



INFORME CATASTRO FAJA ARBORIZADA

PROYECTO RELLENO SANITARIO PONIENTE

VEOLIA SU CHILE S.A.

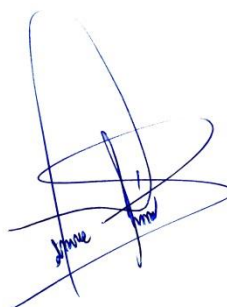
Agosto de 2017

ÍNDICE

	Introducción.....	3
1.	Metodología.....	4
2.	Resultados.....	4
2.1.	De las especies vegetales utilizadas en la faja.....	5
2.2.	Resultados del censo.....	11
2.3.	Sobrevivencia y mortalidad de las especies utilizadas en la faja.....	14
2.4.	Recuperación de los espacios de plantación en la faja.....	18
3.	Observaciones y recomendaciones.....	20



Verónica Baeza Villarroel



Jaime Burón Miranda

Introducción

La faja arborizada construida en torno a las dependencias e instalaciones industriales del relleno sanitario, constituye parte de las medidas de mitigación que fueron aprobadas en la Resolución de Calificación Ambiental N° 479/2001 para el Proyecto Relleno Sanitario Santiago Poniente, ubicado en el Predio La Ovejería, comuna de Maipú.

Durante el año 2016 se procedió al replante de la faja arborizada, alcanzando un total de 4.155 plantas plantadas y 2.077 casillas por plantar. Estos valores fueron entregados en el ***Informe Catastro Faja Arborizada***, elaborado en Febrero de 2017, cuya finalidad era determinar si lo realizado se ajustaba a lo indicado en el Plan de Diseño. Este resultado dejaba de manifiesto una cantidad de plantas a plantar por debajo de la indicada en el ***Plan de Diseño y Localización de Cortina Cortaviento del RSSP***, estudio presentado a fines del año 2003. Posteriormente y en virtud de otros antecedentes emanados del catastro realizado, se solicitó la evaluación de diversos accidentes o eventos encontrados en la faja, ocupando parte de la superficie a plantar y que interrumpían la ejecución de la plantación en algunos sectores de la faja. Al respecto, se solicitó la evaluación y preparación de un informe, ***Informe Faja Arborizada a Abril 2017***, llegando a determinar la existencia de cinco caminos que interceptaban la faja, la construcción de un pozo de monitoreo de aguas subterráneas y la presencia de dos montículos de acumulación de material de excavación, producto de la construcción de un canal de evacuación de aguas lluvias. Todos estos accidentes o eventos presentes en la faja fueron evaluados, llegando a determinar que de los cinco caminos existentes, cuatro se podían plantar, además el área circundante al pozo de monitoreo, así como el área ocupada por los montículos, una vez extraído el material allí depositado.

Ya efectuada la plantación de los accidentes y/o eventos encontrados en la faja, actualmente se procede al replante de las plantas que no sobrevivieron en ese período, obteniendo un nuevo recuento de ejemplares plantados para la faja arborizada. Por este motivo y a solicitud de Veolia SU Chile S.A., se realizará un catastro de la Faja Arborizada, que actualice los antecedentes de plantación, sobrevivencia y mortalidad, desarrollo de las especies recientemente incorporadas y estado general de la plantación de las especies arbóreas y arbustivas que la constituyen.

1.- Metodología

Siguiendo la metodología empleada anteriormente, se realizará un censo poblacional a través de la ejecución de transectos de 50 m de largo, consecutivos, de manera de cubrir la totalidad de la longitud de cada uno de los segmentos que constituyen la faja. Sólo se interrumpirá la medición de 50m del transecto para comenzar de nuevo, cuando se encuentre con algún accidente no plantable, que corte o interrumpa las hileras de plantación de la faja (camino interior, zanjón evacuación aguas lluvias, sector de empalme y/o conexión mangueras y tuberías de riego).

El transecto será marcado con cinta plástica adhesiva cada 50m, en las 9 hileras y para evitar traspasar la medida, se cortará el paso con una tirada de cordel que irá de la hilera 1 a la 9. En cada hilera se procederá al conteo de todos los ejemplares plantados, vivos o muertos, se reconocerá la especie plantada y la condición general de la planta.

Los antecedentes se registraran en formularios realizados para este tipo de medición.

2.- Resultados

El levantamiento de datos de terreno se realizó los días 20, 21 y 27 de Julio de 2017. La medición de los transectos se realizó siguiendo el esquema de diseño de la faja entregado por la Empresa, empezando por el Segmento 1, para continuar con el Segmento 6, 5, 4, 3, 2 y 7. En la imagen satelital se indican el trazado y ubicación de los segmentos de la faja arborizada, conforme a plantación 2016 y replante 2017.



Imagen 1: Trazado y distribución de los segmentos de la Faja Arborizada.

Los antecedentes y características de localización y diseño de la faja, ya fueron analizados en el Catastro anterior, por lo que se atenderá específicamente a los resultados de estado actual de la Faja.

2.1.- De las especies vegetales utilizadas en la faja

En el diseño de la faja arborizada se consideró la utilización de 12 especies arbóreas y arbustivas, tanto nativas como exóticas. De las 8 especies arbóreas, 5 corresponden a especies nativas y 3 a especies exóticas. Respecto de las especies arbustivas, 3 corresponden a especies nativas y una a exótica. En la selección de las especies, el estudio realizado, consideró su adaptabilidad a zonas áridas, condición que ha sido relevante en la respuesta de los ejemplares en terreno. Por otra parte, la adición de riego estival que ya se extiende prácticamente a 8 meses (Septiembre a Abril), y en condiciones de falta de precipitaciones prolongada en invierno, también se aplica riego de ser necesario, ha demostrado que la resistencia de las especies a condiciones de extrema aridez, altas temperaturas estivales, heladas tempranas y tardías, mala condición de suelo (suelos de mala calidad) y la tolerancia a las mismas, determinan el éxito o no en la sobrevivencia y desarrollo posterior de las especies seleccionadas. En la Tabla siguiente se indican las especies plantadas en la faja de acuerdo al diseño programado, sustitución de especie (especies sustituidas por especie de igual género) y respuesta a las condiciones de stress a que están sometidas tras la plantación.

Especies utilizadas en la plantación de la faja					
Especie	Origen	Tipo	Sp. sustituta (*)	Daño	Grado de tolerancia
Acacia caven	Nativa	Arbórea			Especie intolerante. Resiste zonas áridas
Beilschmiedia miersii	Nativa	Arbórea			Especie tolerante
Quillaja saponaria	Nativa	Arbórea		Por conejo	Especie intolerante. Resiste zonas áridas
Melia azedarach	Exótica	Arbórea			Recientemente plantada. Sin observación
Eucalyptus camaldulensis	Exótica	Arbórea	E. globulus	Por conejo	Especie intolerante. Resiste zonas áridas
Casuarina equisetifolia	Exótica	Arbórea		Por conejo	Especie tolerante
Crinodendron patagua	Nativa	Arbórea			Especie tolerante
Cryptocarya alba	Nativa	Arbórea			Especie tolerante
Senna candolleana	Nativa	Arbustiva			Tolerante. No resiste heladas
Fuchsia magellanica	Nativa	Arbustiva	Fuchsia sp		Tolerante. No resiste heladas ni altas temperaturas
Nerium oleander	Exótica	Arbustiva			Especie tolerante. Resistente zonas áridas
Baccharis sp	Nativa	Arbustiva	Baccharis sp1		Especie intolerante.
	Nativa	Arbustiva	Baccharis sp2		Sin observación, recientemente plantada

Tabla 1: Especies plantadas en la faja, tolerancia por especie y tipo de daño encontrado en la plantación. (*)

(*) Especie sustituta o complementaria a la plantación.

Baccharis sp 1 y sp 2: Corresponde a dos especies del género Baccharis, pero no identificados como especie.

Las especies sustitutas y/o complementarias corresponden a aquellas especies que no fueron halladas en los viveros, por lo que se procedió a plantar con una especie del mismo género, pero de otra especie. Tal son los casos de *Eucalyptus camaldulensis*, cuya plantación se complementó con algunos ejemplares de *E. globulus*. En el caso de la especie *Baccharis* sp., primero se plantó con *B. concava* (presumiblemente) y posteriormente se complementó con algunos ejemplares de *Baccharis* sp (especie de *Baccharis* no determinada). Respecto de la especie *Fuchsia magellanica*, esta especie no se encontró en los viveros procediendo a plantar *Fuchsia* sp, siendo lo más probable, variedades de especies ornamentales. Se hace esta indicación por cuanto uno de los motivos de este estudio es la determinación de especies adecuadas a las condiciones de sitio del lugar de plantación.

Entre las especies que han presentado mayor problema de adaptación al sitio se encuentra la *Fucsia* (*Fuchsia* sp). Esta especie se comenzó a plantar en junio de este año, por lo que se encontraba plantada al momento de la nevazón en Santiago. También sufrió las heladas de los días siguientes, presentando daño severo en el follaje. Al momento del conteo, se pudo constatar daño en la parte aérea de la planta, sin embargo algunas plantas conservaban parte del follaje basal de la planta sin daño. Esos ejemplares se consideraron vivos al momento del conteo. A la semana siguiente, al realizar parte del conteo de plantas de esta especie en otro tramo del segmento, el daño en la planta era total. El follaje se encontraba totalmente “quemado” por las heladas así como los tallos no lignificados y lignificados en etapa primaria. Es posible que los ejemplares con mayor grado de lignificación de sus tallos logren rebrotar, pero el resultado no se sabrá hasta el inicio de primavera.



Fotografía 1 y 2: Ejemplares de *Fucsia*. Imágenes tomadas con una semana de diferencia (21 y 27 de julio).

La especie Alcaparra (*Senna candolleana*), también presenta daño a las heladas, pero en menor grado al que presenta la especie *Fucsia*. Si los individuos plantados son muy

juveniles, puede presentar daño severo y morir, pero si parte de los tallos presentan lignificación, la helada compromete el follaje, “quemándolo”, pero rebrota fuertemente a la primavera siguiente. Los ejemplares que se encuentran a resguardo, bajo cobertura o rodeados de vegetación mayor, no botan el follaje ni sufren las heladas invernales como las que están a campo desnudo.



Fotografía 3 y 4: Ejemplares de Alcaparra no afectados y afectados por las heladas.

Situación similar ocurre con las especies de *Eucalyptus*. Mientras que *E. camaldulensis*, *Eucalipto rojo*, soporta bien las heladas y el stress hídrico, *E. globulus* no tolera bien las heladas en etapa juvenil, ni el stress hídrico.



Fotografía 5 y 6: Hilera de *E. camaldulensis* sin daño tras las heladas y *E. globulus* con daño por heladas.

Entre las especies plantadas también se detectó daño de tipo mecánico, en este caso, causado por lagomorfos (conejo) y eventualmente por roedores. Las especies

mayormente dañadas por el corte casi basal del tallo, lo presenta *Casuarina equisetifolia*, Casuarina y en menor cantidad, las especies de *Eucalyptus* y *Quillaja saponaria*, Quillay.



Fotografía 7 y 8: Ejemplares de Casuarina con daño producido por conejo. Corte basal y corte apical.

En las fotografías se observa daño en la base (corte a pocos centímetros de altura de la base del tronco del ejemplar) y daño apical, en donde el corte se produce en el ápice de la planta, produciendo la pérdida de la dominancia apical y posterior deformación de la copa (pierde la forma piramidal típica de la especie). Respecto del corte basal, se corre el riesgo de que la planta no regenere un nuevo tallo dominante y la planta se “arrepolle”, tomando una forma globosa y de poca altura. Si el daño se hace recurrente (cada vez que emerge un brote vuelve a ser cortado) la planta deberá ser reemplazada, pues no aportará con su desarrollo en altura dentro de la faja (se supone que esta especie es la que brinda la altura a la faja). De las especies que integran la faja, Casuarina es la especie que alcanzaría mayor altura al desarrollarse normalmente, por sobre las demás.

El daño causado por conejo sobre esta especie recrudesció en este período, encontrando tramos del Segmento 4, completamente dañados (hileras completas con daño).

En el caso de *Eucalipto* el daño es menor, pero también aumentó en relación a la medición anterior (diciembre de 2016). En este caso, la especie tiene buena retoñación, sin embargo de producirse daño permanente, el individuo pierde dominancia en altura transformando su hábito de arbóreo en arbustivo.



Fotografía 9, 10 y 11: Daño causado por conejo en plantas de Eucalipto. No sólo afecta a ejemplares nuevos, cortando el tallo principal, también afecta a ejemplares de mayor desarrollo al roer la corteza de los arbolitos, hasta producir el anillado total del tronco.

Otro tipo de síntomas observados en las plantas corresponde a necrosis de follaje, encontrado en plantas de Belloto (*Beilschmiedia miersii*). Esta sintomatología es más difícil de definir por cuanto puede tratarse de enfermedad provocada por hongos, bacterias o virus, e incluso, podría tratarse de marchitamiento y muerte del follaje por exposición a altas temperaturas. Por este motivo y por no contar con análisis de laboratorio que indiquen algún agente patógeno, se considerará la necrosis del follaje o muerte regresiva en *Belloto*, como marchitamiento y muerte de la planta sin identificar agente.



Fotografía 12, 13 y 14: Ejemplares de Belloto que muestran distintas etapas de marchitamiento y muerte de la planta.

Las plantas de Belloto son las que han presentado mayor problema de sobrevivencia en relación a las demás especies. A pesar de tratarse de una especie tolerante, no sería susceptible de un buen establecimiento bajo las condiciones de sitio del lugar. Esta especie presentó problemas de establecimiento desde la plantación, arrojando altos porcentajes de mortalidad a poco mas de un mes de ser plantada (47,3% de mortalidad).

Las especies Peumo (*Cryptocarya alba*) y Patagua (*Crinodendron patagua*) han presentado mayor resistencia, logrando establecerse pero con problemas. Del mismo modo ocurre con Alcaparra, especie que se establece con dificultad, pero que ha logrado mantenerse.

Entre las especies que han mostrado una alta capacidad de adaptación a las condiciones ambientales, se encuentran las especies Quillay, Espino (*Acacia caven*), Eucalipto rojo y Laurel de flor (*Nerium oleander*).



Fotografía 15 y 16: Plantación de *Laurel de flor* y *Eucalipto rojo*, las especies con mejor respuesta al establecimiento en la zona.

El Vautro, especie plantada a principios de año, también ha presentado una buena adaptación a las condiciones de sitio, manteniendo una alta sobrevivencia a la fecha. Esto a pesar de encontrarse en uno de los sectores más afectados por el ataque de conejo. En el replante de esta especie se utilizaron algunos ejemplares de otro Romerillo (*Baccharis* sp). Es una cantidad de ejemplares marginal, pero se deja la constancia de la inclusión de estas plantas, en la plantación.



Fotografía 17, 18 y 19: Ejemplares de *Vautro* (17 y 18) y *Romerillo* (19). El Vautro se plantó en verano de 2017 y el Romerillo, en replante junio-Julio 2017.

En la faja se encontraron algunos remanentes de la plantación inicial (plantación 2014) y que no corresponden a las especies seleccionadas en el diseño. Entre los ejemplares correspondientes a “otras especies” se encuentra: *Schinus polygamus* (Huingán), *Prosopis chilensis* (Algarrobo), *Schinus molle* (Pimiento) y *Colliguaya odorífera* (Colliguay).

Los ejemplares plantados de las distintas especies corresponden a plantas de cepellón (maceta o contenedor), siendo la especie *Melia*, la única especie en planta a raíz desnuda, plantada en la faja.



Fotografía 20: Plantación de *Melia* (*Melia azedarach*), única especie del tipo de planta a raíz desnuda.

2.2.- Resultados del censo

Los antecedentes obtenidos de la medición de la faja arbórea, se mantienen dentro de los márgenes de eficiencia en este tipo de mediciones, donde no se establecen parámetros de medición estadística, error de muestreo o estimaciones para la población. Para no incurrir en la problemática de no dejar representados todos los eventos que restaban individuos a la faja, se optó por el catastro o censo poblacional, en donde se miden todos los individuos existentes en una población, presentes en un momento determinado.

Los estudios anteriores efectuados en la faja, como la proyección de plantas a incluir, hoy se respaldan con los datos obtenidos del catastro, en donde la población no creció más de lo que se había obtenido en las mediciones realizadas. Esta situación no variará mayormente, por cuanto el diseño programado de 9 hileras de plantación, con 2 o 4 hileras de especies arbustivas y 5 o 7 de especies arbóreas, ya quedó establecido en terreno y en gran parte, se ha mantenido sin mayor variación. No se han agregado “más”

ejemplares a la faja, sino que se han repuesto (a través del replante) los individuos faltantes (individuos muertos o por plantar).

Sólo en pequeñas fracciones de la faja se ha modificado el distanciamiento de plantación, plantando a la distancia efectivamente programada en el diseño. Se hace esta indicación debido a que uno de los problemas detectados en la menor cantidad de plantas programadas a plantar, se debe a la plantación a mayor distanciamiento en las hileras 1, 2, 3 y 4 de la faja, que corresponden a las especies arbustivas (distanciamiento cada 1m según diseño).

Los espacios ocupados por vegetación nativa en las líneas de plantación, también fueron medidos, pero no representaron un valor determinante en el número final de plantas de la faja, al ocupar tan sólo el 4% del espacio de plantación.

La determinación de los accidentes o eventos dentro de la faja que podían ser plantados, por no afectar la ejecución de otras actividades dentro del RSSP, constituyeron el adicional de plantas a incluir en la faja arborizada. Esta plantación fue realizada recientemente, durante los meses de junio-julio del presente año. Se recuperó el espacio ocupado por 4 caminos internos, el terreno circundante al pozo de monitoreo de aguas subterráneas PM5 y la superficie de terreno ocupada por dos montículos de material de excavación, depositados en parte de la superficie de uno de los segmentos de la faja.

Retomando las características del diseño para la faja de acuerdo al estudio realizado en origen del proyecto, estas se resumen según la siguiente Tabla.

RESUMEN DISEÑO PROGRAMADO PARA LA FAJA ARBORIZADA								
Segmento	1	2	3	4	5	6	7	Total
Long. Seg.(m)	300	50	252	280	232	220	68	1.402
Hileras arbustos	4	2	2	4	4	4	2	
Cantidad (*)	1.200	100	504	1.120	928	880	120	4.852
Hilera de árboles	5	7	7	5	5	5	7	
Cantidad (*)	750	167	840	513	426	402	197	3.295

Tabla 2: Resumen de las características de diseño de la faja arborizada.

(*): Número de árboles o arbustos totales por segmento, según corresponda.

De acuerdo a este programa, la faja tiene una longitud total de 1.402 m, constituida por 7 segmentos, de 9 hileras de plantación de árboles y arbustos, según corresponda. La cantidad total de árboles y arbustos, de acuerdo a este programa, es de 8.147 plantas.

El censo de la faja, tras las plantaciones adicionales, se resume en la Tabla siguiente.

CATASTRO FAJA ARBORIZADA																										
Especie	Alcaparra		Laurel		Vautr/Rom		Fucsia		Espino		Quillay		Patagua		Belloto		Peumo		Casuarina		Eucalipto		Melia		Ot. sp.	Casilla
Segmento	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	P..ant	replan
T. Seg 1	178	196	0	0	12	0	487	84	70	34	36	7	0	0	257	243	0	0	24	0	42	0	0	0	34	8
T. Seg 2	65	0	0	0	0	0	0	0	13	0	72	1	0	0	0	0	0	0	9	0	66	0	58	0	11	17
T. Seg 3	175	51	0	0	0	0	0	0	64	1	208	2	0	0	0	0	0	0	12	0	175	6	300	1	6	51
T. Seg 4	0	0	326	2	398	42	0	0	79	5	268	13	0	0	0	0	0	0	115	12	115	10	0	0	0	4
T. Seg 5	178	102	361	6	0	0	0	0	72	0	0	0	131	54	2	0	1	0	95	1	77	1	0	0	1	0
T. Seg 6	117	81	0	0	20	0	223	26	52	4	36	16	0	0	0	0	43	23	61	10	80	3	0	0	0	3
T. Seg 7	41	14	0	0	0	0	0	0	13	0	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	19	0	42	3
Total Faja	754	444	687	8	430	42	710	110	363	44	645	40	131	54	259	243	44	23	316	23	576	20	377	1	94	86

Tabla 3: Tabla resumen catastral de la faja arborizada del Relleno Sanitario Santiago Poniente, a Agosto de 2017.

Abreviaturas:

V Vivo

M Muerto

Ot.sp. Otras especies/ Plantación anterior

Cas.replan. Casillas vacía a replante

Seg. Segmento en la faja

De la Tabla resumen del catastro o censo poblacional a agosto de 2017, se tienen los siguientes resultados generales.

RESUMEN FAJA ARBORIZADA	Cantidad de plantas y/o casillas a replante
Total plantas vivas y muertas	6.344
Total plantas otras sp (plantación anterior)	94
Total casillas a replante (en ejecución)	86
Total esperado (plantado y por plantar)	6.524

Tabla 4: Resumen del catastro. Totales plantación y casillas por plantar.

Esta cantidad de plantas plantadas y por plantar, es la que mantiene la faja arborizada en su totalidad y conforme a su desarrollo y ejecución, no da cabida a más plantas en el espacio en que se desarrolla. El trazado en terreno está configurado de tal manera, que no da espacio entre hileras o sobre hilera a incorporar nuevos ejemplares. Como se expusiera anteriormente, el factor preponderante en la diferencia en la cantidad de plantas entre lo realizado y lo programado, corresponde a un mayor distanciamiento de plantación, particularmente en las hileras de especies arbustivas. En el caso de los arbustos, la plantación alcanza a 3.185 ejemplares y la de árboles a 3.253 ejemplares.

Al hacer un balance entre lo plantado y lo programado por diseño se tiene una diferencia de 1.667 arbustos y 42 árboles menos (-). Esta situación no amerita más cálculos si al recorrer la faja se observa que la sobre densidad de individuos plantados, no es propia del sitio, en donde los valores de densidad en términos de árboles y arbustos no supera los 1.000 ejemplares/ha. La calidad del sitio no soportará una carga de más 3.000 plantas/ha, si se considera que la superficie que ocupa la faja es de un poco menos de 2 ha. A este cálculo a priori, además se le debe agregar la existencia de ejemplares de Espino en el área. Al respecto, se contabilizó el número de ejemplares de *Espino* natural, tanto adultos como renuevos a lo largo de toda la cabida de la faja, alcanzando a un total de 858 individuos.

2.3.- Supervivencia y mortalidad de las especies utilizadas en la faja

Otro antecedente relevante que se manifiesta en la medición de la faja, es la respuesta de las especies a las condiciones de sitio del lugar. La habilidad de las plantas de adaptarse a condiciones ambientales que producen stress, determinarán su supervivencia o mortalidad. Ante las mismas condiciones algunas especies se desarrollarán y crecerán sin mayor problema, mientras que otras, sólo sobrevivirán. Esta respuesta, si es en términos de plantas vivas pero en buenas condiciones, es la que debe prevalecer ante la cantidad de plantas y de especies no aptas para el lugar. Se espera que las especies no sólo sobrevivan, se requiere que se

establezcan bien y logren desarrollarse y crecer, para cumplir la función esperada. En términos generales la sobrevivencia a julio de 2017 es de 83,7% y mortalidad de 16,3%.

Las siguientes tablas muestran los valores de mortalidad y sobrevivencia de las especies plantadas en la faja, medidos a fines de julio del presente año.

Especie	Alcaparra		Laurel		Vautro/Rom		Fucsia	
Condición	V	M	V	M	V	M	V	M
Cantidad	754	444	687	8	430	42	710	110
T. plantado	1.198		695		472		820	
% relativo	62,9	37,1	98,8	1,2	91,1	8,9	86,6	13,4

Tabla 5: Resumen de plantas arbustivas totales, para la faja arborizada.

De las especies arbustivas, el *Laurel de flor* es la especie que ha presentado la mejor respuesta en desarrollo y crecimiento de las plantas y una sobrevivencia de casi 100% (98,8% de plantas vivas), superando a todas las especies plantadas en la faja. Le sigue la especie *Vautro*, pero en este valor está incluido un porcentaje menor de replante, que no se visualizó en terreno por cuanto la plantación y replante se efectuaron con pocos meses de diferencia (*Vautro* se plantó durante el primer trimestre del año).

En el caso de *Fucsia*, los valores de condición de la planta quedan totalmente encubiertos, debido a que al momento de efectuar la medición (posterior a la precipitación en forma de nieve y heladas posteriores), los ejemplares aún presentaban partes vivas en la planta. A la semana siguiente, la situación era totalmente diferente, encontrando en un tramo de la hilera las plantas totalmente quemadas, producto de la nieve y heladas ocurridas a mediados del mes de julio. Si a nivel general esta especie presentaba un 86,6% de sobrevivencia al 21 de julio de 2017, una semana después, un conteo en 100 m de longitud arrojó un valor de 23,2% de plantas vivas y 76,8% de plantas muertas (parte aérea de la planta totalmente quemada y fácilmente desarraigable de la planta). Como se expusiera en el análisis sobre las especies utilizadas en la faja, es posible que algunos ejemplares se recuperen y rebroten en primavera, pero es un antecedente que no se maneja en este momento debido a que esta especie es primera vez que se planta (se introduce) en este sitio y bajo condiciones ambientales bastante particulares.

En virtud de la respuesta de esta especie a las condiciones ambientales, se recomienda su sustitución por alguna de las especies ya utilizadas en la faja, o incorporando una especie de reconocida adaptación a zonas áridas y tolerante a las altas temperaturas estivales y muy bajas temperaturas invernales, en especial a las heladas, que afectan a esta localidad.

En cuanto a la especie *Alcaparra*, los valores de sobrevivencia disminuyeron en relación a la medición de diciembre de 2016, aumentando la mortalidad de 24,6% a 37,1%.

Esta especie se ha recuperado cada año, después de las heladas de invierno, rebrotando con fuerza en primavera. Esto ha ocurrido en los tres años que lleva la especie plantada en la faja. Los que no se recuperan, son aquellos ejemplares muy juveniles, cuyos tallos no han logrado un grado de lignificación tal, que les permita soportar el rigor de las bajas temperaturas de invierno y en especial, de las heladas. Se recomienda evaluar hacia fines de año si es factible seguir replantando con la misma especie o sustituir por otra, en el replante.

El total de arbustos plantados, vivos y muertos, alcanza a 3.185 ejemplares, con un valor relativo de sobrevivencia de 81% de arbustos vivos, al fin del primer semestre del año.

La sobrevivencia y mortalidad respecto de las especies arbóreas, se observa en la Tabla siguiente.

Especie	Espino		Quillay		Patagua		Belloto		Peumo		Casuarina		Eucalipto		Melia		Ot. spp.	Casil
Condición	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	P..ant	repla
Cantidad	363	44	645	40	131	54	259	243	44	23	316	23	576	20	377	1	94	86
T. plantado	407		685		185		502		67		339		596		378		94	
% relativo	89,2	10,8	94,2	5,8	70,8	29,2	51,6	48,4	65,7	34,3	93,2	6,8	96,6	3,4	99,8	0,2		

Tabla 6: Resumen de plantas arbóreas totales, para la faja arborizada.

Las especies que han resultado con buena sobrevivencia, buen establecimiento y desarrollo en este sitio son *Espino*, *Quillay*, *Casuarina* y *Eucalipto*. Sin embargo en esta medición se observó un alto nivel de ataque de conejo, que afectó principalmente a la especie *Casuarina* y en parte a *Eucalipto*. Este problema ya se había registrado anteriormente, pero el nivel de ataque observado en las *Casuarinas*, aumentó considerablemente, en especial en los Segmentos 4 y parte del 5 (sector en donde se observa la mayor cantidad de fecas y madrigueras de conejo).

El daño que produce en la planta de *Casuarina*, podría significar el recambio de ejemplares, debido a la dificultad de rebrote de la especie, situación que deberá ser evaluada.

Eucalipto tiene buena retoñación y rebrote, por lo que el daño provocado puede ser revertido. El problema es si se hace recurrente la situación de corte-rebrote-corte, pues los ejemplares no lograrían desarrollarse. Amerita considerar el control de lagomorfos con métodos efectivos, pues la faja no logrará un estado de buen desarrollo si existen factores permanentes de daño y muerte de las plantas.

Las especies nativas *Espino* y *Quillay* han tenido buena sobrevivencia, presentando problemas en sectores puntuales, de mayor mortalidad. El *Espino*, presentó problemas de marchitamiento y muerte en un tramo del Segmento 1, debiendo proceder al replante en ese sector. En estas especies también se observa daño por conejo, pero en menor escala que en las anteriores.

Ambas especies, evidencian fuertemente el stress post plantación, razón por la que a menudo se observa un aumento en la sobrevivencia de plantas de una temporada a otra. El rebrote aparece en la parte basal o a través de toda la planta (tallos y ramillas).



Fotografía 21: Rebrote en planta de Quillay.

La sobrevivencia en ambas especies se ha mantenido durante el primer semestre, presentando una variación leve de una medición a otra: Espino redujo la sobrevivencia de 94,6% en diciembre de 2016 a 89,2% a julio de 2017, mientras que Quillay de 93,3% aumentó a 94,2% en el mismo período, pero considerando que hubo plantación de reposición con esta especie.

Las especies nativas *Patagua* y *Peumo*, no mostraron cambios significativos, presentando una leve reducción en la sobrevivencia durante el semestre, siendo para *Patagua* de un 70,8% (73,6% en diciembre) y para *Peumo* de 65,7% (69% en diciembre). Si bien ambas especies no presentan un deterioro marcado y/o progresivo en los ejemplares plantados, se recomienda evaluar al año, el estado y sobrevivencia de los individuos.

En el caso de la especie *Belloto*, también los cambios en la sobrevivencia fueron leves, de 52,7% de sobrevivencia registrada en diciembre de 2016, esta se redujo a 51,6%, en la medición de julio de este año. El problema no se encuentra en un aumento de la mortalidad, sino en el estado de las plantas que sobreviven. Es la especie arbórea que sigue registrando mayormente problemas en el establecimiento. Las plantas presentan follaje manchado, con amarillamiento y marchitamiento progresivo de las hojas. En este caso, no se recomienda el replante con la misma especie y se recomienda su sustitución con otra especie nativa, como *Quillay* o *Espino*.

Los ejemplares de *Melia*, constituyen una especie en evaluación debido a que fueron plantados recientemente, durante esta temporada (plantación entre junio y julio de 2017).

El total de árboles plantados vivos y muertos alcanza a 3.253 ejemplares, con un 86,7% de árboles vivos a fines de julio de 2017.

2.4.- Recuperación de espacios de plantación en la faja

Uno de los ítems desarrollados durante esta temporada fue la recuperación de algunos espacios no plantados originalmente en la faja.

Mediante el análisis de estos sectores denominados “accidentes o eventos”, presentes en la cabida de la faja, se estableció la factibilidad de plantación en 4 caminos interiores, área circundante de pozo de monitoreo PM5 y área ocupada por dos montículos de acumulación de material de excavación. Los eventos adicionaron una superficie de plantación equivalente a 292 ejemplares plantados, entre árboles y arbustos. Esta plantación representa un aumento de 4,5%, respecto de la plantación esperada en diciembre de 2016.



Fotografía 22: Camino 1 plantado. Sector Segmento 1.



Fotografía 23: Camino 2. Ubicado en Segmento 1.



Fotografía 24: Camino 3, ubicado en Segmento 6.



Fotografía 25: Plantación alrededor del pozo de monitoreo PM 5. Segmento 4.

En el caso del pozo de monitoreo de aguas subterráneas, se plantó alrededor de la construcción, interrumpiendo la plantación sólo en las hileras en donde se ubica el pozo. En este segmento también se plantó un camino interior.



Fotografía 25 y 26: Plantación al interior de la faja en terrenos ocupados por los montículos de material de excavación.



Fotografía 27: Vista exterior del área que ocupaban los montículos, ubicados en el Segmento 3.

3.- Observaciones y recomendaciones

La faja arborizada constituye una importante medida de mitigación, planificada y ejecutada por el Relleno Sanitario Santiago Poniente. Su ejecución no ha estado exenta de variados problemas, los que se han ido solucionando y/o acondicionando, conforme a las características particularmente adversas del sitio en donde se deben ejecutar.

Tras repetidos esfuerzos, la faja se encuentra totalmente plantada. No obstante, detalles de esta plantación permiten replantear algunos conceptos básicos esgrimidos en su diseño inicial, los que son motivo de discusión en este informe.

El diseño de la faja arborizada o cortina cortaviento como señala el “Plan de Diseño y Localización de Cortina Cortaviento del RSSP”, fue elaborado por el Departamento de Manejo de Recursos Forestales, de la Universidad de Chile, el año 2003. El diseño programado en este estudio, es el ejecutado en terreno para dar cumplimiento con esta medida de mitigación (conforme a la ubicación, extensión y selección de especies vegetales a utilizar en la construcción de la cortina o faja arborizada).

Las observaciones y recomendaciones se fundamentan en las observaciones de terreno y en las mediciones efectuadas en la faja durante el año 2016 y 2017.

- De acuerdo a los resultados del catastro, la faja arborizada alcanza un total de 6.524 plantas plantadas y por plantar, lo que representa un 80,1% de lo planificado en el diseño de la faja.
- Existe un número menor de casillas a replante (1,3% en el momento de la medición), que se va realizando paulatinamente, conforme avanza la revisión de la faja y se extraen y reponen los individuos muertos.
- El aumento en la cantidad de plantas tras la plantación de los eventos u accidentes en la faja, alcanzó a 292 ejemplares. Esta cantidad de plantas representa un aumento de 4,5%, en la cantidad final de plantas plantadas en la faja.
- La plantación de árboles en la faja alcanza un total de 3.253 ejemplares, lo que representa una diferencia de 42 ejemplares arbóreos menos a lo programado.
- Los resultados del censo poblacional dejan de manifiesto que la diferencia en la cantidad de plantas totales según diseño y lo efectivamente plantado, se debe al mayor distanciamiento de plantación de las hileras correspondientes a la plantación de especies arbustivas. La diferencia es de 1.667 plantas menos, que lo programado, lo que representa 34,4% de arbustos faltantes.
- En términos generales, la sobrevivencia de plantas arbóreas y arbustivas es de 83,7% a julio de 2017.
- A pesar de este mayor distanciamiento de plantación en la hileras de arbustos, es inviable proponer plantar entre lo ya plantado. El distanciamiento de 1m sobre hilera no permite la plantación de especies como el *Laurel de Flor* o *Alcaparra* a menor distanciamiento del ya establecido. Son especies que al desarrollarse son de mayor envergadura, y el distanciamiento tan acotado no será adecuado para un mejor desarrollo y crecimiento de los individuos.
- Las condiciones de sitio del lugar, no permiten una mayor sobre densidad de especies vegetales, si se considera que en las mejores condiciones, se llega a valores de 1.000 individuos/ha, entre árboles y arbustos (antecedentes de inventarios realizados).
- Se recomienda mantener la faja en esta condición de densidad. La sobre densidad de plantas en el área no es propia de la condición de sitio del sector. Se recomienda

mantener **bien** las plantas instaladas en la faja, replantando especialmente las especies arbóreas que haya que reponer y en el caso de los arbustos, efectuar la sustitución con especies mejor adaptadas.

- La faja arborizada incluye especies tolerantes como el *Belloto*, *Patagua* y *Peumo*, que pueden crecer y desarrollarse bien en zonas más bien húmedas. Las tres especies mantienen niveles de sobrevivencia gracias al regadío permanente, pero no han logrado adaptarse a las condiciones de aridez ambiental de la zona. La especie *Belloto* ha mostrado menor resistencia y los ejemplares se mantienen en estado de regular a malo. La sobrevivencia de *Belloto* alcanza a 51,6%, siendo la más baja entre las especies de la faja. No se recomienda seguir replantando con esta especie debido al mal estado de las plantas, en la plantación.
- Las especies *Peumo* y *Patagua* han mostrado mayor resistencia, y los ejemplares se mantienen aún, en buenas condiciones. No se asegura un buen estado a futuro de estas plantas, debido a sus características y condición de tolerancia, por lo que se recomienda seguir evaluando y ver su reposición con especies de mejor adaptación a zonas áridas. La sobrevivencia de estas especies alcanza a 70,8% para *Patagua* y de 65,7% para *Peumo*.
- Las especies *Quillay* y *Espino*, son las más recomendables entre las especies nativas plantadas en la faja. Presentan buen establecimiento y sobrevivencia en el lugar, alcanzando un 94,2% y 89,2% de sobrevivencia, respectivamente.
- El *Eucalipto rojo* representa una de las especies mejor adaptadas a zonas áridas, logrando establecerse y desarrollarse en la zona, incluso con falta de riego. Alcanza un 96,6% de sobrevivencia. La inclusión de algunos ejemplares de *E. globulus*, deberá ser evaluada, debido a que no resiste las bajas temperaturas.
- *Casuarina* es otra especie de gran resistencia y adaptación a las condiciones ambientales de la zona. Presenta un 93,2% de sobrevivencia, pero se recomienda mejorar el control contra lagomorfos, debido al intenso daño causado, especialmente en esta especie.
- *Melia* especie recientemente plantada, es la única especie del tipo a raíz desnuda, plantada en la faja. Por estar en evaluación, no se tiene información de la respuesta de la especie a las condiciones de sitio del lugar.
- Entre las especies arbustivas, el *Laurel de flor* aparece como la especie mejor adaptada. Presenta una sobrevivencia de 98,8% y un inmejorable desarrollo y crecimiento en la zona. Es una planta exótica, de carácter ornamental, que aportará a la faja cobertura horizontal y vertical de mediana a baja altura.
- El *Laurel de flor*, por su corteza y tallos tóxicos, no es atractivo para los conejos y roedores (la planta no es atacada como ocurre con las otras especies).
- Alcaparra se presenta como una especie adaptada a zonas áridas, pero que no resiste las bajas temperaturas. Las plantas que logran sobrevivir sin cobertura, vuelven año

tras año a “quemarse” con las heladas, rebrotando en primavera. Esta especie presenta un 62,9% de sobrevivencia. El replante con la misma especie deberá evaluarse en función de los objetivos que se persiguen con estas especies en la faja, mantener una variedad de especies o de efectivamente construir una barrera vegetal en torno de las instalaciones del relleno.

- Lo mismo es pertinente para el resto de las especies, si no tiene buen establecimiento y desarrollo, la especie debiera ser sustituida por otra mejor adaptada (de las ya existentes en la faja o una nueva especie).
- *El Vautro o Romerilo*, mantiene una sobrevivencia de 91,1% y se perfila como una especie que podría funcionar bien, considerando que ha resistido las heladas y las altas temperaturas de verano. La especie lleva menos de un año de plantada (fue plantada en el primer trimestre del año 2017), es pertinente observar desarrollo en primavera.
- La especie *Fucsia*, aparece como la menos resistente a las condiciones ambientales del lugar. Fue plantada entre junio-julio del presente año, siendo afectada por la nieve y heladas posteriores. Los antecedentes de sobrevivencia al momento de medición arrojó un valor de 86,6%, sin embargo un recuento posterior en un tramo del segmento (una semana más tarde), revirtió este valor en 23,2% de sobrevivencia.
- Por las características de la especie (hojas no coriáceas, follaje muy sensible, quebradizo), no soporta las heladas, produciéndose la destrucción de tejidos en hojas y tallos, que pueden llevar a la muerte del ejemplar. Por otra parte, no soporta las altas temperaturas, botando las hojas en verano, cada vez que sufre stress hídrico. Por tratarse de la primera plantación con la especie, no se conoce aún la respuesta a los fuertes cambios a la que se expondrán los ejemplares, pero la experiencia en otros lugares, no propician buenos resultados para las condiciones del lugar.
- Para el caso de *Fucsia*, se recomienda no replantar con la misma especie.
- En la cabida de la faja se realizó un conteo de todos los ejemplares de *Espino* que crecen naturalmente en el área. Se determinó un total de 858 ejemplares, entre adultos y renuevos, en complemento a la plantación de la faja.
- Considerando los problemas causados por la presencia de lagomorfos, se recomienda efectuar un control más efectivo contra la población de conejos. La aplicación de cebos controlados podría ser evaluada como una medida más eficaz de control.
- Se recomienda levantar las perchas que se instalaron para posaderos de aves rapaces. Se encontraron varias en el suelo. También se sugiere que se eleven para ser vistas por las aves y usadas como miradores.
- El riego tecnificado se encuentra habilitado prácticamente en la totalidad de la faja. Se realizó cambio de los goteros y se efectúan pruebas de caudal, para asegurar la dotación de agua en todo el segmento sometido a riego.

- Se recomienda mantener el estado de limpieza logrado al interior de la faja. Los restos de insumos de replantes, contenedores o bolsas, tutores, protectores viejos, etc. retirarlos del área de desarrollo de la faja.
- Entre las especies recomendadas a replante, en sustitución de las que no han logrado establecerse y presentar buen desarrollo, se propone en primera instancia las ya plantadas como *Quillay*, *Espino* y *Pimiento*, entre las nativas. Como especie arbórea exótica, se sugiere la introducción de la especie "*Parquinsonia o Palo verde*", *Parkinsonia aculeata*, especie resistente a la sequía, buen establecimiento en zonas áridas y que no presenta daño por bajas temperaturas.
- Entre las especies arbustivas recomendadas a replante por sustitución de especie, se recomienda el *Huingán*, *Schinus polygamus*, la *Tara*, *Caesalpineia spinosa* y *Colliguay*, *Colliguaja odorífera*. Todas especies adaptadas a zonas áridas y tanto *Colliguay* como *Huingán*, crecen en forma natural en el área.
- La especie *Laurel de flor* puede ser utilizada en los replantes de especies arbustivas, especialmente en áreas abiertas, sin cobertura. Es poco tolerante a lugares más sombríos (bajo dosel).