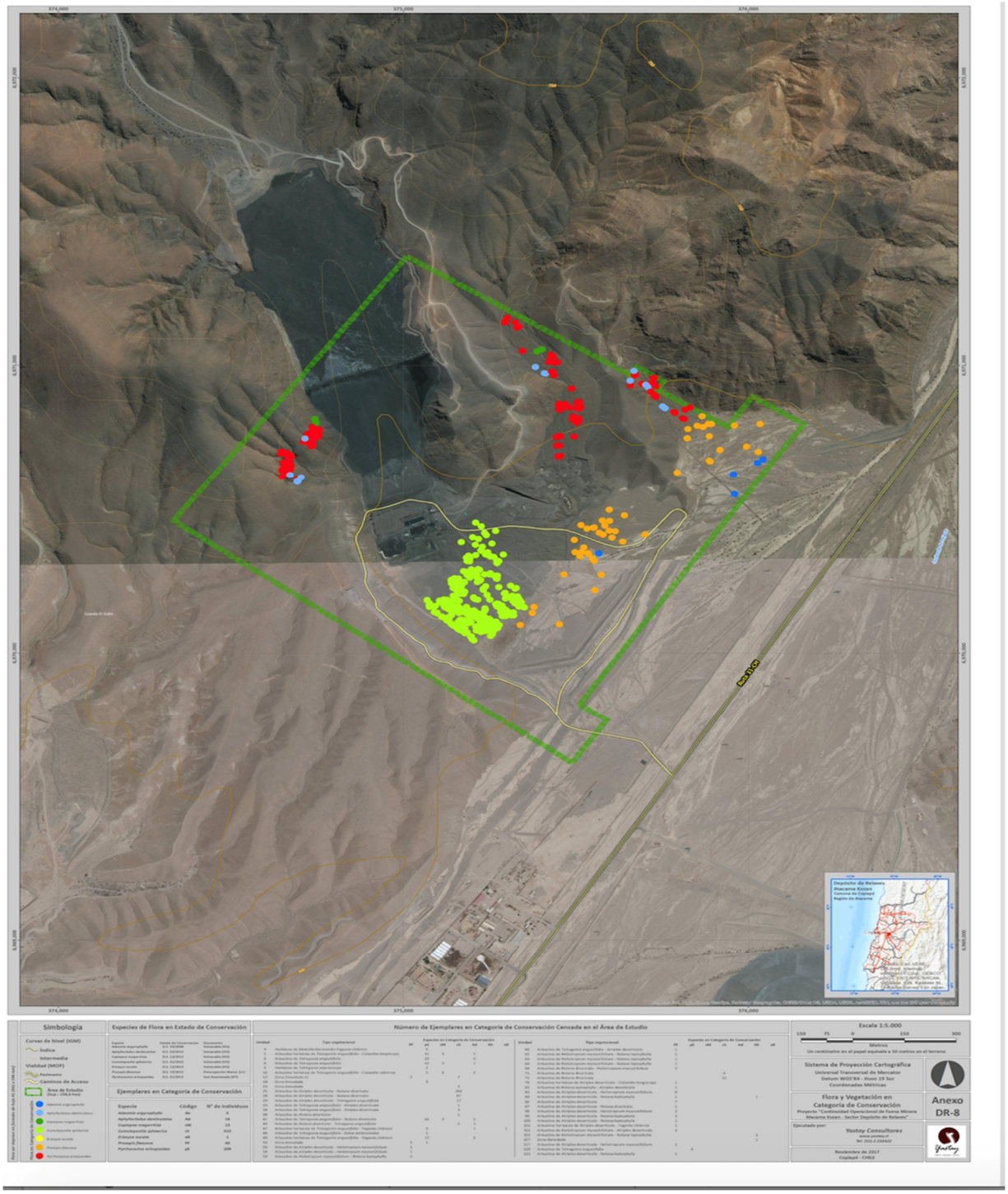
Formación Vegetal	Tipo Vegetal	Subtipo Vegetal	Formación Vegetal		Tipo Vegetal		Subtipo Vegetal	
			Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Arbórea	Arbórea de *Geoffroea decorticans*	Arbórea densa de *Geoffroea decorticans*	0,2	2,7	0,17	1,9	0,17	1,9
	Arbórea de *Schinus areira*	Arbórea densa de *Schinus areira*			0,08	0,9	0,07	0,7
		Arbórea muy densa de *Schinus areira*					0,01	0,1
Arbustiva	Arbustiva de *Atriplex deserticola*	Arbustiva muy escasa de *Atriplex deserticola*	1,1	11,8	0,6	6,8	0,02	0,3
		Arbustiva escasa de *Atriplex deserticola*					0,3	3,3
		Arbustiva muy clara de *Atriplex deserticola*					0,1	1,2
		Arbustiva clara de *Atriplex deserticola*					0,1	0,7
		Arbustiva densa de *Atriplex deserticola*					0,05	0,5
		Arbustiva poco densa de *Atriplex deserticola*					0,1	0,7
	Arbustiva de *Atriplex deserticola-Acacia caven*	Arbustiva densa de *Atriplex deserticola-Acacia caven*			0,04	0,5	0,04	0,5
	Arbustiva de *Atriplex deserticola-Baccharis salicifolia*	Arbustiva densa de *Atriplex deserticola-Baccharis salicifolia*			0,01	0,1	0,01	0,1
	Arbustiva de *Atriplex deserticola-Geoffroea decorticans*	Arbustiva muy clara de *Atriplex deserticola-Geoffroea decorticans*			0,02	0,2	0,02	0,2
	Arbustiva de *Geoffroea decorticans*	Arbustiva muy clara de *Geoffroea decorticans*			0,3	3,0	0,01	0,1
		Arbustiva clara de *Geoffroea decorticans*					0,01	0,2
		Arbustiva poco densa de *Geoffroea decorticans*					0,03	0,3
		Arbustiva densa de *Geoffroea decorticans*					0,1	0,8
		Arbustiva muy densa de *Geoffroea decorticans*					0,2	1,7
	Arbustiva de *Tessaria absinthioides-Baccharis salicifolias*	Arbustiva muy clara de *Tessaria absinthioides-Baccharis salicifolias*			0,1	0,9	0,1	0,9
	Arbustiva de *Tetragonia angustifolia-Atriplex deserticola*	Arbustiva muy clara de *Tetragonia angustifolia-Atriplex deserticola*			0,03	0,3	0,02	0,2
		Arbustiva clara de *Tetragonia angustifolia-Atriplex deserticola*					0,01	0,1

Formación Vegetal	Tipo Vegetal	Subtipo Vegetal	Formación Vegetal		Tipo Vegetal		Subtipo Vegetal	
			Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Arbustiva herbácea	Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola-Cristaria glaucophylla*	Arbustiva herbácea muy escasa de *Atriplex deserticola-Cristaria glaucophylla*	0,2	1,8	0,1	1,4	0,1	0,6
		Arbustiva herbácea muy clara de *Atriplex deserticola-Cristaria glaucophylla*					0,1	0,7
	Arbustiva herbácea de *Geoffroea decorticans-Cristaria glaucophylla*	Arbustiva herbácea muy escasa de *Geoffroea decorticans-Cristaria glaucophylla*			0,04	0,4	0,04	0,4
Herbácea	Herbácea de *Adesmia multicuspis*	Herbácea muy clara de *Adesmia multicuspis*	0,6	7,0	0,37	4,0	0,37	4,0
	Herbácea de *Bassia hyssopifolia*	Herbácea muy clara de *Bassia hyssopifolia*			0,1	1,0	0,1	1,0
	Herbácea de *Cistanthe longiscapa*	Herbácea escasa de *Cistanthe longiscapa*			0,02	0,3	0,02	0,3
	Herbácea de *Cristaria glaucophylla*	Herbácea clara de *Cristaria glaucophylla*			0,16	1,7	0,12	1,3
		Herbácea poco densa de *Cristaria glaucophylla*					0,04	0,4
Herbácea arbustiva	Herbácea arbustiva de *Cristaria glaucophylla-Acacia caven*	Herbácea arbustiva muy clara de *Cristaria glaucophylla-Acacia caven*	0,1	0,9	0,1	0,9	0,1	0,9
Zona denudada	Zona denudada	Zona denudada	6,9	75,8	6,9	75,8	6,9	75,8
Total			**9,1**	**100**	**9,1**	**100**	**9,1**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017

En el **ANEXO AC-3**, se presenta el nombre científico y forma de vida de los códigos de las especies dominantes y ocasionadas utilizadas en la **ANEXO AC-1**.

Figura 7: COT Unidades Homogéneas de Vegetación sector Obra Lineal



Fuente: Yastay

A continuación se se describen las unidades cartograficas definidas para el área de estudio:

a) Formación Arbórea

Formación vegetal cuya fisonomía está determinada por la presencia de especies cuya forma de vida es arbórea, con una altura del dosel dominante superior a 4 m., y que para el área la cobertura mínima es superior a 25%.

Este tipo de formación ocupa en el área de estudio 0,2 ha, es decir, un 2,7% del total prospectado, y se ha definido los siguientes tipos vegetales:

a-1) Arbórea de *Geoffroea decorticans*

Este tipo vegetacional en sus origenes es de carácter antrópico, por cuanto, los ejemplares observados fueron en su mayoría plantados en la faja fiscal o en los límites de los predios particulares, y posteriormente vía semillas han colonizado gran parte de área, también es importante destacar que estos ejemplares han sido sucesivamente podados fundamentalmente por normativa, tanto eléctrica como del MOP.

Vegetación que en el área esta representada por las unidades cartográficas 19 y 37, ocupando 0,17 ha, equivalente a 1,9% del total estudiado. En estas unidades la altura del dosel varía entre 4 a 6 m., y cobertura que fluctúa entre 75 a 90%, correspondiendo al subtipo denso. Es necesario señalar, que ambas unidades no corresponden a bosque, por cuanto, no cumplen con los requisitos mínimos estipulados en la Ley 20.283 (superficie y ancho), para constituir bosque.

Como especie dominante se presenta *Geoffroea decorticans*, la cual estar acompañada de *Parkinsonia aculeata* y *Schinus areira*, estas últimas especies se comportan también como ocasionales, asociada a los arbustos *Atriplex deserticola*, *Caesalpinia gilliesii*, Baccharis salicifolia y *Lantana camara*, como también las hierbas *Cristaria glaucophylla*, *Cynodon dactylon* y *Malvella leprosa*.

En ambas unidades se detectó la presencia de algunos ejemplares de *Schinus areira* (=*Schinus molle*) y *Geoffroea decorticans*, especies citada en el D.S. 68/2009 como del tipo xerofítica.

a-2) Arbórea de *Schinus areira*

En el área de estudio las unidades cartográficas 30, 50 y 67, representan este tipo de vegetación, las que ocupan una superficie de 0,08 ha. es decir, 0,9% del total.

Vegetación en la cual la cobertura del dosel es superior a 75%, por lo que es posible definir los subtipos denso (75 a 90%) y muy denso (mayor a 90%), en las cuales la altura de los individuos que lo contituyen varían entre 6 a 8 m. Sin embargo, este tipo vegetal no corresponden a bosque, dado que, no cumplen con los requisitos mínimos establecidos en la Ley 20.283 (superficie y ancho), para constituir bosque.

Dosel que se encuentra dominado por *Schinus areira*, la cual en la unidad 67 esta acompañada de *Geoffroea decorticans* y *Parkinsonia aculeata*, como especies ocasionales se puede presentar *Acacia caven*.

En estas unidades se observó la presencia de tres especies (*Schinus areira*, *Acacia caven* y *Geoffroea decorticans*) señaladas en el D.S. 68/2009 como del tipo xerofítica.

b) Formación Arbustiva

Formación vegetal, y que para el área de estudio su fisonomía está determinada por la presencia de un dosel del tipo arbustivo de altura inferior a 4 m., conformado por especies cuya forma de vida puede ser arbórea y/o arbustiva, y que constituye un matorral de cobertura que varía entre 1 a 90%,

Vegetación que ocupa en el área de estudio 1,1 ha, es decir, un 11,8% del total prospectado, y se ha definido los siguientes tipos vegetales:

b-1) Arbustiva de *Atriplex deserticola*

Tipo vegetacional que se encuentra representada en el área de estudio por las unidades cartográficas 20, 21, 22, 26, 27, 28, 32, 42, 47, 49, 59, 60, 61 y 83, ocupando 0,6 ha, equivalente a 6,8% del total estudiado.

En estas unidades la altura del dosel arbustivo es inferior a 1 m, y cobertura que varía entre 5 a 90%, por lo que se pueden definir los subtipos muy escaso (1 a 5%), escaso (5 a 10%), claro (25 a 50%), poco denso (50 a 75%) y denso (75 a 90%).

Como especie dominante del matorral se presenta *Atriplex deserticola*, y entre las ocasionales destacan las arbóreas *Acacia caven*, *Prosopis chilensis*, *Geoffroea decorticans*, *Acacia karroo*, *Schinus areira*, *Schinus polygamus*, *Parkinsonia aculeata*, *Eucalyptus camaldulensis*, como también los arbustos *Baccharis salicifolia, Caesalpinia gilliesii*, *Tessaria absinthioides, Tetragonia angustifolia*, *Ricunus communis, Nolana albescens, Nolana sedifolia* y *Nolana leptophylla.*

En estas unidades las especies herbáceas predominan sobre las otras formas de vida, especialmente las alóctonas como *Arundo donax, Bassia hyssopifolia, Cynodon dactylon, Melilotus indicus, Pennisetum cladestinum, Sysimbrium irio, Helianthus annus, Rapistrum*

rugosum, Setaria verticillata, Hirschfeldia incana, Erodium botrys, Sonchus tenerrimus, Lactuca serriola, Raphanus sativus, Lycopersicon lycopersicum, Mesembryanthemum cristalinum, *Erodium moschatum*, y la participación de las nativas *Cristaria glaucophylla*, *Malvella leprosa*, *Adesmia multicuspis*, *Cistanthe cabrerae, Fagonia chilensis, Heliotropium curassavicum, Polypogon australis, Solanum herbabona, Tetragonia macrocarpa, Cistanthe densiflora, Cistanthe amaranthoides, Cristaria argyliifolia,*

En este tipo de vegetación y específicamente en las unidades 47 y 42, se detectó la presencia de una especies en categoría de conservación **Vulnerable** a nivel nacional, correspondiendo esta a *Prosopis chilensis*. Además, de la presencia de especies del tipo xerofítica (*Acacia caven*, *Prosopis chilensis*, *Geoffroea decorticans* y *Schinus polygamus*) en todas las unidades, excepto en la 59.

b-2) Arbustiva de *Geoffroea decorticans*

En el área de estudio las unidades cartográficas 13, 16, 23, 25, 38, representan este tipo de vegetación, las cuales cubren una superficie de 0,3 ha. es decir, 3,0% del total.

Vegetación en la cual la cobertura del dosel es superior a 10%, por lo que es posible reconocer los subtipos muy claro (10 a 25%), claro (25 a 50%) poco denso (50 a 75%), denso (75 a 90%) y muy denso (> 90%). Con una altura de los individuos que lo contituyen entre 1 a 3 m, excepto en la unidad 13, donde existe un estrato de altura entre 4 a 6 m, pero de cobertura inferior a 5%.

Estrato que se encuentra dominado por *Geoffroea decorticans*, la cual se encuentra acompañada de *Schinus areira* y *Parkinsonia aculeata* (unidad 16), estas mismas especie se comportan además como ocasional en otras situaciones, las cuales estan asociadas a los arbustos *Atriplex deserticola*, *Baccharis salicifolia* y *Tetragonia angustifolia*, como también a las hierbas *Malvella leprosa*, *Phyla nodiflora* var. *reptans*, *Adesmia multicuspis*, *Hirschfeldia incana*, *Lactuca serriola*, *Bassia hyssopifolia*, *Cistanthe longiscapa* y *Cristaria glaucophylla*.

En estas unidades excepto en la 16, se detectó la presencia de dos especies citadas en el D.S. 68/2009 como del tipo xerofítica (*Geoffroea decorticans* y *Schinus areira*).

b-3) Arbustiva de *Atriplex deserticola – Acacia caven*

Tipo de vegetación que en el área de estudio está representada por la unidad 66, las cual ocupa una superficie de 0,04 ha, equivalente a 0,5% del total estudiado. En ésta el dosel del tipo arbustivo presenta una cobertura que varía entre 50 a 75% (subtipos denso) y una altura entre 1 a 2 m.

Unidades que presenta como especies dominantes a *Atriplex deserticola* y *Acacia caven*, como ocasionales se detectaron los arbustos *Baccharis salicifolia, Tetragonia angustifolia, Tessaria absinthioides* y *Tamarix parviflora*, además de las herbáceas *Arundo donax* y *Disakisperma dubium*.

Además, destaca de la presencia *Acacia caven* especie del tipo xerofítica de acuerdo con el D.S. 68/2009.

b-4) Arbustiva de *Atriplex deserticola – Baccharis salicifolia*

En el área de estudio, la unidad 14 representan este tipo de vegetación, ocupando una superficie de 0,01 ha, equivalente a 0,1% del total. En ésta los arbustos presentan una cobertura superior a 75% (subtipo denso) y una altura del dosel inferior a 2 m, el cual esta dominado por *Atriplex deserticola* y *Baccharis salicifolia*.

b-5) Arbustiva de *Atriplex deserticola – Geoffroea decorticans*

Este tipo de vegetación se encuentra representado en el área por las unidad 41, cubriendo una superficie de 0,02 ha. es decir, 0,2% del total.

En esta unidad la cobertura del dosel arbustivo varía entre 10 a 25% (subtipo muy claro) y los ejemplares que lo constituyen son de una altura inferior a 2 m., con *Atriplex deserticola* y *Geoffroea deserticola* como dominantes y en el rol de ocasionales se presentan las arbóreas *Acacia caven* y *Schinus areira*, además de las herbáceas *Adesmia multicuspis*, *Arundo donax*, *Cristaria glaucophylla*, *Erodium cicutarium*, *Lactuca serriola* y *Malvella leprosa*.

Unidad en la cual se observó la presencia de algunos ejemplares de *Schinus areira* y *Acacia caven*, especies citadas en el D.S. 68/2009 como del tipo xerofítica.

b-6) Arbustiva de *Tetragonia angustifolia - Atriplex deserticola*

Para el área de estudio las unidades cartográficas 4 y 8, representan este tipo de vegetación, la que cubre una superficie de 0,03 ha. es decir, 0,3% del total.

Es necesario señalar que la unidad 4 corresponde a un sector proximo a la ruta C-371, y corresponde a un recordatorio a una persona fallecida ("animita"), por lo que el riego a las plantas utilizadas como ornamentales, es frecuente, y de esta manera se favorece el desarrollo de algunas especies originarias del área.

Unidades en las cuales el cubrimiento de la vegetación fluctúa entre 10 a 50%, por lo que es posible reconocer los subtipos muy claro (10 - 25%) y claro (25 a 50%), con los individuos dominantes de una altura es inferior a 1 m.

Estrato que se encuentra dominado por *Tetragonia angustifolia* y *Atriplex deserticola*, y como especies ocasionales destacan los árboles *Myosporum laetum, Grevillea robusta* y *Parkinsonia aculeata*, como también los arbustos *Senna cumingii*, *Hibiscus rosa sinensis, Tetragonia angustifolia, Nolana albescens, Synadenium grantii, Heliotropium myosotifolium, Baccharis salicifolia, Nolana filifolia*, y las herbáceas *Cristaria glaucophylla*, *Chenopodium murale, Lamprantum coccineum, Pelargonium* x *ortorum, Tropaeolum majus, Washintonia philifera, Cistantha longiscapa, Fagonia chilensis* y *Licopersicon lycopersicum*.

Destaca la presencia de tres suculentas aloctona, correspondiendo estas a *Aloe arborescens, Sansevia trifasiata y Euphorbia ingens.*

b-7) Arbustiva de *Tessaria absinthioides-Baccharis salicifolia*

Este tipo vegetal es de muy escasa representatividad en el área prospectada, cubriendo una superficie de 0,1 ha, es decir un 0,9% del total y está representado con la unidad 71, dosel que presenta una altura inferior a 1 m. y cobertura que varía entre 10 a 25% (subtipo muy claro), con *Tessaria absinthioides* y *Baccharis salicifolia* como dominantes y *Geoffroea decorticans* como acompañante.

Como especies ocasionales se detectó la arbórea *Acacia karroo*, como también los arbustos *Atriplex deserticola, Ricinus communis, Tetragonia angustifolia* y *Suaeda foliosa*, y las herbáceas *Arundo donax, Cynodon dactylon, Lepidium didymus, Malva nicaensis, Melilotus indicus, Melilotus officinalis, Rapistrum rugosum, Setaria verticillata, Centaurea melitensis*, *Chenopodium album* y*Mesembryanthemum nodoflorum.*

Unidad en la cual se observaron algunos ejemplares de *Geoffroea decorticans*, especie citada en el D.S. 68/2009, como del tipo xerofítica.

c) Formación Arbustiva Herbácea

Esta formación vegetal se caracteriza por la presencia de dos estratos vegetacionales que determinan su fisonomía. El primero, se encuentra conformado por especies cuya forma de vida puede ser arbustiva y/o arbórea de baja altura, el que constituye un matorral de

altura inferior a 2 m y cobertura que varía entre 1 a 25%, y un segundo conformado por especies herbáceas, con un cubrimiento inferior a 10%.

Esta vegetación ocupa en el área de estudio 0,2 ha, es decir, un 1,8% del total prospectado, y se han definido los siguientes tipos vegetales:

c-1) Arbustiva herbácea de *Atriplex deserticola-Cristaria glaucophylla*

Las unidades cartográficas 40 y 46, representa para el área de estudio este tipo de vegetación, las cuales cubren una superficie de 0,12 ha., es decir un 1,3% del total. En éstas, la cobertura de los arbustos y herbáceas varían entre 1 a 10%, en el primero domina *Atriplex desertícola* y en el segundo lo hace *Cristaria glaucophylla*, la cual puede estar acompañada de *Adesmia multicuspis.*

Considerando las coberturas de ambos doseles, para este tipo de vegetación se pueden reconocer los subtipos muy escaso (1 a 5%) y muy claro (10 a 25%).

Como especies ocasionales se pueden presentar las arbóreas *Acacia caven*, *Geoffroea decorticans* y *Schinus areira*, como también los arbustos *Baccharis salicifolia*, *Caesalpinea cumingii*, *Encelia canescens, Nolana albescens*, *Nolana filifolia* y *Tetragonia angustifolia*, además de las hierbas *Bassia hyssopifolia, Sonchus terrimus, Malvella leprosa* y *Solanum herbabona*.

Del total de especies presentes en este tipo de vegetación tres son del tipo xerofítica (*Acacia caven*, *Schinus areira* y *Geoffroea decorticans*) de acuerdo al D.S. 68/2009.

c-2) Arbustiva herbácea de *Geoffroea decorticans-Cristaria glaucophylla*

Para el área de estudio, este tipo de vegetación está representado por la unidad 45, participando con un 0,04 ha, es decir 0,4% del total. En ésta el dosel del tipo arbustivo presenta una cobertura entre 1 a 5%, al igual que el herbáceo. En el estarto arbustivo domina *Geoffroea decorticans* acompañada de *Atriplex desertícola*, mientras que, *Cristaria glaucophylla* lo hace en el herbáceo.

Considerando los cubrimientos de ambos estratos, este tipo de vegetación corresponde al subtipo muy escaso (1 a 5%).

Además, en esta unidad participa una especies (*Geoffroea decorticans*), la cual de acuerdo al D.S. 68/2009, corresponde a una entidad del tipo xerofítica.

d) Formación Herbácea Arbustiva

Vegetación en la cual la fisonomía se encuentra determinada por la presencia de dos estratos vegetacionales, el primero corresponden al herbáceo y el segundo a uno del tipo arbustivo, con una altura de los ejemplares que lo conforman inferior a 1 m.

Formación que en el área prospectada ocupa 0,1 ha, es decir, un 0,9% del total, y se ha definido el siguiente tipo vegetal:

d-1) Herbácea arbustiva de *Cristaria glaucophylla-Acacia caven*

Tipo vegetal de muy escasa representatividad en el área de estudio (unidad 44), la cual cubre una superficie que asciende a 0,9 ha, es decir, 0,1% del total.

El estrato herbáceo de esta unidad presenta una cobertura que varía entre 10 a 25% y esta dominado por *Cristaria glaucophylla*. En cambio, el dosel arbustivo es de cobertura inferior a 5%, con *Acacia caven* y *Atriplex deserticola* como dominantes, entre las especies ocasionales se encuentran las arbóreas *Geoffroea decorticans* y *Schinus areira*, como también los arbustos *Lycium bridgessi* y *Tetragonia angustifolia*, y las herbáceas *Adesmia multicuspis*, *Erodium cicutarium* y *Malvella leprosa*.

Basado en el D.S. 68/2009, en esta unidad tres especies detectadas son del tipo xerofítica (*Acacia caven*, *Geoffroea decorticans* y *Schinus areira*).

e) Formación Herbácea

Formación vegetal cuya característica principal es la presencia de un estrato constituido por hierbas, las cuales pueden ser anuales y/o perennes, y pueden estar o no acompañada tanto de ejemplares arbustivos y/o arbóreos, en el caso de existir estos se distribuyen en forma dispersa y heterogénea, los cuales en su conjunto conforman un dosel de cobertura inferior a 1%.

Formación que en el área prospectada ocupa 0,6 ha, es decir, un 7,0% del total prospectado, y se ha definido los siguientes tipos vegetales:

e-1) Herbácea de *Cristaria glaucopylla*

Para el área de estudio este tipo de vegetación se encuentra representada por las unidades cartográficas 5 y 7, cubriendo una superficie de 0,16 ha, equivalente a 1,7% del total. En éstas la cobertura del estrato herbáceo fluctúa entre 25 a 75%, correspondiendo a los subtipos claro (25 a 50%) y poco denso (50 a 75%).

Como especie dominante se presenta *Cristaria glaucophylla*, la cual puede estar acompañada de *Cistanthe longiscapa*, y como ocasionales se pueden presentar los

arbustos *Atriplex deserticola, Nolana albscens, Nolana leptophylla, Encelia canescens, Tetragonia angustifolia* y *Nicotiana glauca*, como también las herbáceas *Bromus catharticus, Tetragonia macrocarpa, Cistanthe amarantoides, Fagonia chilensis, Chorizanthe comminsuralis* y *Sisymbrium irio.*

e-2) herbácea de *Cistanthe longiscapa*

Tipo de vegetación que en el área de estudio está representada por la unidad cartográfica 6, ocupando una superficie de 0,02 ha, equivalente a 0,03% del total. En éstas las hierbas presentan una cobertura que varía entre 5 a 10% (subtipo escaso).

Unidad que presenta como especie dominante a *Cistanthe longiscapa*, y como ocasionales los arbustos *Atriplex deserticola* y *Tetragonia angustifolia*, como también las hierbas *Adesmia eremophila*, *Chorizanthe comminsuralis, Cistanthe amarantoides, Cristaria glaucophylla*, *Tetragonia macrocarpa* y *Hoffmannseggia glauca.*

e-3) Herbácea de *Adesmia multicuspis*

Para el área de estudio este tipo de vegetación se encuentra representada por la unidad 74, en una superficie de 0,37 ha, equivalente a 4,0% del total. El estrato herbáceo es de cobertura que varía entre 10 a 25% (subtipo muy claro).

Como especie dominante en esta unidad se presenta *Adesmia multicuspis* acompañada de *Bassia hyssopifolia*, y como ocasionales destaca la presencia de escasos ejemplares arbóreos de *Schinus areira*, otros arbustivos como *Baccharis salicifolia*, *Atriplex deserticola* y *Tetragonia angustifolia*, como también de hierbas como *Malvella leprosa*, *Lactuca serriola*, *Cynodon dactylon*, *Sonchus tenerrimus*, *Melilotus indicus*, *Hirschfeldia incana*, *Rapistrum rugosum*, *Plantago lanceolata* y *Chenopodium murale*.

De acuerdo con el D.S. 68/2009, en esta unidad una de las especies observada esta clasificada como del tipo xerofítica (*Schinus areira*).

e-4) Herbácea de *Bassia hyssopifolia*

Este tipo de vegetación está representada en el área de estudio por la unidad 80, la que ocupa una superficie que asciende a 0,1 ha, equivalente a 1,0% del total, en la cual el estrato herbáceo presenta una cobertura que varía entre 10 a 25% (subtipo muy claro).

Estrato dominado por *Bassia hyssopifolia* y como ocasionales se presenta la arbórea *Schinus areira*, los arbustos *Nolana albescens, Atriplex deserticola, Baccharis salicifolia* y *Tetragonia angustifolia*, además de las hierbas *Malvella leprosa*, *Lactuca serriola*, *Sisymbrium irio*, *Melilotus indicus*, *Erodium botrys, Bromus catharticus, Setaria verticillata, Polygonum persicaria, Cistanthe amaranthoides, Polygonum aviculare, Cistanthe cabrerae,*

Solanum herbabona, Lactuca virosa, Sonchus tenerrimus, Cristaria glaucophylla y *Solanum elaeagnifolium.*

Además y de acuerdo con el D.S. 68/2009 una especie está definida como del tipo xerofítica (*Schinus areira*).

f) Zona denudada

Este tipo de unidad cartográfica se caracteriza por la ausencia de vegetación (cobertura general inferior a 1%), en algunas situaciones se observa un alto cubrimiento vegetación, los cuales corresponden a cultivos o plantaciones agrícolas, por lo que no se consideran para efectos descriptivos.

En estas unidades se observan ejemplares aislados y dispersos de flora, las cuales corresponden a las especies que se presentan en el entorno, y en su mayoría son del tipo ornamental y en otros a malezas asociadas a las actividades agrícolas recientes o pasadas, el ellas número total de especies detectadas asciende a 95 (ver, **ANEXO AC-1**).

Tal como se señaló anteriormente, gran parte del área se inserta en la faja de protección fiscal del MOP, por lo que se encuentra sometida constantemente a actividades de mantención, y en algunos sectores el trazado se presenta en áreas agrícolas, sin embargo éste se encuentra localizado en límites de los potreros, por lo que no existe interferencia con la normal actividad agrícola, pero por su proximidad a esta se encuentra afecta a labores culturales, y por ende, su composición florística esta determinada por el manejo de los cultivos.

A pesar de la fuerte actividad antrópica dominante del área, la participación de la flora nativa es importante, más aún cuando existe disponibilidad hídrica, tanto en forma natural como artificial, lo que favorece el desarrollo en las épocas adecuada de las especies originarias del área.

La zona denudada ocupa una superficie que asciende a 6,9 ha, equivalente a un 75,8%, del total estudiado, correspondiendo a 51 unidades cartográficas, es decir, un 56,2% del total de unidades definidas para el área de estudio.

5.2.2 Flora

Para el área de estudio se confeccionaron 85 puntos de muestreo florístico, de un total de 90 unidades cartográficas definidas, lo cual se realizó mediante un exhaustivo recorrido pedestre por la totalidad de las unidades y el área, los resultados se presentan en el **ANEXO AC-4**.

En el **ANEXO AC-5,** se señala la familia botánica, nombre científico y vernacular, así como también el estado de conservación nacional y regional, origen, forma de vida y distribución, para la flora detectada en el área de estudio.

Para el área de estudio, se detectaron un total de 124 especies de flora vascular, las cuales pertenecen a las divisiones taxonómicas Pteridophyta y Magnoliophyta, con los órdenes Shenopsida, Magnoliopsida y Liliopsida, entidades taxonómicas que pertenecen a 34 familias botánicas (véase **Tabla 13**).

Tabla 13. Número de familias y especies por división taxonómica

División	Familias		Especies	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Pteridophyta shenopsida	1	2,9	1	0,8
Magnoliophyta magnoliopsida	29	85,3	108	87,1
Magnoliophyta liliopsida	4	11,8	15	12,1
Total	**34**	**100**	**124**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017

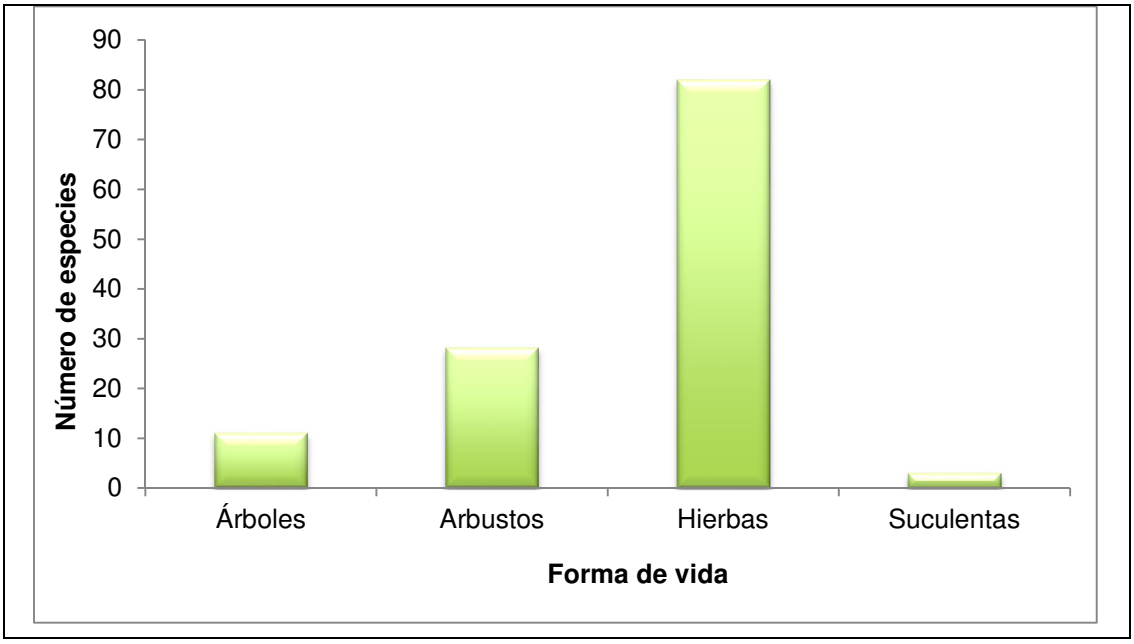
Las Magnoliophytas-magnoliopsida se encuentran representadas con 29 familias, equivalente a un 85,3% y con108 especies, es decir un 87,1% del total específico. En cambio, las magnoliophyta-liliopsida están representadas con cuatro familia (11,8%) y 15 especies (12,1%).

Mientras que, las Pteridophyta-shenopsida, se encuentran presentes con una familia botánica (2,9%) e igual número de especies (0,8%).

a) Forma de Vida y Origen

Para el área de estudio, la flora detectada durante la campaña de terreno, está constituida por 124 especies, de las cuales 82 (66,1%) son hierbas, 28 son arbustos (22,6% del total), 11 son arbóreas (8,9%) y tres suculentas (2,4%). En la **Figura 8**, se grafica el número de especies según forma de vida.

Figura 8. Número de especies según forma de vida



Fuente: Elaboración propia, 2017

En la **Tabla 14**, se señala el número total de especies detectadas en el área prospectada, según origen geográfico agrupadas por forma de vida.

Tabla 14. Número de especies según origen por forma de vida

Forma de vida	No Endemicas		Endémicas		Alóctonas		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Árboles	4	16,0	0	0	7	9,3	11	8,9
Arbustos	6	24,0	13	54,2	9	12,0	28	22,6
Hierbas	15	60,0	11	45,8	56	74,7	82	66,1
Suculentas	0	0	0	0	3	4,0	3	2,4
Total	**25**	**100**	**24**	**100**	**75**	**100**	**124**	**100**

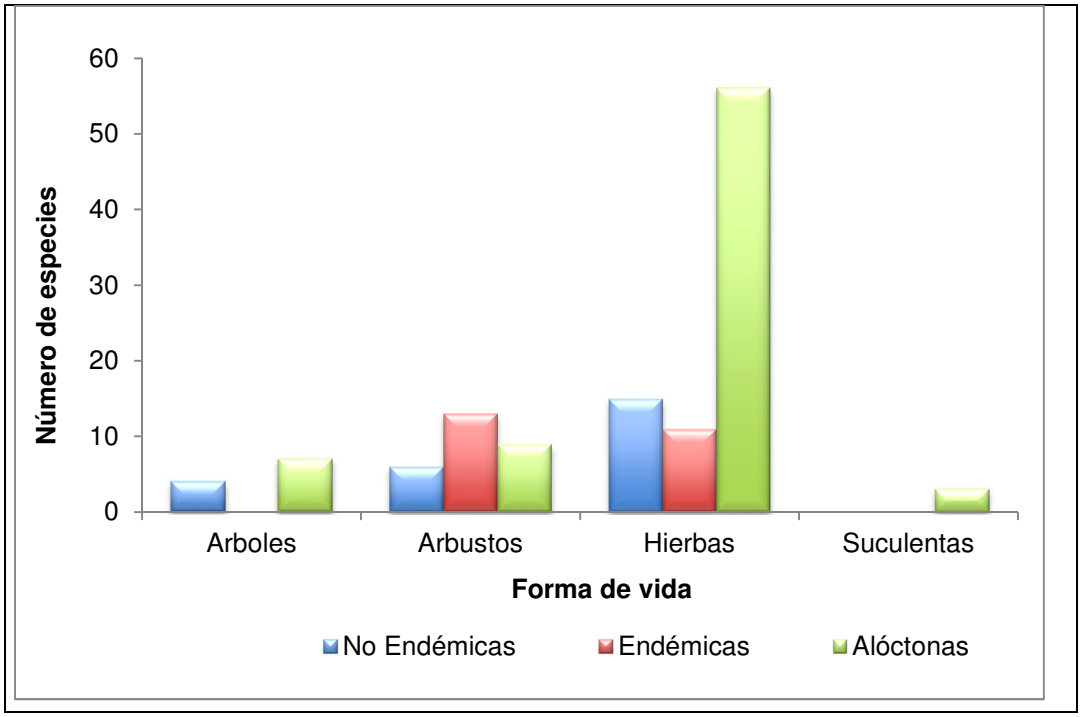
Fuente: Elaboración propia, 2017

Para el área de estudio, el 39,5% del total de la flora (49) son de origen nativo, de las cuales 25, equivalente a un 20,2%, corresponden a especies nativas no endémicas, de ellas 15 son hierbas (60%), seis arbustos (24%) y cuatro son arbóreas (16%). Mientras que, las nativas endémicas se encuentran representadas en el área con un total de 24 entidades biológicas (19,3%), de este total 13 son arbustos (54,2%) y 11 son hierbas (45,8%).

Las especies alóctonas se encuentran representadas con 75 entidades taxonómicas, es decir, un 60,5% del total de la flora detectada en el área de estudio. De las cuales 56 son hierbas (74,7%), nueve son arbustos (12,0%), siete arbóres (9,3%) y tres corresponde a especies cuya forma de vida es suculenta (4,0%).

En la **Figura 9**, se grafica el número de especies por forma de vida según origen geográfico.

Figura 9. Número de especies por forma de vida según origen geográfico



Fuente: Elaboración propia, 2017

b) Estado de Conservación

- *Nivel nacional*

De acuerdo con la normativa legal vigente, del total de especies nativas detectadas en el área, sólo una de ellas se encuentra citada en la categoría de **Vulnerable** en el D.S. 13/2013, correspondiendo a *Prosopis chilensis*, del cual se censaron 6 ejemplares (ver, **ANEXO AC-1**). Sin embargo, es necesario indicar que estos ejemplares forman parte del uso tanto ornamental en casas como urbano.

- *Nivel regional*

Del total de la flora nativa detectada en el área y a nivel regional (Squeo, et all 2008), 39 especies se encuentran citadas como **Fuera de Peligro**, tres **No Clasificada**, dado que no había sido citada para la región (*Alternanthera halimifolia*, *Adesmia filifolia y Nolana patula*), una **Vulnerables** (*Geoffraea decorticans*), dos **En Peligro** (*Prosopis chilensis* y *Equisetum giganteum*), dos como **Insuficientemente Conocida-Fuera de Peligro** (*Cuscuta odorata* y *Nolana filifolia*) y una como **Insuficientemente Conocida-Vulnerable** (*Cistanthe amarantoides*) ver, **ANEXO AC-5**.

A 75 especies no se le asigna estado de conservación regional, por corresponden a entidades alóctonas (ver, **ANEXO AC-5)**.

c) Distribución Nacional

Del total de la flora detectada en el área de estudio, dos especies se encuentra acotada a la Región de Atacama (*Copiapoa megarhiza* y *Adesmia eremophila*), 16 de ellas se distribuyen en dos regiones, las restante lo hacen en tres o más regiones geográficas (ver, **Tabla 15**).

En el caso de *Senecio* sp. aún cuando es nativa, y dado que no fue posible su determinación a nivel de especie, no se le asigna distribución nacional.

Tabla 15. Número de especies por región geográfica.

Número Regiones	Número Especies	%
1	2	3,0
2	16	24,2
3	19	28,8
4	13	19,7
5	6	9,1
6	3	4,5
7	1	1,5
8	1	1,5
9	1	1,5
10	1	1,5
13	1	1,5
15	2	3,0
Total	**66**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017

d) Frecuencia específica

La frecuencia específica corresponde al porcentaje del número de detecciones de la flora respecto al total de puntos de muestreo realizados en el área (85), en el **ANEXO AC-4** se presentan los resultados para cada punto de muestreo y en el **ANEXO AC-6** un resumen de estos.

Para el área de estudio la especie mas frecuente corresponde a *Atriplex desertícola*, la cual fue detectada en un 68,2% del total, luego con un 47,1% de participación se presenta *Cristaria glaucophylla* y *Geoffroeae decorticans*, tanto *Baccharis salicifolia* como *Schinus areira* participan con un 38,8% de las observaciones y *Adesmia multicuspis* lo hace con un 35,3%.

En séptima posición se encuentran *Bassia hyssopifolia* y *Tetragonia angustifolia* con un 30,6%, *Malvella leprosa* participa con un 29,4%, con un 22,4% lo hace *Lactuca serriola*, mientras que *Acacia caven* fue observada en un 21,2%. Las restantes especies detectadas en el área de estudio se encuentran presenta en menos del 20% de las observaciones y 57 especies fueron detectadas solo una vez (**ANEXO AC-6**).

e) Riqueza

En la **ANEXO AC-7**, se presenta el número de especies por unidad cartográfica, información obtenida a partir de los datos de los puntos de muestreo de flora (detalles en el **ANEXO AC-4**).

Tal como se observa en la **ANEXO AC-7**, las unidad con mayor riqueza florística del área de estudio corresponde a la 73, la cual no presenta vegetación nativa o naturalizada, dado que corresponde a terrenos de uso agrícola, y en su composición florística participan principalmente especies alóctonas definidas como malezas.

Luego se presentan las unidades 3 y 72, con 29 y 26 especies respectivamente, la alta riqueza se puede atribuir en el caso de la primera unidad a su longitud y que está localizada en las proximidades del depósito de relave, donde a pesar de la intervención del suelo, las especies nativas tienden a colonizar con mayor frecuencia y la competencia de especies alóctonas en menor, en el caso de la segunda unidad su riqueza se atribuye a que está en las proximidades de áreas agrícolas y a orillas del canal Mal Paso, ambiente que favorece el desarrollo de algunas especies de mayor exigencia hídrica, o la presencia de agua favorece el establecimiento de mayor número de especies.

Las unidades 42, 63, 80, 12, 71, 83, 4 y 39, presentan una riqueza que varía entre 17 y 24, donde destacan unidades sin vegetación, pero asociadas a áreas fuertemente antropizadas como es el caso del Ruta C-35, áreas agrícolas y destaca el caso de la unidad 4, que corresponde a un recordatorio de accidente del transito (animita").

Las restantes unidades cartográficas presentan una riqueza que varía entre 1 y 15. Además, como se observan en el **ANEXO AC-7**, que en 14 unidades no se detectó la presencia de flora, lo cual se explicaría que 12 unidades corresponden a cruces de caminos o parte de estos, una unidad al río Copiapo y las restantes a terreno fuertemente intervenidos.

5.2.3 Formaciones vegetales reguladas por la Ley 20.283

a) Bosque Nativo y Bosque Nativo de Preservación

Para el área de estudio no existe bosque nativo y por lo tanto, aun cuando se detectó la presencia de flora en categoría de conservación, y al no existir formaciones arbóreas, no se presenta bosque Nativo de preservación.

b) Plan de Trabajo de Xerofíticas

De acuerdo con el D.S. 68/2009, del total de especies nativas detectadas en el área de estudio, seis corresponde a entidades del tipo xerofítica, siendo estas *Schinus areira* (=*Schinus molle*), *Prosopis chilensis*, *Schinus polygamus, Equisetum giganteum, Acacia caven* y *Geoffraea decorticans*, sin embargo no se cumple el criterio de superficie mínima de 1 ha, por lo tanto, no se cumple con lo estipulado en la normativa legal vigente, en cuanto a los criterios para definir una formación como de carácter xerofítica y en consecuencia, no se requiere de la presentación de Plan de Trabajo de Formaciones Xerofíticas.

El detalle de su localización en el área de estudio se presenta en el **ANEXO AC-1**

5.3 FLORA ÁREA DEL PROYECTO

La determinación de la flora del Proyecto, tanto del depósito de relave como del acueducto, se realizó mediante la elaboración de 173 puntos de muestreo de flora vascular. En el **ANEXO RA-1**, se entrega la División, Clase Familia, nombre científico y vernacular, así como el estado de conservación nacional y regional, origen, forma de vida y distribución geográfica, para la flora detectada en el área de estudio, durante las campañas de primavera del 2016 y 2017.

Como resultado de ambas campañas, se detectó la presencia de un total de 166 especies de plantas vasculares, las cuales pertenecen a las divisiones taxonómicas Pteridophyta orden Shenopsida, Pynophyta con el orden Gtenopsida y Magnoliophyta con los órdenes Magnoliopsida y Liliopsida, especies que pertenecen a 43 familias botánicas (**Tabla 16**).

Tabla 16. Número de familias y especies por división taxonómica

División	Familias		Especies	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Pteridophyta Shenopsida	1	2,3	1	0,6
Pynophyta Gtenopsida	1	2,3	1	0,6
Magnoliophyta magnoliopsida	37	86,1	147	88,6
Magnoliophyta liliopsida	4	9,3	17	10,2
Total	**43**	**100**	**166**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017

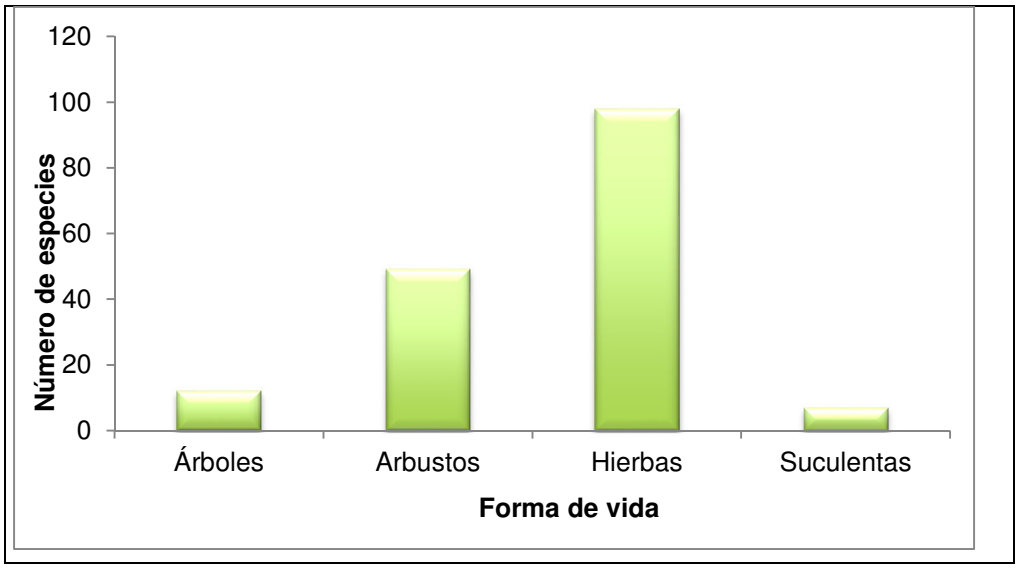
En las áreas de estudios, las Magnoliophyta-magnoliopsida se encuentran representadas por 37 familias, equivalente a un 86,1% del total y con 147 especies, es decir un 88,6%. Mientras que, las Magnoliophyta-liliopsida, están presentes con cuatro familia botánica (9,3%) y 17 entidades taxonómicas (10%), ver **Tabla 16**.

Tanto las Pteridophyta-shenopsida como las Pynophyta-gtenopsida, están presente con una familia (2,3%) e igual número de especies (0,6%).

a) Forma de Vida y Origen

Para el área de estudio, la flora detectada durante la campaña de terreno, está conformada por 166 especies, de las cuales 98 (59,1%) son hierbas, 49 arbustos (29,5%), 12 árboles (7,2%) y siete suculentas (4,2%). En la **Figura 10**, se grafica el número de especies según forma de vida.

Figura 10. Número de especies según forma de vida.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la **Tabla 17**, se presenta el número de especies presentes en el área de estudio, según origen geográfico agrupadas por forma de vida.

Tabla 17. Número de especies según origen por tipo biológico

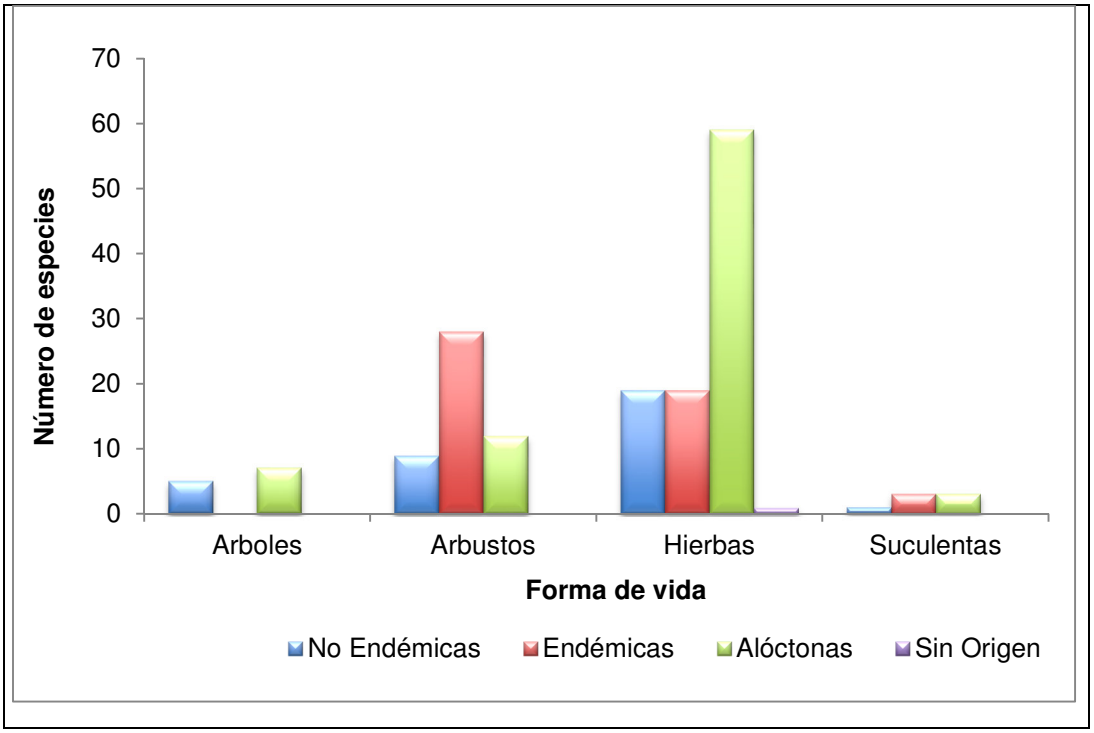
Forma de vida	No Endémicas		Endémicas		Alóctonas		Sin origen		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Árboles	5	14,7	0	0	7	8,6	0	0	12	7,2
Arbustos	9	26,5	28	56,0	12	14,8	0	0	49	29,5
Hierbas	19	55,9	19	38,0	59	72,9	1	100	98	59,1
Suculentas	1	2,9	3	6,0	3	3,7	0	0	7	4,2
Total	**34**	**100**	**50**	**100**	**81**	**100**	**1**	**100**	**166**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El 50,6% del total de la flora detectada en el área de estudio es de origen nativo, de las cuales 34 equivalente a un 20,5%, son no endémicas, de estas un 55,9% son hierbas (19), un 26,5% corresponde a arbustos (9), cinco son árboles (14,7%) y un 2,9% son suculentas (1). Mientras que, las endémicas se encuentran representadas con un 30,1% del total de especies (50), de ellas el 56,0% son arbustos (28), un 38,0% corresponden a hierbas (19), las suculentas participan con un 6,0% (3).

En la **Figura 11**, se grafica el número de especies por forma de vida según origen geográfico.

Figura 11. Número de especies por forma de vida según origen geográfico



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Un 48,8% del total de especies de flora vascular presentes en el área de estudio, son de origen alóctono, de estas un 72,9% son hierbas (59), el 14,8% corresponde a arbustos (12), un 8,6% son arbóreas (7) y un 3,7% son suculentas (3).

A una especie, es decir un 0,6% no se le asigno origen, dado que no fue posible su determinación a nivel de especie.

b) Estado de Conservación

De acuerdo con los Decretos Supremos Nº 151/2007, Nº 51/2008, Nº 50/2008, Nº 23/2009, Nº 19/2012, Nº 33/2012, Nº 41/2012, Nº 42/2012, Nº 13/2013, Nº 52/2014, Nº 38/2015 y Nº 16/2016, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, del total de especies detectadas en el área, ocho de ellas se encuentra citada en algunas de las categorías de conservación indicadas en la normativa actual vigente, ver **Tabla 18.**

Tabla 18. Especies de flora en categoría de conservación a nivel nacional. Área de estudio

Especie	Categoría de conservación	Documento
Copiapoa megarhiza	Vulnerable (VU)	D.S. 50/2008
Eriosyce rodentiophila	Vulnerable (VU)	D.S. 33/2012
Pyrrhocactus eriosyzoides	Vulnerable (VU)	D.S. 13/2013
Adesmia argyrophylla	Vulnerable (VU)	D.S. 41/2012
Prosopis flexuosa	Vulnerable (VU)	D.S. 13/2013
Prosopis chilensis	Vulnerable (VU)	D.S. 13/2013
Cumulopuntia sphaerica	Preocupación Menor (LC)	D.S. 19/2012
Aphyllocladus denticulatus	Casi Amenazada (NT)	D.S. 41/2012

- *Nivel regional*

Del total de la flora nativa detectada en las áreaa y a nivel regional (Squeo, et all 2008), 65 especies se encuentran citadas como **Fuera de Peligro**, cuatro **No Clasificada** (*Alternanthera halimifolia*, *Descurainia nuttallii*, *Adesmia filifolia y Nolana patula*), cinco **Vulnerables** (*Geoffraea decorticans, Copiapoa megarhiza, Pyrrhocactus eriosyzoides, Senecio almeidae* y *Mirabilis ovata*), cuatro **En Peligro** (*Prosopis chilensis, Equisetum giganteum, Eriosyce rodentiophila* y *Prosopis flexuosa*), tres como **Insuficientemente Conocida-Fuera de Peligro** (*Cuscuta odorata, Adesmia atacamensis* y *Nolana filifolia*), dos como **Insuficientemente Conocida-Vulnerable** (*Cistanthe amarantoides* y *Solanum herbabona*) y una como **Insuficientemente Conocida** (*Madia sativa*), ver, **ANEXO RA-1**.

A 81 especies no se le asigna estado de conservación regional, por corresponden a entidades alóctonas, y a una no se asignó estado de conservación dado que fue determinada sólo a nivel de género (ver, **ANEXO AR-1)**.

c) Distribución Nacional

Del total de la flora detectada en el área de estudio, cuatro especies se encuentra restringida a la Región de Atacama (*Copiapoa megarhiza, Solanum herbabona, Cristaria argyliifolia* y *Adesmia eremophila*), 18 de ellas se distribuyen en dos regiones, las restante lo hacen en tres o más regiones geográficas (ver, **Tabla 19**).

En el caso de *Senecios* sp. aún cuando es nativa, y dado que no fue posible su determinación a nivel de especie, no se le asigna distribución nacional.

Tabla 19. Número de especies por región geográfica.

Número Regiones	Número Especies	%
1	4	4,8
2	18	21,4
3	20	23,8
4	17	20,2
5	7	8,3
6	4	4,8
7	2	2,4
8	2	2,4
9	1	1,2
10	3	3,6
13	2	2,4
14	1	1,2
15	3	3,6
Total	**84**	**100**

Fuente: Elaboración propia, 2017.

c) Frecuencia específica

La frecuencia específica corresponde al porcentaje del número de detecciones de la flora respecto al total de puntos de muestreo realizados en el área (173), en el **ANEXO AC-4** se presentan los resultados para cada punto de muestreo y en el **ANEXO AC-6** un resumen de estos.

Para el área de estudio la especie mas frecuente corresponde a *Atriplex deserticola* la cual fue detectada en un 66,7% del total, luego con un 47,1% de participación se presenta *Cristaria glaucophylla*, *Geoffroeae decorticans* lo hace en un 46,0% de las observaciones, posteriormente, se sitúa *Baccharis salicifolia* con un 39,1%, mientras que, *Schinus areira* lo hace con 37,9% del total y *Adesmia multicuspis* con 34,5%.

En séptima posición se encuentran *Bassia hyssopifolia* y *Tetragonia angustifolia* con un 29,9%, *Malvella leprosa* participa con un 28,7%, con un 23,0% lo hace *Lactuca serriola*, mientras que *Acacia caven* fue observada en un 20,7%. Las restantes especies detectadas en el área de estudio se encuentran presenta en menos del 20% de las observaciones y 57 especies fueron detectadas solo una vez (**ANEXO AC-6**).

6 Conclusiones

El área de estudio del Depósito de Relaves, se caracteriza por presentar algunos sectores con una fuerte intervención antrópica, derivada fundamentalmente de las actividades mineras, esto ha ocasionado modificaciones importantes en la estructura vegetacional como composición florística del entorno a las área intervenida.

Otro factor que ha modificado la vegetación y flora del área corresponde al efecto de las precipitaciones en la Región, el cual favoreció la aparición de especies.

El área estudio se encuentra inserta en el piso vegetacional del matorral desértico interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex deserticola*.

Para el área de estudio se definieron 136 unidades cartográficas, de estas 86 corresponden a arbustivas, 22 a zonas denudadas, 15 a arbustivas herbáceas, 12 a herbáceas y una a herbácea arbustiva. En el área las zona denudada ocupan un 66,6% del total prospectado, con un 24,7% participan la formación arbustiva, luego con un 4,6% se encuentran las formaciones herbáceas, mientras que la formación arbustiva hebácea lo hace con un 4,1%, finalmente, la formación que ocupa una menor superficie corresponde a la herbácea arbustivo con tan solo un 0,02% del área total.

La determinación de la riqueza y frecuencia específica se obtuvo a partir de la elaboración de 88 puntos de muestreo de flora, elaborados mediante transectos pedestre por las diferentes unidades cartográficas de vegetación.

La riqueza total de la flora identificada para el área de estudio alcanza a 77 entidades, agrupadas en 27 familias taxonómicas, pertenecientes a dos divisiones taxonómicas (Pinophyta y Magnoliophyta).

De las especies detectadas para el area de estudio, 37 (48,1%) son arbustos, 34 (44,2%) corresponden a hierbas, 4 (5,2%) son suculentas y 2 son arbóreas (2,6%).

Respecto al origen geográfico de la flora en el área de estudio, 21 especies son nativas no endémicas (27,3%), 45 son nativas endémicas (58,4%), 10 son alóctonas (12,9%) y a una especie (1,4%) no se le asigna origen, dado que no fue factible su correscta determinación taxonómica.

Para el área de estudio se detectarón siete especies citada en alguna categoría de conservación a nivel nacional, correspondiendo a *Cumulopuntia sphaerica* (LC), *Aphyllocladus denticulatus* (NT), *Copiapoa megarhiza* (VU), *Pyrrhocactus eriosyzoides* (VU), *Prosopis flexuosa* (VU), *Eriosyce rodentiophyla* (VU) y *Adesmia argyrophylla* (VU).

La determinación del número de ejemplares en categoría de conservación se realizó mediante censo, determinándose un total de 49 ejemplares de *Prosopis flexuosa*, 209 individuos de *Pyrrhocactus eriosyzoides*, 410 *Cumulopuntia sphaerica*, 16 *Aphyllocladus denticulatus*, 13 de *Copiapoa megarhiza*, 5 de *Ademia argyrophylla* y uno de *Eriosyce rodentiophyla*, los cuales se encuentran en el área de intervención del proyecto.

Para el área de estudio y de intervención, no se detectó la presencia bosque nativo y por consiguiente bosque nativo de preservación, aún cuando existen dos especies arbóreas (*Schinus areira* y *Prosopis flexuosa*), no cumplen con lo requisitos de cobertura y superficie para ser considerados bosque.

Respecto a las formaciones xerofíticas, en el área de estudio se observó la presencia de dos especies citadas en el D.S. 68/2009, siendo estas *Schinus areira* y *Bulnesia chilensis*. Sin embargo, en las unidades en las cuales estas participan no cumplen con los requisitos mínimos establecidos en la normativa legal vigente para ser consideradas como vegetación del tipo xerofítica, en consecuencia, no se requiere de la presentación de Plan de Trabajo de Formación Xerofítica en este sector.

Para el sector Obra Lineal (Acueducto), el área de estudio corresponde mayoritariamente a una zona con fuerte intervención antrópica, esto debido al uso actual que presentan los terrenos, entre los más importantes destacan como área disposición de relaveducto, franja de seguridad de caminos, estacionamientos, indutrial, y otros. Esto ha generado importantes modificaciones tanto en la estructura de la vegetación como en la composición florística. Otro factor que ha modificado la vegetación y flora del área corresponde al efecto de las precipitaciones de los años 2015 y 2017.

El área estudio se encuentra inserta en el piso vegetacional del matorral desértico interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex deserticola*.

Para el área de estudio se definieron 90 unidades cartográficas, de estas 51 corresponden a zonas denudadas, 25 a arbustivas, 5 herbáceas, 5 arbóreas, 3 son arbustivas herbáceas y una a herbácea arbustivo. En el área las zona denudada ocupan un 75,8% de la superficie prospectada, con un 11,8% participan la formación arbustiva, luego con un 7,0% se encuentran las herbáceas, mientras que la arbórea lo hace con un 2,7%, con un 1,8% lo hace la formación arbustiva herbácea, y finalmente, la formación que ocupa una menor superficie corresponde a la herbácea arbustiva con tan solo un 0,9% del área total.

La determinación de la riqueza y frecuencia específica se obtuvo a partir de la elaboración de 85 puntos de muestreo de flora, elaborados mediante transectos pedestre por las diferentes unidades cartográficas de vegetación.

La riqueza total de la flora identificada para el área de estudio alcanza a 124 entidades, agrupadas en 45 familias taxonómicas, pertenecientes a dos divisiones taxonómicas (Pteridophyta y Magnoliophyta).

De las especies detectadas para el area de estudio, 82 (66,1%) son hierbas, 28 (22,6%) corresponden a arbustos, 11 (8,9%) son arbóreas y 3 son suculentas (2,4%).

Respecto al origen geográfico de la flora en el área de estudio, 25 especies son nativas no endémicas (20,2%), 24 son nativas endémicas (19,3%), 75 son alóctonas (60,5%).

Para el área de estudio se detectó una especie citada en alguna categoría de conservación a nivel nacional, correspondiendo a *Prosopis chilensis* (VU), de la cual se censaron 6 ejemplares y correspondiendo todos ellos a individuos plantados, cuyo uso es ornamental.

Para el área de estudio y de intervención, no se detectó la presencia bosque nativo y por consiguiente bosque nativo de preservación, aún cuando existen especies arbóreas, no cumplen con lo requisitos de cobertura y superficie para ser considerados bosque.

Respecto a las formaciones xerofíticas, en el área de estudio se observó la presencia de seis especies citadas en el D.S. 68/2009, siendo estas *Schinus areira* (=*Schinus molle*), *Prosopis chilensis*, *Schinus polygamus, Equisetum giganteum, Acacia caven* y *Geoffraea decorticans*, sin embargo se trata de individuos en su mayoría aislados, por lo tanto, no se cumple con el criterio de superficie mínima estipulado en la normativa legal vigente, en consecuencia, no corresponde la presentación de Plan de Trabajo de Formación Xerofítica.

7 Bibliografía

- CONAF, 1989. I. Benoit, Ed. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile.
- CONAF, 2014. Guía de Evaluación Ambiental: Criterios para la participación de CONAF en el SEIA.
- D.S. 50/2008. Reglamento para la clasificación de las especies. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 51/2008. Reglamento para la clasificación de las especies. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 151/2007. Reglamento para la clasificación de las especies. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 23/2009. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 68/2009. Establece, Aprueba y Oficializa Nómina de Especies Arbóreas y Arbustivas Originarias del País. Ministerio de Agricultura, Subsecretaría de Agricultura.
- D.S. 33/2012. Aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 41/2012. Aprueba y oficializa nómina para el sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 42/2012. Aprueba y oficializa nómina para el séptimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 19/2012. Aprueba y oficializa nómina para el octavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 13/2013. Aprueba y oficializa nómina para el noveno proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 52/2014. Aprueba y oficializa nómina para el décimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

- D.S. 38/2015. Aprueba y oficializa nómina para el undécimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- D.S. 16/2016. Aprueba y oficializa nómina para el duodécimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- ETIENNE, M. y PRADO C. 1982. Descripción de la Vegetación Mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras (COT). Ciencias Agrícolas N° 10. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago.
- GAJARDO, R (1994) La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago (Chile). 166 p.

f) Ley Núm. 20.283. 2008. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. Ministerio de Agricultura.

- LUEBERT, F y P. PLISCOFF. 2006. Sinopsis climática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. 316 pp.
- MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL. 1998. Boletín 47
- QUINTANILLA, V. (1983) Biogeografía. Tomo III. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago.
- SQUEO, F. et all (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ed. Universidad de La Serena.