

*Anexo II*

# CANCHA DE ACOPIO ENSAYO ARC TESTING

## CUADRO DE CONTROL DE CAMBIOS

	Realizado por	Revisado por	Toma Conocimiento
Nombre	Milton González C.	Cesar Reinoso	
Fecha	04/11/2018	04/11/2018	
Firma			

**1.0.- Objetivo**

Práctica estándar para Ubicación de fuga eléctrica en Geomembranas utilizando el método de Prueba de Arco.

Esta práctica es un estándar basado en el rendimiento para un método eléctrico para localizar fugas en Geomembranas expuestas. Para mayor claridad, esta práctica usa el término "fuga" para significar agujeros, pinchazos, rasgaduras, cortes de cuchillas, defectos de costura, grietas y brechas similares en una geomembrana instalada.

Las Geomembranas se utilizan como barreras para evitar que las sustancias que contienen se filtren desde los vertederos, estanques y otras contenciones. Para este propósito, es deseable que la geomembrana tenga tan poca fuga como sea práctico.

Los sustancias pueden contener contaminantes que, si se liberan, pueden dañar el medio ambiente. Los líquidos con fugas pueden erosionar la subrasante, causando daños adicionales. Las fugas pueden provocar la pérdida del productos, contaminación y/o impedir que la instalación cumpla el objetivo de contención.

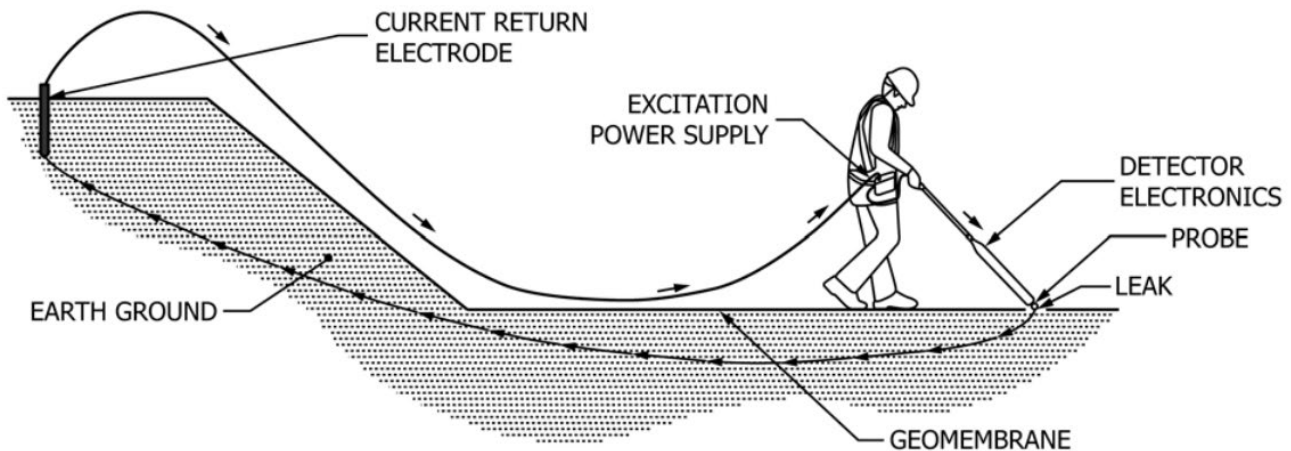


FIG. 1 Diagram of the Arc Testing Method

DIAGRAMA DE ENSAYO ARC TESTING BAJO NORMA ASTM D-7953

**2.0.- Desarrollo**

Antes de comenzar una inspección de fugas, el equipo debe verificarse para asegurarse de que funciona correctamente. La fuente de alimentación debe tener un rango de voltaje de 6,000 a 30,000 voltios. Un rango de voltaje más amplio es aceptable, pero el valor práctico máximo es típicamente de 30,000 voltios.

Una vez que el equipo ha sido revisado y cableado adecuadamente, el equipo debe ajustarse al nivel de sensibilidad apropiado de acuerdo con el espesor de la geomembrana que se está probando.



**FOTOGRAFIAS DE ENSAYO ARC TESTING BAJO NORMA ASTM D-7953 EN CANCHA DE ACOPIO**



La inspección de la ubicación de la fuga se realizará utilizando procedimientos mediante los cuales la sonda de prueba contacta con cada punto de la superficie de la geomembrana que se está estudiando en busca de fugas, descuidando el borde y otros efectos del suelo.



**FOTOGRAFIAS DE ENSAYO ARC TESTING BAJO NORMA ASTM D-7953  
EN CANCHA DE ACOPIO**

TABLE 1 Summary of Arc Testing Method

Geomembranes	Bituminous, CSPE, CPE, EIA, fPP, HDPE, LLDPE, LDPE, PVC, VLDPE	✓	applicable
	Conductive-backed Geomembrane	✓	applicable 1
Seams	All types: welded, tape, adhesive, glued and other	✓	applicable: project specific
Junctions	At synthetic pipes and accessories	✓	applicable: project specific
	At grounded conducting structures	X	not applicable
Survey	During construction phase (installation of GM)	✓	applicable
	After installation (exposed)	✓	applicable
	Slopes	✓	applicable: project specific
Climate	Insufficiently conductive subgrade	X	not applicable
	During the service life (if exposed)	✓	must be generally clean and dry
	Sunny, temperate, warm	✓	applicable
	Rainy weather	X	not applicable
	Frozen conditions	✓	applicable
Leaks detected	Discrimination between multiple leaks	✓	applicable

**TABLA DE ENSAYO ARC TESTING BAJO NORMA ASTM D-7953**

**3.0.- Resultados**

El ensayo ejecutado en dependencias de Confinor, específicamente en Cancha de Acopio N-1 y N-2 se comprobó que el revestimiento se encuentra integro, sin fallas y daño.

# DEPOSITO DE RESIDUOS PELIGROSOS N°6 CONFINOR

CUADRO DE CONTROL DE CAMBIOS			
	Realizado por	Revisado por	Toma Conocimiento
Nombre	Milton González C.	Cesar Reinoso	
Fecha	02/12/2018	02/12/2018	
Firma			

  
MILTON GONZALEZ CASANOVA  
Jefe Proyecto Zona Norte



## 1.0.- Objetivo

Para contener los residuos peligrosos el Depósito N°6, la superficie ha sido impermeabilizada con sistema de geosintéticos de polietileno de alta densidad (HDPE).

Con el propósito de verificar la integridad de la impermeabilización del Depósito N°6, se ha realizado una inspección in-situ en este sector; con los siguientes parámetros a controlar:

- Realización de calicatas, verificación Geosintéticos:
  - Malla de drenaje HDPE Geonet e=5.0 mm.
  - Barrera de separación Geotextil
  - Geomembrana inferior de polietileno de alta densidad (HDPE), espesor 060 mil (1.5 mm).
  - Geomembrana superior de polietileno de alta densidad (HDPE), espesor 060 mil (1.5 mm)
  
- Integridad de los Geosintéticos:
  - Sin presencia de daños (roturas, punzonamientos, stress cracking)
  - Costuras sin defectos, soldaduras integra.
  - Sin presencia de elementos extraños al revestimiento (piedras, basura etc.)
  - Calidad de las soldaduras mediante extracción de muestras destructivas para ensayos sobre tensiómetro.
  - Ensayo Geoelectrico revestimientos geomembranas.



En su construcción, todo el revestimientos con geomembranas HDPE fueron ensayadas mediante ensayo Arc Testing (ASTM D- 7953) para verificar la existencia de fugas.

2.0.- Inspección

Se realiza despeje de la impermeabilización para verificar la correcta instalación de las capas de Geosintéticos advirtiendo el orden de diseño de instalación.

El revestimiento de polietileno de alta densidad (HDPE) e=1.5 mm no presenta daño en su superficie, ausencia de roturas y punzonamientos. Las soldaduras realizadas permanecen uniformes e integras.

Fotografías extracción de muestras destructivas



Fotografías reparaciones en sector de extracción de muestras destructivas





**3.0.- Ensayos**

Se extraen cuatro muestras para ensayos destructivos prueba a realizar sobre tensiómetro. Del revestimiento basal (geomembrana inferior) una muestra en sector sur y otra en lado norte. Así también en el revestimiento expuesto (geomembrana superior) una muestra en sector sur y otra en lado norte.

Las resistencias de las soldaduras son ensayadas de acuerdo a Norma ASTM D-6392, los valores mínimos corresponden a lo establecido en Norma GRI-GM 19.

Los valores mínimos de resistencia mecánica para los ensayos en geomembrana de polietileno de alta densidad HDPE de espesor 060 mil (1.5 mm); corresponde a Desgarre (peel) a 91 libras, mientras que para el ensayo a cizalle (shear) el valor mínimo corresponde a 120 libras.

**Fotografías verificación de capas de geosinteticos y ensayo.**



**Calicatas realizadas en busca de posibles infiltraciones (fugas) ; así como también verificación de soldaduras mediante ensayos destructivos con resultados que cumplen requisitos mecánicos.**

Table 1(a) – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Textured High Density Polyethylene (HDPE) Geomembranes (English Units)

Geomembrane Nominal Thickness	30 mils	40 mils	50 mils	60 mils	80 mils	100 mils	120 mils
Hot Wedge Seams <sup>(1)</sup>							
shear strength <sup>(2)</sup> , lb/in.	57	80	100	120	160	200	240
shear elongation at break <sup>(3)</sup> , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength <sup>(2)</sup> , lb/in.	45	60	76	91	121	151	181
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams							
shear strength <sup>(2)</sup> , lb/in.	57	80	100	120	160	200	240
shear elongation at break <sup>(3)</sup> , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength <sup>(2)</sup> , lb/in.	39	52	65	78	104	130	156
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25

Notes for Tables 1(a) and 1(b):

1. Also for hot air and ultrasonic seaming methods
2. Value listed for shear and peel strengths are for 4 out of 5 test specimens; the 5<sup>th</sup> specimen can be as low as 80% of the listed values
3. Elongation measurements should be omitted for field testing

Table 1(b) – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Textured High Density Polyethylene (HDPE) Geomembranes (S.I. Units)

Geomembrane Nominal Thickness	0.75 mm	1.0 mm	1.25 mm	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
Hot Wedge Seams <sup>(1)</sup>							
shear strength <sup>(2)</sup> , N/25 mm.	250	350	438	525	701	876	1050
shear elongation at break <sup>(3)</sup> , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength <sup>(2)</sup> , N/25 mm	197	263	333	398	530	661	793
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams							
shear strength <sup>(2)</sup> , N/25 mm	250	350	438	525	701	876	1050
shear elongation at break <sup>(3)</sup> , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength <sup>(2)</sup> , N/25 mm	170	225	285	340	455	570	680
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25

### Tabla valores mínimos ensayos de soldaduras de Geomembranas HDPE

#### Norma GRI-GM 19

El ensayo de desgarre consiste en someter una muestra de soldadura (testigo) a un esfuerzo de tracción sobre un tensiómetro, buscando separar o abrir la soldadura; el ensayo de cizalle consiste en que el esfuerzo a las soldaduras es sometido en el sentido de instalación de la impermeabilización.

El ensayo de desgarre en testigos pertenecientes a una soldadura de máquina de cuña deben ser traccionados por ambos lados de la muestra o testigo. La velocidad de ensayo en el tensiómetro debe ser de 2 inch. /min (pulgadas por minuto) para polietileno de alta densidad HDPE.



3.1.- Resultados de los Ensayos

DEPOSITO DE RESIDUOS PELIGROSOS N°6 / CONFINOR														
Destructivo N°	Union	Espesor Geomemb.	Peel (desgarre)					Shear (Cizalle)					APRUEBA	
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	SI	NO
LAMINA SUPERIOR	SECTOR SUR	HDPE e=1,5 mm	100	104	99	105	105	131	130	128	128	127	OK	
			105	101	99	100	98						OK	
LAMINA SUPERIOR	SECTOR NORTE	HDPE e=1,5 mm	99	101	102	102	101	130	134	134	132	134	OK	
			101	103	104	103	101						OK	
PROMEDIOS			101,65					130,8					OK	
<b>NOTA:</b> ENSAYO CUMPLE CON LAS RESISTENCIAS MECANICAS DE GEOEMBRANA HDPE e=1,5 mm DE ACUERDO A NORMA GRI-GM 19														

DEPOSITO DE RESIDUOS PELIGROSOS N°6 / CONFINOR														
Destructivo N°	Union	Espesor Geomemb.	Peel (desgarre)					Shear (Cizalle)					APRUEBA	
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	SI	NO
LAMINA INFERIOR	SECTOR SUR	HDPE e=1,5 mm	97	99	101	99	98	129	132	129	133	133	OK	
			97	100	100	100	99						OK	
LAMINA INFERIOR	SECTOR NORTE	HDPE e=1,5 mm	100	104	106	104	104	132	133	139	138	138	OK	
			100	104	109	107	108						OK	
PROMEDIOS			101,8					133,6					OK	
<b>NOTA:</b> ENSAYO CUMPLE CON LAS RESISTENCIAS MECANICAS DE GEOEMBRANA HDPE e=1,5 mm DE ACUERDO A NORMA GRI-GM 19														

**4.0.- Resumen**

Durante su construcción las piscinas fueron impermeabilizadas de acuerdo a estándares para geosintéticos.

Las soldaduras realizadas en Depósito N°6, cumplen con las resistencias mecánicas requeridas en Normas y estándares. La impermeabilización de encuentra íntegra, no existiendo filtraciones de fluidos.



**Milton González Casanova**  
**Administrador de Contratos**  
**Solplas Ltda. N-6**



**MILTON GONZALEZ CASANOVA**  
Jefe Proyecto Zona Norte

# DEPOSITO DE RESIDUOS PELIGROSOS N°8 CONFINOR

CUADRO DE CONTROL DE CAMBIOS			
	Realizado por	Revisado por	Toma Conocimiento
Nombre	Milton González C.	Cesar Reinoso	
Fecha	02/12/2018	02/12/2018	
Firma			

  
MILTON GONZALEZ CASANOVA  
Jefe Proyecto Zona Norte

## 1.0.- Objetivo

Para contener los residuos peligrosos el Depósito N°8, la superficie ha sido impermeabilizada con sistema de geosintéticos de polietileno de alta densidad (HDPE).

Con el propósito de verificar la integridad de la impermeabilización del Depósito N°8, se ha realizado una inspección in-situ en este sector; con los siguientes parámetros a controlar:

- Realización de calicatas, verificación Geosintéticos:
  - Malla de drenaje HDPE Geonet e=5.0 mm.
  - Barrera de separación Geotextil
  - Geomembrana inferior de polietileno de alta densidad (HDPE), espesor 060 mil (1.5 mm).
  - Geomembrana superior de polietileno de alta densidad (HDPE), espesor 060 mil (1.5 mm)
  
- Integridad de los Geosintéticos:
  - Sin presencia de daños (roturas, punzonamientos, stress cracking)
  - Costuras sin defectos, soldaduras integrales.
  - Sin presencia de elementos extraños al revestimiento (piedras, basura etc.)
  - Calidad de las soldaduras mediante extracción de muestras destructivas para ensayos sobre tensiómetro.
  - Ensayo Geoelectrico revestimientos geomembranas.

En su construcción, todo el revestimientos con geomembranas HDPE fueron ensayadas mediante ensayo Arc Testing (ASTM D- 7953) para verificar la existencia de fugas.

## 2.0.- Inspección

Se realiza despeje de la impermeabilización para verificar la correcta instalación de las capas de Geosintéticos advirtiendo el orden de diseño de instalación.

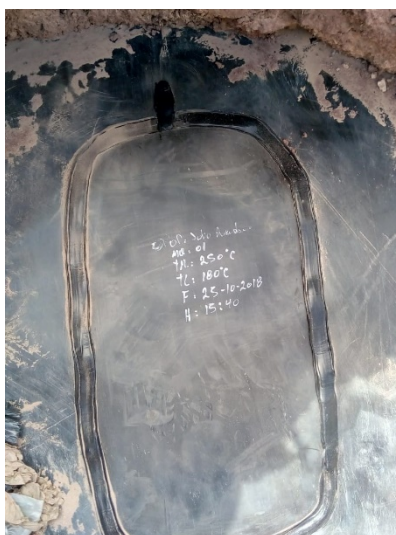
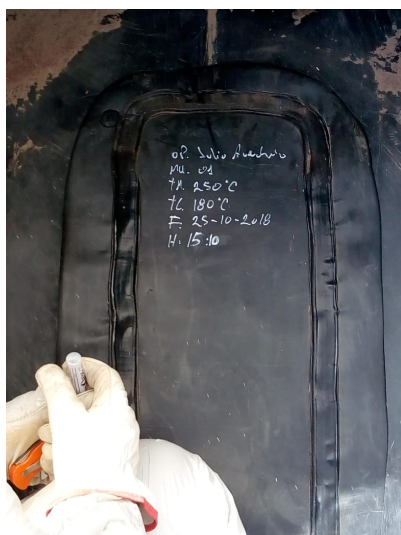
El revestimiento de polietileno de alta densidad (HDPE) e=1.5 mm no presenta daño en su superficie, ausencia de roturas y punzonamientos. Las soldaduras realizadas permanecen uniformes e integrales.



Fotografías de calicatas y extracción de muestras destructivas para ensayos de calidad.



Fotografías de toma de muestras y reparaciones mediante soldadura por extrusión.





**Calicatas realizadas en busca de posibles infiltraciones (fugas); así como también verificación de soldaduras mediante ensayos destructivos con resultados que cumplen requisitos mecánicos.**

### **3.0.- Ensayos**

Se extraen cuatro muestras para ensayos destructivos prueba a realizar sobre tensiómetro. Del revestimiento basal (geomembrana inferior) una muestra en sector sur y otra en lado norte. Así también en el revestimiento expuesto (geomembrana superior) una muestra en sector sur y otra en lado norte.

Las resistencias de las soldaduras son ensayadas de acuerdo a Norma ASTM D-6392, los valores mínimos corresponden a lo establecido en Norma GRI-GM 19.

Los valores mínimos de resistencia mecánica para los ensayos en geomembrana de polietileno de alta densidad HDPE de espesor 060 mil (1.5 mm); corresponde a Desgarre (peel) a 91 libras, mientras que para el ensayo a cizalle (shear) el valor mínimo corresponde a 120 libras.

Table 1(a) – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Textured High Density Polyethylene (HDPE) Geomembranes (English Units)

Geomembrane Nominal Thickness	30 mils	40 mils	50 mils	60 mils	80 mils	100 mils	120 mils
Hot Wedge Seams <sup>(1)</sup>							
shear strength <sup>(2)</sup> , lb/in.	57	80	100	120	160	200	240
shear elongation at break <sup>(3)</sup> , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength <sup>(2)</sup> , lb/in.	45	60	76	91	121	151	181
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams							
shear strength <sup>(2)</sup> , lb/in.	57	80	100	120	160	200	240
shear elongation at break <sup>(3)</sup> , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength <sup>(2)</sup> , lb/in.	39	52	65	78	104	130	156
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25

Notes for Tables 1(a) and 1(b):

1. Also for hot air and ultrasonic seaming methods
2. Value listed for shear and peel strengths are for 4 out of 5 test specimens; the 5<sup>th</sup> specimen can be as low as 80% of the listed values
3. Elongation measurements should be omitted for field testing

Table 1(b) – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Textured High Density Polyethylene (HDPE) Geomembranes (S.I. Units)

Geomembrane Nominal Thickness	0.75 mm	1.0 mm	1.25 mm	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
Hot Wedge Seams <sup>(1)</sup>							
shear strength <sup>(2)</sup> , N/25 mm.	250	350	438	525	701	876	1050
shear elongation at break <sup>(3)</sup> , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength <sup>(2)</sup> , N/25 mm	197	263	333	398	530	661	793
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams							
shear strength <sup>(2)</sup> , N/25 mm	250	350	438	525	701	876	1050
shear elongation at break <sup>(3)</sup> , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength <sup>(2)</sup> , N/25 mm	170	225	285	340	455	570	680
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25

El ensayo de desgarre consiste en someter una muestra de soldadura (testigo) a un esfuerzo de tracción sobre un tensiómetro, buscando separar o abrir la soldadura; el ensayo de cizalle consiste en que el esfuerzo a las soldaduras es sometido en el sentido de instalación de la impermeabilización.

El ensayo de desgarre en testigos pertenecientes a una soldadura de máquina de cuña deben





ser traccionados por ambos lados de la muestra o testigo. La velocidad de ensayo en el tensiómetro debe ser de 2 inch. /min (pulgadas por minuto) para polietileno de alta densidad HDPE.

3.1.- Resultados de los Ensayos

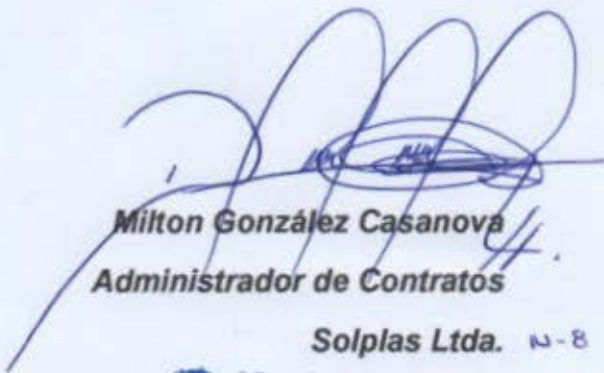
DEPOSITO DE RESIDUOS PELIGROSOS N°8 / CONFINOR														
Destructivo N°	Union	Espesor Geomemb.	Peel (desgarre)					Shear (Cizalle)					APRUEBA	
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	SI	NO
LAMINA INFERIOR	SECTOR SUR	HDPE e=1,5 mm	98	99	101	99	99	128	132	128	133	131	OK	
			97	100	99	100	100						OK	
LAMINA INFERIOR	SECTOR NORTE	HDPE e=1,5 mm	99	104	106	104	102	129	133	137	138	137	OK	
			98	104	109	106	108						OK	
PROMEDIOS			101,6					132,6					OK	
<b>NOTA:</b> ENSAYO CUMPLE CON LAS RESISTENCIAS MECANICAS DE GEOEMBRANA HDPE e=1,5 mm DE ACUERDO A NORMA GRI-GM 19														

DEPOSITO DE RESIDUOS PELIGROSOS N°8 / CONFINOR														
Destructivo N°	Union	Espesor Geomemb.	Peel (desgarre)					Shear (Cizalle)					APRUEBA	
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	SI	NO
LAMINA SUPERIOR	SECTOR SUR	HDPE e=1,5 mm	99	104	99	105	105	132	130	128	128	128	OK	
			104	101	99	100	98						OK	
LAMINA SUPERIOR	SECTOR NORTE	HDPE e=1,5 mm	100	101	100	102	100	129	132	134	132	132	OK	
			102	103	104	103	100						OK	
PROMEDIOS			101,45					130,5					OK	
<b>NOTA:</b> ENSAYO CUMPLE CON LAS RESISTENCIAS MECANICAS DE GEOEMBRANA HDPE e=1,5 mm DE ACUERDO A NORMA GRI-GM 19														

**4.0.- Resumen**

Durante su construcción las piscinas fueron impermeabilizadas de acuerdo a estándares para geosintéticos.

Las soldaduras realizadas en Depósito N°8, cumplen con las resistencias mecánicas requeridas en Normas y estándares. La impermeabilización de encuentra íntegra, no existiendo filtraciones de fluidos.



**Milton González Casanova**  
**Administrador de Contratos**  
**Solplas Ltda. N-8**



**MILTON GONZALEZ CASANOVA**  
**Jefe Proyecto Zona Norte**

*Anexo III*



## SERVICIO DE TOMA DE MUESTRAS DE SUELO

**Mandante: Confinor S.A.**

**Fecha: 6 de Diciembre del 2018**

Elaborado: Txomin Larregaray, Ingeniero Químico

## 1. Introducción

El muestreo de suelo, etapa preliminar al análisis de sus características físicas, químicas y/o biológicas, corresponde a una actividad de primer orden para la obtención de muestras no contaminadas y representativas. Los posteriores ensayos de laboratorio para determinar sus principales características se traducirán en resultados confiables y representativos del lugar de donde fueron extraídas.

El suelo es la parte más superficial de la litosfera y está constituido por una mezcla variable de partículas minerales, materia orgánica, agua y otros constituyentes. La interacción del agua, del aire o bien de las actividades humanas con el suelo, ejercerán una clara influencia sobre la composición de este.

La empresa **Confinor S.A.** ha encargado la toma de muestras de suelo al interior de sus instalaciones y al exterior, con el fin de realizar un análisis mineralógico sobre ellas y proyectar, en base a los resultados de laboratorio, eventuales aportaciones en la composición de metales pesados y otros en la matriz suelo natural por las actividades rutinarias desarrolladas en el CMRI.

## 2. Metodología

Los puntos de muestreo se definieron al interior del CMRI y al exterior. Al mismo tiempo se establecieron tres puntos, situados a una distancia de 3 a 4 km al centro de la actual celda de seguridad, a modo de control (sur, este, oeste de CMRI).

Para proceder al muestro, se uso una pala de punta en acero, que fue limpiada a cada toma de muestra, una espátula en acero inoxidable, una carpeta en HDPE para la homogeneización de la muestra, bolsas plásticas para el almacenamiento de la muestra, y un sello por cada muestra.

La campaña de muestreo se realizó el día 27 de noviembre y tuvo una duración aproximada de 4 horas. Las condiciones meteorológicas del día mostraron un día despejado, humedad del 74%, temperatura de 15,3 °C y una presión atmosférica de 974 hPa, datos obtenidos de estación Copiapó de la Universidad de Atacama.

Por intermedio de la espátula, se eliminó la capa superficial del muestreo (alrededor de 2cm) para evitar que los resultados de análisis se vieran afectados por actividad de menos de 3 horas.

Mediante la pala de punta, se hizo una calicata de 0.3 m de diámetro y con una profundidad de 10 centímetros máximo.

El producto de la calicata se almacenó sobre la carpeta de HDPE para permitir homogenizar la muestra. La muestra pesó 2kg aproximadamente.

Para permitir de tener muestra de 500 g, se usó el método de roleo y cuarteo, en la que consiste a mezclar la muestra y a cuartear en forma de X. Se seleccionó, 2 secciones opuestas que nuevamente fueron mezclados y cuarteados, hasta dejar una cantidad equivalente a 2 x 500 g y que corresponderá a la muestra compuesta.

Al mismo tiempo se tomó una muestra del material denominado “yeso” que se dispone finalmente en las celdas de seguridad que opera Confinor S.A. y una muestra al interior de la celda de seguridad N°8 en operación.

Para cada una de las muestras se almacenó una contra muestra de respaldo y la otra se envió a laboratorio externo local para analizar la composición de metales y determinar el pH.

Se tomó, en total, 10 muestras de suelo (7 estaciones más tres controles), identificadas y georreferenciadas en anexo 1 y una muestra de “yeso”.

Las muestra N°1 correspondió a suelo de la celda N°8, la muestra N°2 a suelo de la zona segura, las muestras 3 a 7 a suelo al exterior del CMRI situadas a en promedio a 600 m del centro de la celda de seguridad en funcionamiento. Los controles fueron Control Este, Control Oeste y Control S. No se extrajo muestras al norte del CMRI ya que se encuentra la Sierra Jesús María, de una cota mayor y fuerte pendiente para su acceso. La muestra 8 correspondió a la sustancia denominada “yeso”.

La figura muestra la ubicación de las estaciones desde las cuales se extrajeron las muestras de suelo:



Figura 1: Estaciones de extracción de muestras de suelo

La Tabla I muestra las estaciones de extracción de muestras de suelo georeferenciadas en Datum WGS84 huso 19J:

Tabla I: Estaciones y ubicación georeferenciada		
Estación	Este	Norte
<b>M1</b>	361627	6959283
<b>M2</b>	361575	6958995
<b>M3</b>	362100	6959509
<b>M4</b>	362164	6959140
<b>M5</b>	362044	6958740
<b>M6</b>	361162	6958911
<b>M7</b>	361086	6959261
<b>CO</b>	357034	6959074
<b>CE</b>	364632	6959208
<b>CS</b>	359844	6956540



Las muestras fueron enviadas a laboratorio INTERTECK, quien realizó los respectivos ensayos sobre cada una de las muestras enviadas y gestionó la obtención de los resultados (**Anexo II**)

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a final flourish that ends in a small circle.

Txomin Larregaray, Ingeniero Químico

***Anexo I***



**Fotografía 1:** punto de extracción muestra 1



**Fotografía 2:** lugar de extracción muestra 2





**Fotografía 3:** punto y lugar de extracción muestra 3



**Fotografía 4:** punto y lugar de extracción muestra 4





**Fotografía 5:** punto y lugar de extracción muestra 5





**Fotografía 6:** punto y lugar de extracción muestra 6.



**Fotografía 7:** punto y lugar de extracción muestra 7.





**Fotografía 8:** punto y lugar de extracción muestra control este.



**Fotografía 9:** punto y lugar de extracción muestra control oeste.





**Fotografía 10:** punto y lugar de extracción muestra control sur.

*A nexo II*

# MINERALES

## INFORME DE ENSAYO

**Nro:** VL044377

**Ciente:** CONFINOR S.A.  
Mario Sánchez Fontecilla 548-B Las Condes, SANTIAGO  
MAYED LLARLLURI

**Núm. Reporte:** VL044377  
**Lote / Ref:**

**Fecha Recepción:** noviembre 28, 2018  
**Fecha de Análisis:** diciembre 04, 2018  
**Fecha de Reporte:** diciembre 06, 2018

**Nro. Muestras:** 11  
**Tipo Muestras:** Roca

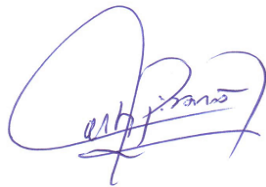
**Proyecto:**  
**Guía:**

**Notas:**

N.S.= No solicitado análisis  
I.M. = Insuficiente muestra  
M.N.R.=Muestra no recibida según requerimientos  
M.R.N.=Muestra recibida sin listado

**Observaciones:**

**Aprobado por:** Intertek Caleb Brett Chile S.A.  
Laboratorio Copiapó  
Pasaje 6, Acera Sur 7084, Barrio Industrial Paipote  
Copiapó - Chile  
Tel.: +56 (52) 524 620  
www.intertek.cl



**Firma:**  
**Nombre:** Carlos Pizarro A.  
**Cargo:** Gerente de Laboratorio Copiapó

El presente informe de ensayo es aplicable a las muestras que fueron entregadas por el cliente o por una tercera parte designada por este. Los resultados reportados no son válidos para intercambios comerciales y sólo están relacionados a las muestras recibidas y testeadas. Este informe fue preparado exclusivamente para ser usado por el cliente detallado en el reporte. Intertek no se hace responsable por alguna pérdida o daño provocado por una tercera parte que de uso a este reporte. Todos los servicios realizados por Intertek Caleb Brett Chile S.A. siguen los criterios establecidos en nuestros términos y condiciones disponibles en el siguiente sitio web. <http://www.intertek.com/terms/>

**NO FOTOCOPIAR**



Rev02 05/07/2018 050506.RP1







# MINERALES

## INFORME DE ENSAYO

**Nro:** VL044377

Referencia:

**Código Método:** VIGA-133

Determinación de pH por potenciometría (pH-metro).

**Código Método:** ICP-IC20

Análisis de multielementos mediante el uso de ICP-OES. Se pesan 2.5g de muestra, se ataca con 4 ácidos y se lleva a un volumen final de 50 ml.

**Código Método:** ICP-IC100

Determinación multielemento mediante el uso de un ICP-OES. Para ello se pesa 0.5 g de muestra, se ataca con 4 ácidos y se lleva a un volumen final de 50ml (Matriz: 25% HCl)



Rev02 05/07/2018

050506.RP1



ISO 9001:2008  
Certificate Number: 47944



# MINERALES

## INFORME DE ENSAYO

Nro: VL044377

Ref:

Nº	Identificación Muestras	Elemento Unidad L. de D. Método	Ag	Al	As	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na
			ppm 1 ICP-IC100	% 0.01 ICP-IC100	ppm 100 ICP-IC100	ppm 5 ICP-IC100	ppm 20 ICP-IC100	% 0.01 ICP-IC100	ppm 5 ICP-IC100	ppm 20 ICP-IC100	ppm 5 ICP-IC100	ppm 3 ICP-IC100	% 0.01 ICP-IC100	ppm 50 ICP-IC100	% 0.01 ICP-IC100	ppm 5 ICP-IC100	% 0.01 ICP-IC100	ppm 2 ICP-IC100	ppm 20 ICP-IC100	% 0.01 ICP-IC100
001	Muestra 1		1	7.02	< 100	1423	< 20	3.97	6	26	233	927	6.54	< 50	1.94	21	1.12	1134	< 20	3.10
002	Muestra 2		< 1	7.41	< 100	1372	< 20	2.30	< 5	< 20	401	95	2.03	< 50	2.30	12	0.60	321	< 20	3.97
003	Muestra 3		< 1	6.96	< 100	814	< 20	5.39	< 5	< 20	233	88	3.40	< 50	1.67	18	1.55	627	< 20	2.84
004	Muestra 4		< 1	7.50	< 100	1223	< 20	2.60	< 5	< 20	303	64	2.26	< 50	2.13	12	0.79	424	< 20	3.65
005	Muestra 5		< 1	7.34	< 100	1111	< 20	4.72	< 5	24	100	240	7.78	< 50	1.56	10	1.26	566	< 20	3.57
006	Muestra 6		< 1	7.27	< 100	1195	< 20	3.65	< 5	< 20	252	66	3.60	< 50	1.65	18	1.40	679	< 20	3.38
007	Muestra 7		< 1	7.19	< 100	1206	< 20	3.59	< 5	< 20	254	67	3.67	< 50	1.59	19	1.40	675	< 20	3.40
008	Contra Muestra Yeso		1	0.30	5989	130	20	20.50	153	< 20	20	5559	0.55	< 50	0.54	10	0.20	733	< 20	1.75
009	Control E		< 1	7.91	< 100	1366	< 20	2.41	< 5	< 20	112	258	4.49	< 50	2.20	11	1.04	519	45	3.74
010	Control O		< 1	8.26	< 100	1400	< 20	4.07	< 5	< 20	173	127	3.33	< 50	1.77	14	1.14	564	< 20	3.69
011	Control S		< 1	7.31	< 100	1238	< 20	3.91	< 5	< 20	160	129	3.71	< 50	1.60	15	1.24	696	< 20	3.15



Rev02 05/07/2018

050506.RP1



ISO 9001:2008  
Certificate Number: 47944



Ni ppm 20 ICP-IC100	P % 0.05 ICP-IC100	Pb ppm 100 ICP-IC100	S % 0.05 ICP-IC100	Sb ppm 100 ICP-IC100	Sr ppm 1 ICP-IC100	Te ppm 100 ICP-IC100	Ti % 0.01 ICP-IC100	V ppm 1 ICP-IC100	W ppm 100 ICP-IC100	Y ppm 1 ICP-IC100	Zn ppm 5 ICP-IC100	pH N/A 0 VIGA-133
39	0.13	< 100	1.94	< 100	357	< 100	0.34	95	< 100	13	380	7.17
< 20	0.06	< 100	< 0.05	< 100	275	< 100	0.19	50	< 100	11	26	8.37
< 20	0.17	< 100	0.06	< 100	292	< 100	0.34	89	< 100	17	51	8.41
< 20	0.11	< 100	< 0.05	< 100	264	< 100	0.23	59	< 100	13	34	8.46
< 20	0.15	< 100	0.13	< 100	378	< 100	0.49	224	< 100	17	34	8.14
20	0.19	< 100	0.06	< 100	332	< 100	0.37	96	< 100	18	53	8.52
20	0.20	< 100	0.06	< 100	339	< 100	0.37	96	< 100	17	55	8.25
< 20	< 0.05	< 100	10.80	110	190	< 100	0.02	32	< 100	1	14980	7.72
< 20	0.15	< 100	0.17	< 100	242	< 100	0.33	105	< 100	20	80	8.44
< 20	0.16	< 100	0.19	< 100	433	< 100	0.31	100	< 100	16	91	8.45
< 20	0.16	< 100	0.10	< 100	380	< 100	0.36	108	< 100	17	55	8.46





# MINERALES

## INFORME DE ENSAYO

**Nro: VL044377**

Ref:

Nº	Identificación Muestras	Elemento Unidad L. de D. Método	Ag ppm 1	Al % 0.01	As ppm 100	Ba ppm 5	Bi ppm 20	Ca % 0.01	Cd ppm 5	Co ppm 20	Cr ppm 5	Cu ppm 3	Fe % 0.01	Ga ppm 50	K % 0.01	Li ppm 5	Mg % 0.01	Mn ppm 2	Mo ppm 20	Na % 0.01	Ni ppm 20	P % 0.05	Pb ppm 100	S % 0.05
	<b>BLANCOS</b>																							
001	BLANCO		< 1	< 0.01	< 100	< 5	< 20	< 0.01	< 5	< 20	< 5	< 3	< 0.01	< 50	< 0.01	< 5	< 0.01	< 2	< 20	< 0.01	< 20	< 0.05	< 100	< 0.05
002	BLANCO R		< 1	< 0.01	< 100	< 5	< 20	< 0.01	< 5	< 20	< 5	< 3	< 0.01	< 50	< 0.01	< 5	< 0.01	< 2	< 20	< 0.01	< 20	< 0.05	< 100	< 0.05
	<b>DUPLICADOS</b>																							
001	Control O		< 1	8.26	< 100	1400	< 20	4.07	< 5	< 20	173	127	3.33	< 50	1.77	14	1.14	564	< 20	3.69	< 20	0.16	< 100	0.19
002	Control ODP		< 1	8.24	< 100	1430	< 20	4.15	< 5	< 20	170	121	3.25	< 50	1.72	13	1.15	560	< 20	3.69	< 20	0.16	< 100	0.18
	<b>ESTANDARES</b>																							
001	STD		2	5.59	< 100	620	< 20	1.50	< 5	125	154	10550	14.99	< 50	2.97	18	1.59	1198	< 20	1.30	85	0.10	< 100	3.00



Rev02 05/07/2018 050506.RP1



ISO 9001:2008  
Certificate Number: 47944





Sb ppm 100	Sr ppm 1	Te ppm 100	Ti % 0.01	V ppm 1	W ppm 100	Y ppm 1	Zn ppm 5	pH N/A 0
ICP-IC100	CP-IC100	CP-IC100	CP-IC100	CP-IC100	CP-IC100	CP-IC100	CP-IC100	VIGA-133
< 100	< 1	< 100	< 0.01	< 1	< 100	< 1	< 5	7.02
< 100	< 1	< 100	< 0.01	< 1	< 100	< 1	< 5	7.02
< 100	433	< 100	0.31	100	< 100	16	91	8.45
< 100	429	< 100	0.30	99	< 100	16	88	8.45
< 100	80	< 100	0.19	76	< 100	13	65	



*Anexo IV*

Estado de la componente Flora, Fauna y vegetación  
en el área de influencia de la Planta de Residuos  
Peligrosos CONFINOR S.A.



Elaborado por: Andrea Soumastre D

Fecha de elaboración: 10 de octubre del 2018

## Índice

1.- Introducción .....	1
2.- Objetivos .....	1
2.1. General.....	1
2.2. Específicos.....	1
3.- Metodología .....	2
4.- Definición del área de Estudio .....	7
4.1. Elemento Flora y vegetación.....	12
4.2. Elemento Fauna .....	15
5.- Resultados de terreno actual.....	17
5.1. Flora.....	17
5.1.1.- Conclusiones Flora y vegetación .....	25
5.2. Fauna.....	26
5.2.1 Conclusiones Fauna.....	28
6.- Sugerencias.....	29
7.- Referencias Bibliográficas.....	30



## **1.- Introducción**

El presente informe corresponde a los resultados de la prospección del área de emplazamiento de la Planta de Residuos Peligrosos CMRI de CONFINOR S.A. en vías de verificar el estado de evolución de la componente flora y fauna dada la cercanía a las actividades típicas desarrolladas en la instalación.

La información recabada tanto en literatura especializada, línea base del proyecto y los hallazgos verificados en terreno, permitirá establecer el estado de la componente, verificar su evolución en función de las características propias de la zona ecológica en que está inserta y establecer eventuales efectos que pudiesen tener las actividades que en el centro se desarrollan.

El CMRI corresponde a una instalación de disposición final de residuos peligrosos y beneficio de residuos con minerales ubicada en sector llano seco, comuna de Copiapó que desde el 2010 se dedica a la recepción de diversos tipos de residuos sólidos peligrosos que son registrados, pesados y dispuestos finalmente en celdas de seguridad en donde son aterrados.

## **2.- Objetivos**

### **2.1. General**

Establecer la situación actual de la componente flora y fauna en el área de influencia del CMRI de Confinor S.A.

### **2.2. Específicos**

- Recopilar y analizar antecedentes bibliográficos de la zona de estudio.
  
- Analizar los estudios de línea base e identificar las medidas de mitigación, restauración y reparación desarrolladas en el Estudio de Impacto Ambiental y habilitación del CMRI.
- Identificar y caracterizar la flora y vegetación que se encuentra asociada al área de influencia del proyecto.
- Comparar resultados de la identificación y caracterización con antecedentes base y bibliográficos.
- Establecer el grado de evolución de la componente en el entorno del CMRI según lo esperado para la zona ecológica en que está inserta.

### 3.- Metodología

Se realizó un estudio prospectivo que consistió en un muestreo cualitativo observacional tanto de formaciones vegetacionales y flora como de fauna (reptiles, aves, mamíferos), en toda el área de influencia del Proyecto mediante recorridos amplios. Dada la sequedad del ambiente se descartó la presencia de anfibios.

La metodología para describir y representar las comunidades vegetales fue el de Cuadrantes. Esta metodología está dirigida a la evaluación de la composición de especie y permite además, describir la pérdida de individuos o ejemplaras de flora. También es empleada para detectar invasión de ejemplares, y evaluar modificaciones de la composición florística de una comunidad. Permite también detectar Modificación o pérdida de hábitat (SEA, 2015).

A través de la aplicación de esta metodología se busca proporcionar una representación estructural de la flora, vegetación, y fauna en su estado actual y de sus especies dominantes.

El trabajo de terreno consistió en una descripción de la flora y fauna para lo cual se realizó una campaña de terreno el día 09 de Noviembre del 2018. Fueron prospectadas dos sectores, estas fueron: **área de influencia directa (AID)** que corresponde al sector de emplazamiento de la Planta de Residuos Peligrosos CONFINOR S.A y un **área de influencia Indirecta (All)** (Figura 1), que corresponde al entorno que pudiese verse afectado por el material particulado generado por el movimiento de tierra, camiones y maquinarias utilizadas en las excavaciones.

El área de **influencia directa** tiene una superficie de 27,9 ha, a su vez cuenta con una subdivisión que separa el área en dos zonas; estas corresponde a la **Zona peligrosa** con una superficie de 24,18 ha. Y una **zona Segura** con una superficie de 2,85 ha.

Se definieron cuadrantes los cuales fueron medidos con huincha de medir (los cuadrantes tuvieron una superficie de 4 m<sup>2</sup>, siguiendo lo recomendado por la guía de Ecosistemas terrestres, la superficie de 4 m<sup>2</sup> se recomienda en caso de coberturas de herbáceas y arbustos de baja altura, se considera la más apropiada dada la composición florística del sector. Se realizaron en total de 52 cuadrantes). En cada cuadrante se registraron las especies presentes lo que fue precisado para estimarla frecuencia de ocurrencia (%) de las mismas.

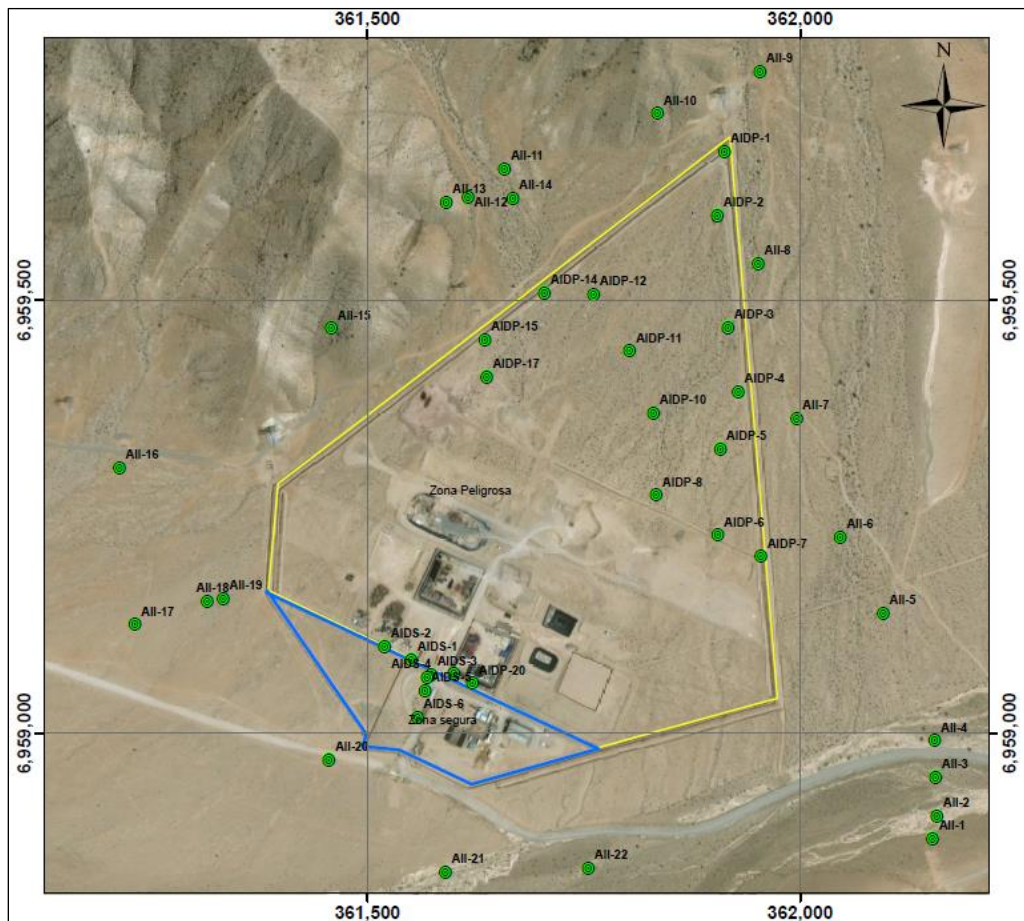
Cada uno de los puntos de muestreo fue georreferenciado Mediante GPS en sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) Datum WGS 84. Por tanto, cada punto de muestreo representa una unidad muestral, las coordenadas se resumen en la Tabla I y la localización de las estaciones se muestra en la **Figura 1**.

**Tabla I** Puntos de muestreo expresados en Coordenadas UTM. Datum WGS84. AII: Área de Influencia Indirecta; AIDP: Área de Influencia Directa zona Peligrosa; AIDS: Área de Influencia Directa Zona Segura.

**Tabla I: Puntos de muestreo** (Datum 19 J WGS 84)

Punto	UTM Norte	UTM Este
AII-1	6958878.36	362152.833
AII-2	6958904.34	362157.784
AII-3	6958949.2	362156.186
AII-4	6958991.18	362155.027
AII-5	6959137.98	362095.473
AII-6	6959225.85	362046.263
AII-7	6959363.22	361995.501
AII-8	6959541.33	361951.204
AII-9	6959763.74	361953.347
AII-10	6959714.97	361834.719
AII-11	6959651.38	361658.245
AII-12	6959618.03	361616.130
AII-13	6959612.51	361591.095
AII-14	6959616.92	361667.729
AII-15	6959467.07	361458.139
AII-16	6959306.19	361213.211
AII-17	6959125.13	361231.050
AII-18	6959152.34	361314.958
AII-19	6959155.42	361333.004
AII-20	6958969.22	361455.364
AII-21	6958839.22	361589.842
AII-22	6958844.18	361755.005
AIDP-1	6959670.75	361912.192
AIDP-2	6959597.75	361904.027
AIDP-3	6959468.14	361916.154
AIDP-4	6959393.93	361928.255
AIDP-5	6959328.11	361907.353
AIDP-6	6959228.46	361904.623
AIDP-7	6959203.76	361954.507
AIDP-8	6959274.42	361833.454
AIDP-9	6959328.95	361834.62
AIDP-10	6959368.79	361830.212
AIDP-11	6959440.6	361802.823
AIDP-12	6959506.28	361760.975
AIDP-13	6959524.22	361720.75
AIDP-14	6959508.19	361704.332
AIDP-15	6959453.45	361635.381
AIDP-16	6959425.85	361644.19

AIDP-17	6959411.27	361637.439
AIDP-18	6959407.39	361569
AIDP-19	6959068.8	361599.798
AIDP-20	6959057.3	361621.074
AIDS-1	6959084.75	361550.602
AIDS-2	6959100.14	361519.799
AIDS-3	6959067.17	361573.337
AIDS-4	6959064.02	361568.826
AIDS-5	6959048.59	361566.233
AIDS-6	6959018.24	361557.581
AIDS-7	6958979.201	361555.640
AIDS-8	6958985.14	361589.28
AIDS-9	6958984.21	361595.32
AIDS-10	6959036.34	361608.21



**Figura 1:** Localización de los puntos de muestreo. AII: Área de Influencia Indirecta; AIDP: Área de Influencia Directa zona Peligrosa; AIDS: Área de Influencia Directa Zona Segura.



En cada punto se obtuvo un registro fotográfico y se tomaron muestras para la posterior identificación de los ejemplares florísticos. Por otra parte, mediante el recorrido realizado y en cada punto evaluado se buscó mediante la observación la detección de especies de la fauna presentes en el área de interés.

Una vez identificadas las especies presentes se determinó su forma biológica, origen (Endémica, Nativa no endémica y Advena) y su estado de conservación.

Para la clasificación de las especies, se empleó el catálogo de la flora vascular de Chile Marticorena, y Quezada. (1985); Marticorena y Rodríguez (1995, 2001 y 2003). Por su parte, la identificación del estado de conservación de las especies de flora se basó en el Libro Rojo de la Flora de Chile (Benoit, 1989) y el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los sitios prioritarios para su conservación; Región Atacama (Squeo *et al.*, 2008).

Una vez obtenida el listado de las especies de flora y fauna observadas en las dos áreas de interés, se realizó una comparación con la información base generada por la Línea de Base del proyecto así como los antecedentes proporcionados por la RCA Resol Ex.181 con fecha 11 de Junio, 2008. La cual entrega el listado de especies de flora y fauna registrada previo a la materialización del proyecto.

Posteriormente se confeccionó una tabla resumen que incorporó la presencia de las especies en los dos sectores muestreados, para los dos periodos de estudios, Línea de Base 2007 y los resultados de la actual campaña.

Se calculó la similitud florística entre los sectores utilizando el índice de similitud de Jaccard (Sáiz 1980), y se realizó el análisis de conglomerado o de clasificación, con el método de la media ponderada, como estrategia aglomerativa (UPGMA). Esta prueba ha sido aplicada también para evaluar la biodiversidad vegetal terrestre en el Estero Walker (Región de Aysén, Chile) Ramírez *et al.*, 2014.

Según lo anterior se definió lo siguiente por elemento de la componente:

## **Fauna**

Para enmarcar el estudio de las especies en la zona se recurrió a la recopilación de antecedentes señalados a continuación: Campos, H. 1995. Mamíferos terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones, CONAF, 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. A. Glade (ed.), Corporación Nacional Forestal, Segunda Edición, 65 p., DEPROREN. 1998. Cartilla de caza. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura. Primera Edición, 84 p, Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. 458 p.; Miller, S. y J. Rottmann. 1976, y la Línea base biológica del proyecto “Centro de Manejo de Residuos Industriales, Región de Atacama”

**Reptiles:** Para detectar la presencia de reptiles se realizaron búsquedas en los ambientes frecuentados por herpetozoos. Estas búsquedas se efectuaron en las diferentes áreas identificadas, con el objetivo de determinar las especies asociadas a cada uno de estos ambientes. Para ello se realizaron observaciones mediante barrido del área y búsquedas específicas bajo rocas y matorrales.

**Aves:** Para la localización de los ejemplares se utilizó el avistamiento directo, empleando binoculares, en conjunto con el reconocimiento de vocalizaciones como cantos y/o gritos, además de la localización e identificación de plumas y/o nidos.

**Mamíferos:** Para la localización e identificación de mamíferos se recurrió al empleo de algunas técnicas indirectas como la localización e identificación de fecas, huellas, madrigueras y restos óseos, entre otros y, eventualmente, la observación visual de ejemplares.

**Distribución:** Para establecer la distribución de la fauna, y en gran medida la fauna potencial del área de influencia del Proyecto, se estableció un sólo ambiente, considerando principalmente el tipo de vegetación predominante y la ausencia de cursos de agua. Este ambiente correspondió a Desierto, único ambiente presente en el área caracterizado por la escasa vegetación y la inexistencia de cursos de agua superficiales.

Para cada una de las especies se estableció su endemismo a nivel nacional, es decir, si corresponden a especies exclusivas de Chile.

La presencia de especies ubicadas en alguna categoría de conservación, fue identificada según lo que establece la Ley N° 19.473 de caza, captura, vedas y otras disposiciones relacionadas de 1996, además de lo propuesto en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (Decreto Supremo N° 75, año 2005) y por los procesos 1º, 2º, 3º y 4º de clasificación de especies, a través de los decretos D.S. 50/2008, D.S 51/2008, D.S.151/2006, D.S.23/2009 que oficializan dichos procesos. De este modo los apartados consultados fueron: Inventario de Especies del Ministerio de Medio ambiente, además del Listado de Clasificación de Especies en estado conservación del Ministerio de Medio Ambiente.

### **Flora y vegetación**

Dada la aridez del área de estudio, se hizo hincapié en la búsqueda de restos vegetales que evidenciaran formas de vida vegetal de carácter anual u otro, que hubiesen habitado la zona bajo condiciones climáticas estacionales mejores.

Asimismo se realizó una revisión bibliográfica sobre el área de estudio con el objeto de constatar registros o descripciones anteriores para esta zona. La caracterización vegetacional del área sigue el trabajo de Gajardo (1995), revisándose además a Teillier *et al.* (1998) y el estudio de Belmonte *et al.* (1998) por los tipos de cactáceas que pudieran habitar en o en las cercanías del área de influencia del Proyecto. También se consultó otras biografías relacionadas al tema como: Belmonte, E., L. Faúndez, J. Flores, A. Hoffmann, M. Muñoz, S. Teillier. 1998. Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Vol.47:69-89., Gajardo, R. 1995. La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Segunda Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 p., Teillier, S., H. Zepeda, P. García. 1998. Flores del Desierto Chileno. Marisa Cuneo Ediciones. 112 p., y la Línea base biológica del proyecto “Centro de Manejo de Residuos Industriales, Región de Atacama”

#### **4.- Definición del área de Estudio**

Las instalaciones del Centro de Manejo de Residuos Industriales, de la empresa CONFIRNOR S.A se emplazan en la Región de Atacama, Provincia y Comuna de Copiapó, en el sector de Llano Seco-Portezuelo Cardones, al pie de la ladera Sur de la Sierra Jesús María, aproximadamente a 1

km. al noreste de la Ruta 5, a 20 km. al sur de Copiapó. Se accede al lugar a través de la ruta C-404 que sale en dirección norte desde la Ruta 5.

Los vértices del sector de emplazamiento de la propiedad de Confinor S.A se resumen en la Tabla II. La **Figura 2** muestra la representación cartográfica del CMRI y vista satelital de sus instalaciones y perímetro:

**Tabla II** Vértices correspondientes al Terreno de propiedad de Confinor S.A. (Datum 19J PSAD 56).

Vértice	UTM Este	UTM Norte
V-1	361.107,634	6.959.721,565
V-2	361.582,723	6.959.661,985
V-3	362.100,005	6.959.958,681
V-4	362.155,117	6.959.416,780
V-5	361.800,003	6.959.318,144
V-6	361.746,740	6.959.343,453
V-7	361.692,058	6.959.358,461
V-8	361.626,658	6.959.370,548
V-9	361.458,010	6.959.420,996
V-10	361.281,966	6.959.482,508
V-11	361.193,465	6.959.515,686
V-12	361.117,225	6.959.541,386
V-13	361.047,140	6.959.559,661
V-14	360.960,527	6.959.586,059

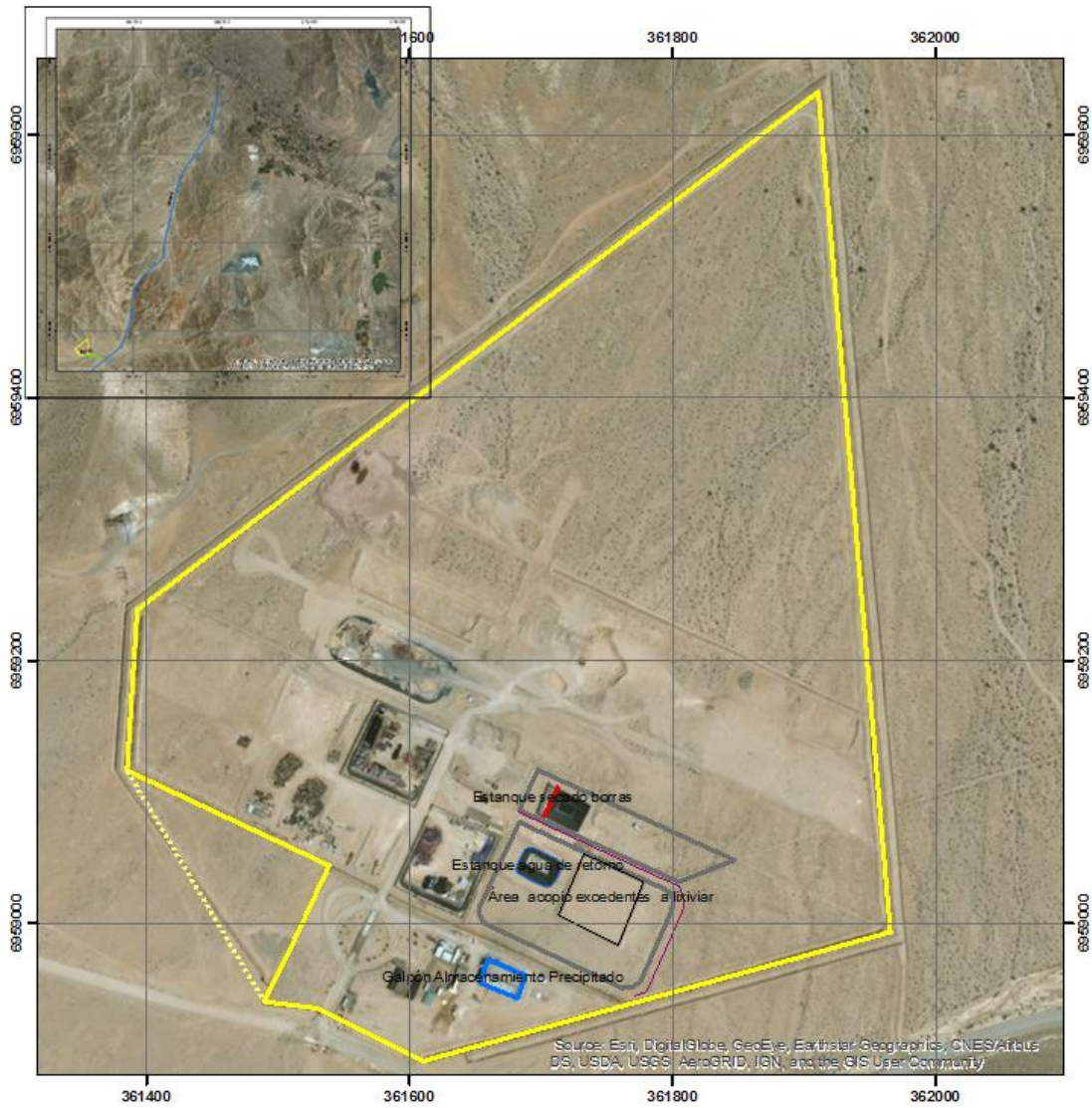


Figura 2: Representación cartográfica del CMRI e instalaciones existentes



## Clima

En la Región de Atacama se presentan básicamente climas de tipo desértico, destacándose tres variaciones de esta condición: una en el sector costero, con influencias marítimas en lo que se denomina clima desértico con nublados abundantes; otra en la pampa intermedia, denominada clima desértico marginal bajo; y, por último, el sector cordillerano con incremento de las precipitaciones y régimen térmico frío, denominado clima desértico marginal de altura.

El clima en la zona de emplazamiento de la planta corresponde al de la mayor parte de la Región de Atacama, dominando el clima desértico marginal bajo con influencia marítima menor.

La amplitud térmica en esta zona es mucho mayor que la observada en el litoral. La diferencia entre el mes más cálido y el más frío es de 7° a 8°C en Copiapó y Vallenar (en la zona costera se estima esta diferencia inferior a 6°C).

Las zonas con este clima, se ubican bajo el nivel de la inversión de temperatura, con temperaturas moderadas y humedad suficiente para permitir la generación de algún tipo de vegetación de estepa en los sectores bajos.

## Precipitaciones

Las precipitaciones aumentan con la latitud y con la altura, concentrándose en los meses de invierno. Las precipitaciones máxima mensuales entre 2013 al 2015 se movieron entre los 2,5 mm en julio y los 25,3 mm en marzo, respectivamente. Este último fenómeno se manifestó especialmente de manera diferente, dado que en un evento normal, la isoterma 0 °C está a entre 1.000 y 2.000 metros de altura (la precipitación se queda en el lugar como nieve). En este caso (marzo 2015), la cordillera nevada partió sobre los 3.500 metros, e incluso a los 5.000 m, por lo tanto, la precipitación no se acumuló y sólo escurrió, lo que produjo el evento desastroso para la cuenca del río Copiapó. El **CMRI** se encuentra aproximadamente a una cota de **720 msnm**, en sector llano seco, que representa una quebrada que corre de N a SE y que no se vio afectada mayormente por dicho fenómeno. El CMRI dista **12 km** aproximadamente de la ciudad de Copiapó

De la II a la IV regiones se mantienen superávits que superan, en muchos casos, el 100%. Desde el río Copiapó hasta el Tinguiririca, los caudales actuales son todos superiores o a lo menos similares a los de septiembre de 2014.

En cuanto a aguas subterráneas, en la zona intermedia que va desde el embalse Lautaro y hasta la ciudad de Copiapó, existe un importante descenso en la napa la cual se ha estabilizado después de las últimas lluvias (2015). De igual forma existen en esta zona varios pozos que han quedado secos.

La evaporación de tanque es alta y muestra un valor anual de 3106 mm/año en Estación Los Loros entre 1976 y 1980. En la tabla se muestra la evaporación de bandeja mensual en mm, para estación Embalse Lautaro en el mismo periodo:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual (mm)	Valor medio (mm)	Tasa Máxima (mm)	Tasa Mínima (mm)
364	321	317	229	197	142	168	201	253	291	377	370	3190	266	377	142

### Suelos

Los suelos de la zona se encuentran en lo que se ha denominado Suelos de Regiones Desérticas o del desierto, y que se ubican geográficamente entre los 18° y 29° de Latitud Sur de nuestro país. Dentro de esta zona es posible distinguir suelos de los Órdenes Aridisol, Entisol e Histosol. Sin embargo, esta gran macro zona presenta un predominio de suelos del Orden Aridisol, que se caracterizan por su poca evolución debido a las condiciones de aridez, por lo que la principal característica de ellos es tener un déficit de humedad permanente o casi permanente.

Debido a la escasez de humedad, algunos de estos suelos tienen exceso de sales y/o sodio que pueden limitar seriamente el crecimiento de los cultivos.

### Recursos Hídricos

En cuanto a los recursos hídricos, no se observan cursos de agua ni en el sitio ni en los alrededores, según lo comunicado por el administrador del CMRI en base a labores de mantención de pozos de monitoreo tampoco existirían aguas en ninguno de los 5 pozos que dispone el CMRI (80 m de profundidad).

Las necesidades de agua industrial son suplidas por camión aljibe el agua potable es provista mediante bidones de 20 litros de agua purificada.

Por otra parte, en el sitio se verifica la intervención por las actividades desarrolladas de disposición de residuos, tales como, movimiento de tierra, traslado de residuos hasta celdas, construcción y habilitación de nueva celda de seguridad y labores administrativas.

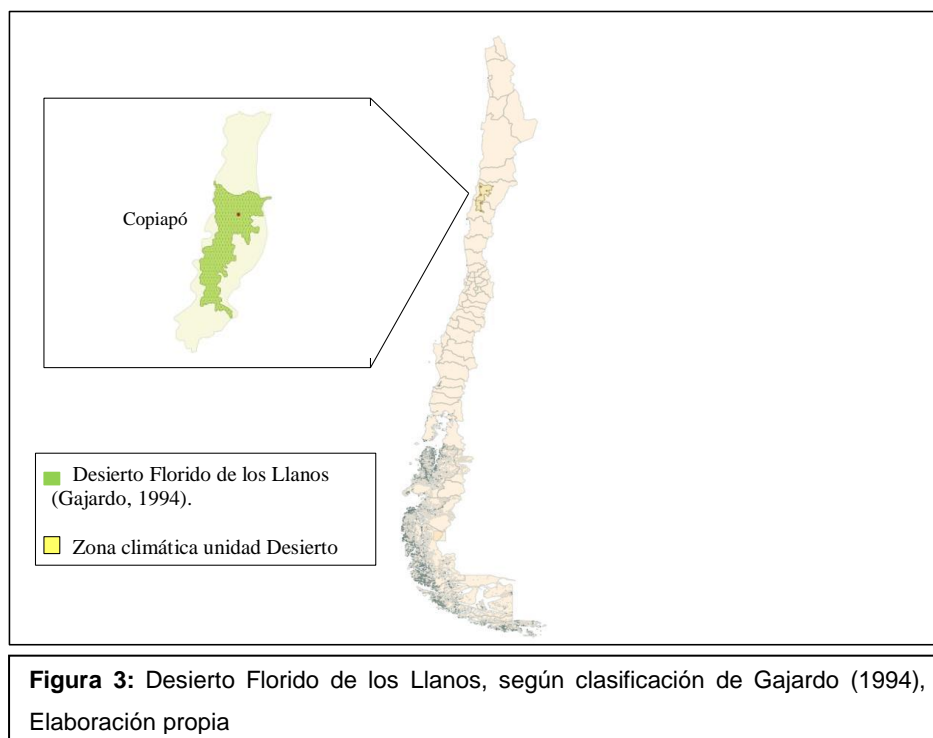
#### 4.1. Elemento Flora y vegetación

Según la clasificación planteada por Gajardo (1994) el área de estudio corresponde a la Región Ecológica del Desierto, Sub región Ecológica del Desierto florido, formación vegetal Desierto florido de los Llanos (Figura 2), donde gran parte de la biota permanece latente en los periodos secos y ante eventos de lluvias intensos asociados mayoritariamente a la presencia del Fenómeno de Oscilación del Sur El Niño (ENSO) la productividad aumenta, sustentando una comunidad biótica diversa pero de vida corta (Holmgren et al., 2006). Estas formas de vida permanecen ocultas bajo el suelo como semillas en el caso de plantas anuales y como bulbos, rizomas en el caso de geófitas o bien como tallos en el caso de formas arbustivas, las cuales emergen especialmente en años lluviosos (Novoa et al., 2008).

Las plantas anuales pueden crecer y florecer parte del año, proporcionando una fuente de semillas que son consumidas por roedores, aves y hormigas (Gutierrez, 2008).

Considerando la clasificación de Luebert y Pliscoff (2006) el área se encuentra inserta en el Piso vegetacional Matorral desértico Mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex desertícola*. Corresponde 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*, *Heliotropium megalanthum* y las herbáceas *Argylia radiata* y otras especies que emergen sólo en los años lluviosos.

En las zonas aluviales es posible observar comunidades intrazonales dominadas por *Heliotropium sinuatum*. La distribución de este piso se encuentra en el llano interior de la Región de Atacama y sur de Antofagasta, 200-1.500 msnm (Pramar, 2010).



De acuerdo a la línea base del proyecto realizado en diciembre del 2007, previo a la habilitación del CMRI, las familias vegetales reconocidas en el área de influencia directa, AID (área de construcción y a cerrar) e indirecta, AII (exterior al perímetro a intervenir, ver figura 1), la riqueza Específica de la Flora se entrega en la tabla III.

**Tabla III:** Riqueza específica de la flora reconocida y presente en las áreas de afectación indirecta y directa del estudio de línea base del proyecto “Centro de Manejo de Residuos Industriales, Región de Atacama”

Sistemática	Especie	AID	AII	Endemismo	Conservación
1.- Familia Alliaceae	<i>Alstroemeria kingii</i>		X	III Región	Sin Problemas
2.- Familia Aizosaceae	<i>Tetragonia copiapina</i>		X	III Región	Sin Problemas
3.- Familia Apocynaceae	<i>Skytanthus acutus</i>		X	II a III Regiones	Sin Problemas
4.- Familia Bignoniaceae	<i>Argilia radiata</i>		X	II a IV Regiones	Sin Problemas
5.- Familia Boraginaceae	<i>Helotropium bignarioides</i>	X	X	II a III Regiones	Sin Problemas
6.- Familia Cactaceae	<i>Eulychnia acida var. elata</i>	X	X	III Región	Vulnerable
	<i>Opuntia berteri</i>	X	X	I a VII Regiones	Sin Problemas
7.- Familia Compositae	<i>Encelia tomentosa</i>	X	X	II a IV Regiones	Sin Problemas
	<i>Bahia ambrosioides</i>		X		Sin Problemas
8.- Familia Chenopodiaceae	<i>Atriplex atacamensis</i>	X	X	I a IV Regiones	Sin Problemas
	<i>Atriplex spp.</i>	X	X		Sin Problemas
9.- Familia Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i>	X	X	II a IV Regiones	Sin Problemas
10.- Familia Euphorbiaceae	<i>Euphorbia copiapina.</i>		X	III Región	Sin Problemas
11.- Familia Frankeniaceae	<i>Frankenia chilensis</i>	X	X	II a IV Regiones	Sin Problemas
12.- Familia Zygophyllaceae	<i>Fagonia chilensis</i>	X	X	II a IV Regiones	Sin Problemas

13.- Familia Malvaceae	<i>Cristaria spp</i>	X	X		Sin Problemas
14.- Familia Nolanaceae	<i>Nolana divaricata</i>		X	II a IV Regiones	Sin Problemas
15.- Familia Brassicaceae	<i>Skizopetalum gayanum</i>		X		Sin Problemas
16.- Familia Portulacaceae	<i>Calandrinia spp.</i>		X		Sin Problemas

En dicho estudio se registraron un total de 19 especies de flora, agrupadas en 16 familias. De estas especies 10 se encontraron en el área de influencia directa del proyecto y 9 de ellas, en el área de influencia indirecta.

Las especies que no pudieron ser reconocidas por receso vegetativo, se asignaron solo genéricamente (Ej. *Calandrinia spp.*) y tampoco se les asignó endemismo específico.

El estudio encontró una especie de cactácea *Eulychnia acida* var. *elata*, en ese entonces fue calificada como vulnerable a nivel de subespecie o variedad (Tabla IV).

Esta categorización supuso que de persistir las condiciones, que están provocando su afectación, la especie pasará a la Categoría de en Peligro de Extinción. Esta subespecie, además, es endémica de la Región de Atacama y de los ecotopos de la zona desértica interior.

**Tabla IV:** Distribución y Problemas de Conservación de *Eulychnia acida* y sus variedades o subespecies en Atacama (Fuente: línea base del proyecto “Centro de Manejo de Residuos Industriales, Región de Atacama”)

Especie	Subespecie	Distribución	Conservación
<i>Eulychnia acida</i>	<i>Acida</i>	III a IV Regiones. Incahuasi a Illapel	Sin Problemas
<i>Eulychnia acida</i>	<i>procumbens</i>	III Región. Costa desde Norte de Huasco a quebrada Los Choros	Vulnerable
<i>Eulychnia acida</i>	<i>Elata</i>	III Región. Cardones, Travesía, Chanchoquín, Totoral y Carrizal Bajo	Vulnerable

En dicho estudio se concluyó que la Vulnerabilidad de estas variedades o subespecies, estaba causada por su distribución restringida, disminución de la vitalidad, ausencia de regeneración, extracción para artesanías (palos de agua) y comercialización del fruto. Para esta especie, en particular, se diseñó un Plan de Rescate de Flora y Vegetación que se desarrolló durante la fase de construcción y operación del CMRI una vez obtenida la RCA favorable del proyecto.

El resto de las especies, tanto de cactáceas como de arbustos y hierbas perennes observadas mostraron una distribución más amplia y endemismo extendido a la zona centro norte de Chile.



## 4.2. Elemento Fauna

El estudio de Línea Base 2007, verificó que la fauna se estructuró en torno a especies divagantes o cursoras, con ámbitos de hogar amplios que presentan por tanto gran movilidad, y a especies con ámbitos de hogar reducidos, con baja movilidad y generalmente asociadas a ecotopos muy característicos.

La fauna de macromamíferos (más de 10 cm. de alzada), y las aves, se incluyeron en la categoría de divagantes en tanto los micromamíferos, como roedores y los reptiles limitadas en sus desplazamientos.

Desde una apreciación biogeográfica, los componentes faunísticos se asimilaron a componentes del matorral desértico y de la estepa cálida, disminuidos específica y poblacionalmente por condiciones áridas extremas.

La riqueza específica verificada en el estudio se muestra en la tabla V:

**Tabla V:** Riqueza específica de elementos faunísticos observados y reconocidos en el área del Proyecto. Fuente: Línea Base del proyecto “Centro de Manejo de Residuos Industriales, Región de Atacama”

Taxonomía	Especies	Nombre común	Conservación
<b>Reptiles</b>			
Tropiduridae	<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	Rara
	<i>Liolaemus atacamensis</i>	Lagartija de Atacama	Rara
	<i>Liolaemus copiapiensis</i>	Lagartija de Copiapó	Sin Problemas
Geckoniidae	<i>Garthia gaudichaudi</i> ( * )	Salamanqueja	Rara
Teiidae	<i>Callopistes palluma</i> ( * )	Iguana	Vulnerable
<b>Aves</b>			
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	Sin Problemas
Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Tiuque cordillerano	Sin Problemas
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	Sin Problemas
Tyraniidae	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona	Sin Problemas
Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	
<b>Mamíferos</b>			
Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	En Peligro
Canidae	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Indeterminado
( * ) = Especies registradas en áreas aledañas a la del Proyecto.			

El estudio mostró un total de 12 especies de vertebrados, de las cuales el 65% presenta problemas de conservación. La especie más amenazada, sin perjuicio que fue observada cercano al baypass y alejada de la zona de emplazamiento del proyecto fue el guanaco, que presentó un evento de diáspora y desagregación de meta poblaciones, con intensa disminución numérica en sus sitios de concentración habituales.

El grupo faunístico más notable y diversificado fue el de los reptiles, presentando una alta vulnerabilidad, en parte justificada por su endemismos (tabla VI), bajo número poblacional y sus problemas de conservación que afecta al 80% de estos ensamblajes desérticos interiores.

Solo tres especies fueron reconocidas en el ámbito directo del proyecto, y en el ensamble que se presenta en la Tabla VI, se incluyeron dos especies, como principio precautorio, por haber sido objeto de acciones de salvamento en áreas aledañas (Oyarzo, 2007), como cuesta Cardones y Llano Seco, donde tampoco habían sido registradas en las respectivas Líneas Base originales.

Para este grupo el proyecto de línea base diseño y aplicó un Plan de Rescate de Fauna Herpetológica que se concluyó exitosamente en función de los resultados de los informes y actividades desarrolladas posterior a la obtención de la RCA favorable del proyecto:

<b>Tabla VI: Endemismo del ensamble de reptiles</b>	
<b>Especies</b>	<b>Distribución</b>
<i>Liolaemus bisignatus</i>	III a IV Regiones
<i>Liolaemus atacamensis</i>	III Región
<i>Liolaemus copiapensis</i>	III Región
<i>Garthia gaudichaudi</i> (*)	I a IV Regiones
<i>Callopistes palluma</i> (*)	I a VII Regiones

En cuanto al grupo de las Aves, ninguna de las especies que verificó el estudio presentó problemas de Conservación.

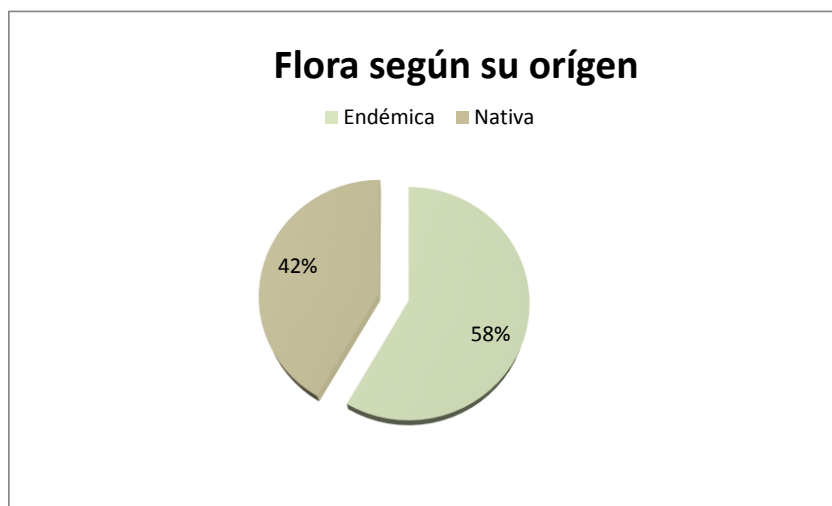
La notabilidad de ellas, estuvo determinada por dos especies inmigrantes de la alta cordillera (*Phalcooenus megalopterus*; *Muscisaxicola flavinucha*) y que se encontraron en el área, como remanentes poblacionales que aún no volvían a sus sitios de nidificación en el altiplano regional de Atacama.

## 5.- Resultados de terreno actual.

### 5.1. Flora

Fueron registradas en total 12 especies de flora (**TablaVII**), de las cuales un 58% corresponde a especies endémicas, y un 42% de especies nativas (**Figura 4.1**). La flora del área se arregla en estructuras de matorral, del tipo sufrútices, esta forma biológica representa el 33% de las especies herbáceas. La segunda forma de vida en importancia son; las herbáceas que constituye el “piso” de los matorrales y las formas suculentas, cada una representa un 25% del espectro biológico. La formas suculentas están dadas por dos especies de cactáceas vinculados a sustratos pedregosos. En tanto la forma biológica representada por los arbustos obtuvieron en total un 17% (**Figura 4.2**).

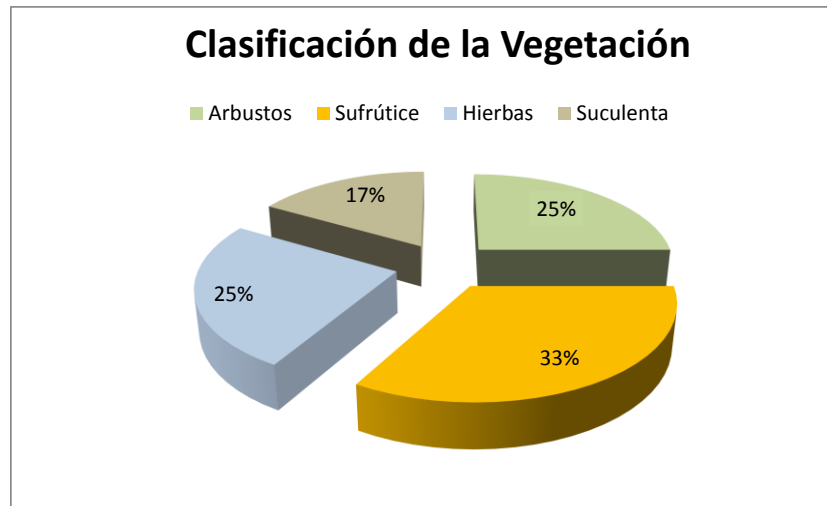
Para definir el estado de conservación de *Eulychnia acida var. elata* en el presente estudio se consultó al Inventario de Nacional de Especies del Ministerio de Medio Ambiente, de acuerdo a ello *Eulychnia acida var. elata* se encuentra en Categoría: Preocupación Menor (LC)<sup>1</sup> DS 41 MMA 2011. Dado que NO cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable). Y su amplia distribución indica que no está próxima a satisfacer los criterios. Respecto al resto de las especies observadas todas se encuentran Sin problemas de Conservación.



Elaboración propia

**Figura 4.1:** Proporción de especies nativas y endémicas encontradas en el área

<sup>1</sup> [http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/ficha\\_indepen.aspx?EspecieId=449](http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/ficha_indepen.aspx?EspecieId=449)



Elaboración propia

**Figura 4.2.** Formas de vida presentes en el área de estudio..

**Tabla VII** Lista de especies de plantas vasculares encontradas en el área de estudio

Subdivisión	Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Estado de Conservación	Forma Biológica
Angiospermae	Dicotyledoneae	Asteraceae (Compositae)	<i>Encelia tomentosa</i> Lam.	Coronilla del Fraile	Nativa	Sin Problemas	Sufrútice
			<i>Helenium atacamense</i> Cabrera	Manzanilla	Endémica	Sin Problemas	Hierba Anual
			<i>Bahia ambrosioides</i> Poepp	Chamisa	Nativa	Sin Problemas	Arbusto
		Chenopodiaceae	<i>Atriplex atacamensis</i> Phil	Cachiyuyo	Endémica	Sin Problemas	Arbusto
		Bignoniaceae	<i>Argylia radiata</i> (L.) D.Don	Terciopelo	Nativa	Sin Problemas	Hierba Penenne
		Cactaceae	<i>Eulychnia acida</i> var. <i>elata</i>	Copao	Endémica	LC	Suculenta
			<i>Opuntia berteri</i> (Colla) A.E. Hoffm	Gatito	Endémica	Sin Problemas	Suculenta
		Euphorbiaceae	<i>Euphorbia copiapina</i> Phil.	Pichoga	Endémica	Sin Problemas	Hierba Penenne
		Frankeniaceae	<i>Frankenia chilensis</i> K.Presl	Hierba del Salitre	Nativa	Sin Problemas	Sufrútice
		Nolanaceae	<i>Nolana sedifolia</i> Poepp	Sosa	Endémica	Sin Problemas	Sufrútice
			<i>Nolana rostrata</i> (Lindl.)	Suspiro	Endémica	Sin Problemas	Arbusto
Zygophyllaceae	<i>Fagonia chilensis</i> Hook. et Arn.	Hualputilla	Nativa	Sin Problemas	Sufrútice		
LC: Preocupación Menor DS 41 MMA 2011							

Elaboración propia



**Composición de especies por sector de estudio:**

Se caracterizaron las áreas de interés, estas fueron; Área de Influencia indirecta y Área de Influencia directa, dentro de esta última se consideraron las zonas peligrosa y segura. En el Anexo adjunto se incorporan imágenes de las especies registradas.

**Área de influencia Indirecta (AII).**

El área de influencia indirecta registró un total de 10 especies (**Tabla VIII**), de las cuales *Atriplex atacamensis* fue la especie más conspicua con una frecuencia de ocurrencia estimada de 81,8%. En segundo término fueron registradas *Nolana rostrata* y la suculenta *Eulychnia acida var. elata* con una frecuencia estimada de 54,5%. De acuerdo a los porcentajes de ocurrencias *Atriplex atacamensis* corresponde a la forma dominante. Otra de las especies con frecuencia destacada fueron *Nolana sedifolia* (45,5%), *Fagonia chilensis* (40,9%) y la suculenta *Opuntia berteri*, con 36,4% (**Tabla VIII**),

Tanto *Nolana sedifolia* como *Fagonia chilensis* corresponden a especies acompañantes. Normalmente su fisonomía consiste de una cobertura rala de arbustos bajos pero en su composición intervienen numerosas plantas geófitas y efímeras.

Cabe señalar que *Eulychnia acida var. elata* crece en distintas situaciones topográficas desde laderas escarpadas (pendiente hasta 70%) a terrazas. Sin embargo alcanza sus mayores coberturas en laderas de exposición norte. Adicionalmente, *E. acida* puede crecer en sectores sin pendiente pero en menor cobertura (Bustamante, 1996). Tales características fueron observadas *in situ*, apreciándose una mayor ocurrencia de *E. acida* en los sectores con presencia de ladera mientras que en sectores llanos, se encuentran aislados distribuidos azarosamente.

Las especies acompañantes menos frecuentes fueron *Bahia ambrosioides* (18,2%), *Encelia tomentosa* (13,6%), *Argylia radiata* (9,1%) y *Frankenia chilensis* (9,1%) (**Tabla VIII**),

**Área de Influencia (AID)-Zona Peligrosa**

En total se registraron este sector 12 especies, de las cuales *Atriplex atacamensis* fue la más frecuente (70%). Siguiendo un patrón similar a lo observado en el área externa *Nolana rostrata* fue la especie codominante con una ocurrencia del 45% (**Tabla VIII**).

Las especies de suculentas *Opuntia berteri* y *Eulychnia acida var. elata* mostraron frecuencias de ocurrencia de 25% y 15% respectivamente. Al contrastar la frecuencia de *Eulychnia acida var* respecto a lo observado en el área externa o área de influencia indirecta, se aprecia un descenso en los niveles de ocurrencia, debido a que en la zona se ejecutó un Plan de rescate de la flora y fauna, el cual se aplicó sobre la subespecie de cactácea *Eulychnia acida var. elata*, especie con problemas de conservación, a nivel de subespecie (**Tabla VIII**).

Las especies menos frecuentes fueron *Bahia ambrosioides* (15%), *Encelia tomentosa* (10%), *Euphorbia copiapina* (10%), *Nolana sedifolia* (10%), *Helenium atacamense* (5%), *Argylia radiata* (5%), *Frankenia chilensis* (5%), *Fagonia chilensis* (5%) (**Tabla VIII**).

Cabe destacar el descenso en términos de ocurrencia de *Nolana sedifolia*, respecto a la observado en el Área de Influencia Indirecta.

#### Área de Influencia (AID)- Zona Segura

Fueron registradas un total de 7 especies, de las cuales *Eulychnia acida var. elata* fue la especie dominante con un 60% de ocurrencia (**Tabla VIII**). El aumento en la ocurrencia de esta especie se debe al trasplante de especímenes ejecutados por CONFINOR S.A.

Las especie *Atriplex atacamensis* y *Nolana rostrata* destacaron en términos de ocurrencia con un 50% y 40% respectivamente. En tanto los subarbustos *Fagonia chilensis*, *Bahia ambrosioide* y *Argylia radiata* registraron un 10% de ocurrencia en esta zona (**Tabla VIII**). De las tres especies señaladas *Fagonia chilensis* evidencia un descenso en los niveles de ocurrencia en comparación a lo registrado en el área de influencia indirecta.

**Tabla VIII** Listado de la especies por sector de estudio y frecuencia de ocurrencia (%) estimada para cada sector.

Nombre Científico	Área de Influencia Indirecta	Área de Influencia Directa				Frecuencia de Ocurrencia (%)
		Frecuencia de Ocurrencia (%)	Zona peligrosa	Frecuencia de Ocurrencia (%)	Zona Segura	
<i>Encelia tomentosa</i> Lam.	X	13,6	X	10		
<i>Helenium atacamense</i> Cabrera			X	5		
<i>Bahia ambrosioides</i> Poepp	X	18,2	X	15	X	10
<i>Atriplex atacamensis</i> Phil	X	81,8	X	70	X	50
<i>Argylia radiata</i> (L.) D.Don	X	9,1	X	5	X	10
<i>Eulychnia acida</i> var. <i>elata</i>	X	54,5	X	15	X	60
<i>Opuntia berteri</i> (Colla) A.E. Hoffm	X	36,4	X	25		
<i>Euphorbia copiapina</i> Phil.			X	10		
<i>Frankenia chilensis</i> K.Presl	X	4,5	X	5		
<i>Nolana sedifolia</i> Poepp	X	45,5	X	10	X	30
<i>Nolana rostrata</i> (Lindl.)	X	54,5	X	45	X	40
<i>Fagonia chilensis</i> Hook. et Arn.	X	40,9	X	5	X	10
<b>Total de especies</b>	10		12		7	

Elaboración propia

### Comparación con Línea de Base Terrestre

La Tabla IX entrega una recopilación de las especies registradas en las áreas de Influencia directa e indirecta en los años 2007, entregados por el estudio de Línea de Base del proyecto. De acuerdo a lo señalado por este estudio respecto a la Flora, en el área de influencia del Proyecto se registraron 19 especies de flora, de las cuales 10 especies se encuentran en el área de influencia directa (**AID**) del Proyecto y 19 especies en el área de influencia indirecta (**AII**). En la siguiente tabla se presentan las especies de flora reconocida y presente en las áreas de afectación directa e indirecta del Proyecto.

<b>Tabla IX</b> Listado de especies de la flora registrada en la Línea de Base 2008 y la actual campaña 2018.				
<b>Especie</b>	<b>AID 2007</b>	<b>AII2007</b>	<b>AII2018</b>	<b>AID 2018</b>
<i>Alstroemeria kingii</i>		X		
<i>Tetragonia copiapina</i>		X		
<i>Skytanthus acutus</i>		X		
<i>Argylia radiata</i>		X	X	X
<i>Helotropium bignarioides</i>	X	X		
<i>Eulychnia acida var. elata</i>	X	X	X	X
<i>Opuntia berteri</i>	X	X	X	X
<i>Encelia tomentosa</i>	X	X	X	X
<i>Bahia ambrosoides</i>		X	X	X
<i>Atriplex atacamensis</i>	X	X	X	X
<i>Atriplex spp.</i>	X	X		
<i>Ephedra breana</i>	X	X		
<i>Euphorbia copiapina.</i>		X		X
<i>Frankenia chilensis</i>	X	X	X	X
<i>Fagonia chilensis</i>	X	X	X	X
<i>Cristaria spp</i>	X	X		
<i>Nolana divaricada</i>		X		
<i>Skizopetalum gayanum</i>		X		
<i>Calandrinia spp.</i>		X		
<i>Helenium atacamense</i> Cabrera				X
<i>Nolana sedifolia</i>			X	X
<i>Nolana rostrata</i>			X	X
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>12</b>

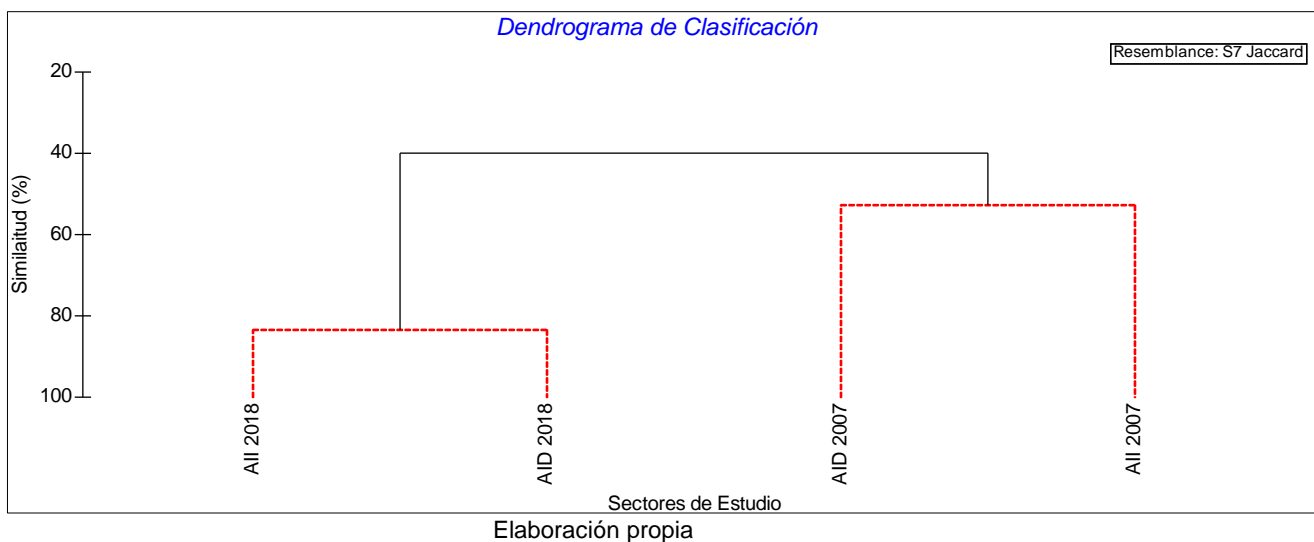
Elaboración propia



Con esta información se estimó el coeficiente de similitud de Jaccard y se realizó el análisis de Clasificación jerárquica, dando como resultado el dendrograma presentado en la **Figura 5**.

De acuerdo al dendrograma las comunidades observadas tanto en el año 2007 como en el periodo actual (2018) evidencian un 43% similitud. Para el periodo 2008, las dos áreas prospectadas (All y AID) registraron una similitud del 52%, debido a la diferencia en términos de especies entre ambas zonas, con un total de 9 especies. Para el actual periodo de muestreo las dos áreas (All y AID) registraron un 83% de similitud. Un alcance a considerar es al comparar ambas área de influencia Directa del proyecto en el año 2007, se registraron en esta zona 10 especies, de las cuales 6 especies fueron registradas en el presente estudio, mientras que en la actual campaña realizada se obtuvo un total de 12 especies.

Los resultado expuestos indican que el sector AID 2018 mantiene determinada fisonómica producto de las formas vegetales dominantes que concurren en el sector, como es el caso de las especies de matorrales desértico *Atriplex atacamensis* y de las especies asociadas a ella. Las razones por las que ciertas especies se desarrollan juntas en un hábitat particular suelen estar relacionada a que tienen requerimientos similares para su existencia en cuanto a factores como luz, temperatura, agua, drenaje y nutrientes del suelo, entre otros.



**Figura 5** Dendrograma de Clasificación jerárquico que incluye las estaciones de la Línea de Base y los resultados de la actual campaña.

### 5.1.1.- Conclusiones Flora y vegetación

Se registraron en total 12 especies de flora vascular. De las cuales 10 especies fueron observadas en el área de Influencia Indirecta, 12 especies en el área de influencia del proyecto (zona peligrosa) y 7 especies en la zona segura.

La especie *Eulychnia acida var. elata*, en categoría de Vulnerable por el estudio de Línea Base y actualmente en Categoría: Preocupación Menor (LC) DS 41 MMA 2011.

En cuanto al origen geográfico de las especies, no se encontraron especies alóctonas (introducidas), y del total de especies un 58% son consideradas especies endémicas, tal porcentaje se encuentra dentro de lo citado por Squeo et al (2008) que es un 54,3%, para la Región de Atacama.

Respecto de las formas de vida, predominan especies del tipo sufrútices, esta forma biológica representa el 33% de las especies herbáceas. La segunda forma de vida en importancia son; las herbáceas y suculentas, cada una representa un 25% del espectro biológico. En tanto la forma biológica representada por los arbustos obtuvieron en total 17%.

El arbusto *Atriplex atacamensis* fue la especie más conspicua con frecuencia de ocurrencia de 81,8% registrada en el Área de Influencia Indirecta. (AII) En la zona de influencia directa AID (peligrosa y segura) fue de 70% y 50% respectivamente.

Esta especie habita de preferencia en sectores abiertos, en el caso del Área de Influencia Indirecta estuvo asociada a *Nolana rostrata*, *Nolana sedifolia* y *Fagonia chilensis*.

La suculenta *Eulychnia acida var. elata*, estuvo expuesta a un plan de rescate y reasentamiento, esto explica los bajos valores en términos de frecuencia de ocurrencia para esta especie en el área de influencia directa-zona peligrosa. Estos descensos se

compensan con lo registrado en el área de Influencia directa-zona segura, donde esta especie prevalece por sobre las demás.

La ocurrencia de las cactáceas *Eulychnia acida var. elata*, y *Opuntia berteri* estuvo de igual modo asociada a los estratos arbustivo (e.i. *Atriplex atacamensis*, *Nolana rostrata*) en los sectores planos, dentro del área de estudio.

La presencia de *Eulychnia acida var. Elata* De acuerdo a Luebert & Pliscoff (2006), *E. acida* se encuentra en los bioclimas Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex desertícola*, concordando con el emplazamiento de CONFINOR S.A.

Las formaciones encontradas presentan ciertas similitudes con las descritas para el área por Gajardo (1994), y Luebert y Pliscoff (2006), principalmente en cuanto a su composición de especies.

Al comparar las especies registradas en el presente estudio respecto a la Línea base del proyecto es posible señalar que los resultados expuestos indican que el sector mantiene la condición descrita por la Línea de Base, “donde el escaso registro de especie vegetal en este sector da cuenta de la escasa presencia de vida vegetal en toda la zona circundante, especialmente en los sectores planos y abiertos” (Confinor, 2007) . Por otra parte se mantiene las formas vegetales dominantes que concurren en el sector, como es el caso de las especies de matorrales *Atriplex atacamensis* y de las especies asociadas a ella.

## 5.2. Fauna

Fueron observados en el sector dos elementos faunísticos uno de la clase Aves y una segunda especie de la Clase Reptilia.

De la clase Aves se detectaron ejemplares conocidas como Minero común *Geositta cunicularia* (Tabla X), esta especie fue observada en el área de influencia indirecta AID (Tabla X), en baja abundancia. Los individuos fueron observados en las laderas rocosas

de la Sierra Jesús María al NW de las instalaciones de Confinor con presencia de arbustos y de cactáceas *Eulychnia acida* (copao).

Estas aves viven en áreas descubiertas o de poca vegetación; en faldas de cerros y comúnmente andan a solas o en pequeñas grupos (Gigoux, 1919). Tal descripción concuerda con lo registrado en el sector de estudio.

También fueron observadas la especie de la clase Reptilia, lagartija de copiapo *Liolaemus copiapoensis* (Tabla X) esta especie fue registrada dentro de las instalaciones de la planta (Área de influencia directa) como en el sector externo de la misma (Área de influencia indirecta) (Tabla X). *Liolaemus copiapoensis* ha sido descrita para ambientes de Matorral Ralo, Desierto Florido y Arenales, Matorral Semidenso y Quebradas. De acuerdo a Valladares (2011), esta especie habita sólo la Región de Atacama.

De modo indirecto fueron avistadas madrigueras de roedores en la franja externa a las instalaciones de CONFINOR S.A.

Tabla X: Vertebrados terrestres presentes en el área de estudio								
Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Conservación	All	AID
Aves	Passeriforme	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	Nativo	LC	X	
Reptilia	Squamata	Tropiduridae	<i>Liolaemus copiapoensis</i>	Lagartija de Copiapó.	Nativa	Fuera de Peligro (*)	X	X
LC: Preocupación menor (*) Ley de Caza (D.S. Nº 05/98)								

### Comparación con Línea de Base Terrestre

Comparativamente se registraron 2 especies de las 12 declaradas por el estudio de Línea de Base.

La lagartija de copiapo *Liolaemus copiapoensis* fue registrada tanto en el presente estudio como en la Línea de base realizada en el año 2007. Se hace hincapié que en el estudio de Línea de Base y como tal se identificaron 3 especies de la clase Reptilia en forma efectiva (*Liolaemus copiapoensis*, *Liolaemus bisignatus*, *Liolaemus atacamensis*). Como medida de mitigación se ejecutó un plan de rescate y de erradicación, el cual abarcó el

área de influencia del proyecto, en dicho plan de rescate fueron capturados y marcados 1 ejemplar de *Callopistes palluma*, y 3 ejemplares de *Liolaemus bisignatus* (Oyarzo, 2007). En consideración a lo expuesto la presencia de una especie de la clase Reptilia es esperable dado que la ocurrencia de estas es relativamente baja, se debe considerar que en la Línea de base la extensión del Área de Influencia Directa fue de 140 ha y el área de Influencia Indirecta fue una faja o perímetro de 875 ha. Considerando el esfuerzo de muestreo 140 ha en la cual se identificaron en la línea de Base 3 especies, es razonable que en el presente estudio con una superficie menor se registrara un menor número de especies.

En cuanto a la Clase Aves se detectaron ejemplares conocidas como Minero común *Geositta cunicularia*, al igual que en el estudio de Línea de Base. Las otras especies señaladas por el estudio no fueron observadas.

### 5.2.1 Conclusiones Fauna

Se observa una baja riqueza de especies de vertebrados, registrándose dos especies; el ave *Geositta cunicularia* (Minero común) y *Liolaemus copiadoensis* (Lagartija de Copiapó). En el área de Influencia indirecta (All) se observó ejemplares del ave minero común (*Geositta cunicularia*) especialmente en faldeas de cerros con presencia de arbustos y quebrada con ejemplares de *Eulychnia acida* (copao), en el sector NW a las instalaciones de Confirnor S.A.

La lagartija de copiapó *Liolaemus copiadoensis* fue registrada en el área de influencia directa (AID) y Área de Influencia indirecta (All). La Misma especie fue observada en la Línea de Base.

Las diferencias respecto al número de especies entre línea de base y actual estudio se pueden atribuir a las extensión prospectada. En la Línea de base la extensión del Área de Influencia Directa fue de 140 ha y el área de Influencia Indirecta fue una faja o perímetro de 875 ha. Considerando el esfuerzo de muestreo 140 ha en la cual se identificaron en la línea de Base 3 especies se puede inferir que la ocurrencia de especies es baja.



## 6.- Sugerencias

Se sugiere captar semillas que dejan las hierbas anuales las cuales pasan a constituir un “banco de semillas”, y tienen mecanismos de latencia que les permiten permanecer viables (como dormidas) por muchos años, hasta que se den nuevamente las condiciones favorables de humedad para que crezcan.

En el sector Área de Influencia Directa zona segura se sugiere mejorar la variedad de tipos de vegetación expresados en formas y texturas incorporar por ejemplo *Fagonia chilensis* y *Argylia radiata*, ambas especies poseen un Coeficiente de Paisajismo (KL) de 0,5 el factor de Especie es bajo, por tanto es una Especie con bajas necesidades de agua (MINVU, 2018).

## **7.- Referencias Bibliográficas**

**Benoit, I (editor). 1989.** Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal.

**Belmonte, E., L. Faúndez, J. Flores, A. Hoffmann, M. Muñoz, S. Teillier. 1998.** Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Vol.47:69-89.

**Bustamante R. 1996.** Distribución, estado de conservación y uso de cactáceas columnares en la región de Coquimbo. Memoria de Título, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago.

**Campos H. 1996.** Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 222 pp.

**CONAF, 1993.** Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile.. A. Glade (ed.), Corporación Nacional Forestal, Segunda Edición, 65 p

**Confinor, 2007.** Línea de Base Ambiental del Área de Influencia. Capítulo 5. Proyecto Centro de Manejo de Residuos Industriales. Región Atacama. 68 pp.

**DEPROREN. 1998.** Cartilla de caza. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura. Primera Edición, 84 pp

**Donoso-Barros, R. 1966.** Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. 458 p.

**DS 41/2011.** Del Ministerio del Medio Ambiente. Aprueba y Oficializa Clasificación de Especies, Según Su Estado De Conservación, Sexto Proceso.

**D.S. 50/2008,** del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Aprueba y Oficializa Nómima para el Segundo proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. Diario Oficial de La Republica de Chile.

**D.S 51/2008,** Del Ministerio Secretaria General De La Presidencia. Aprueba Y Oficializa Nómima Para El Tercer Proceso De Clasificación De Especies Según Su Estado De Conservación.

**D.S.151/2006,** Del Ministerio Secretaria General De La Presidencia. Primera Clasificación De Especies Silvestres Según Su Estado De Conservación.

**D.S.23/2009**, Del Ministerio Secretaria General De La Presidencia, Aprueba Y Oficializa Nómima Para El Cuarto Proceso De Clasificación De Especies Según Su Estado De Conservación.

**Gajardo, R. 1994.** La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial **Universitaria, Santiago, Chile. 165 p.**

**Gigoux E, 1919.** Contribución a la Ornitología Chilena. Aves de la Provincia de Atacama de las familias Tyrannidae y Furnaridae. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 12: 42-64.

**Gutiérrez J.R. 2008.** El Desierto Florido en la Región de Atacama. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. 466 pp.

**Holmgren M, Stapp P, Dickman CR et al. (2006)** Extreme climatic events shape arid and semiarid ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4, 87–95

**Ley Nº 19.473** de caza Ministerio De Agricultura Ley Nº 19.473 Sustituye Texto De La Ley Nº 4.601, Sobre Caza, Y Artículo 609 Del Código Civil.

**Luebert, F. y Plischoff, P. 2006.** Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. 316 pp.

**Martcorena, C. y M. Quezada. 1985.** Catálogo de la Flora Vasculare de Chile. Gayana Botánica, Vol 40 Nº 1 y 2.

**Martcorena, C. Y R. Rodríguez. 1995.** Flora de Chile. Vol 1. Universidad de Concepción.

**Martcorena, C. Y R. Rodríguez. 2001.** Flora de Chile. Vol 2(1) Universidad de Concepción.

**Martcorena, C. Y R. Rodríguez. 2003.** Flora de Chile. Vol 2(2) Universidad de Concepción.

**MINVU 2018.** Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas, Tomo III: Agua. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - Ditec, Minvu. ISBN. 978-956-9432-54-5.

**Novoa, J.E. , Tracol Y. & D. López. 2008.** Paisajes Eco-geográficos de la Región de Atacama. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. 466 pp.

**Oyarzo H. 2007.** Plan De Rescate De Una Comunidad de Herpetozoos Asociada A Terrenos Del Proyecto Confinor. Provincia De Copiapó. Región de Atacama. 12pp.

**Pramar ambiental consultores 2010.** Proyecto Línea de Transmisión Maitencillo – Caserones. Anexo II-2. Línea Base de Vegetación, Flora y Fauna terrestre.

**Ramírez, C., Ortiz, I., San Martín, C., Vidal, O., Álvarez, M., Pérez, Y., Solís, J, & Álvarez, I.2014.** Estudio preliminar de la biodiversidad vegetal terrestre en el Estero Walker (Región de Aysén, Chile): utilizando líneas base de proyectos de inversión. *Gayana. Botánica*, 71(2), 227-245.

**Sáiz, F. 1980.** Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. *Archivos de Biología y Medicina Experimental* 13: 387-402.

**SEA, 2015.** Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA.95 pp.

**Squeo F., Arancio G., J. Gutiérrez. 2008.** Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. 466 pp.

**Teillier, S., H. Zepeda, P. García. Flores del Desierto Chileno.1998.** Marisa Cuneo Ediciones. Conaf 112 p.

**Valladares P. 2011.** Análisis, síntesis y evaluación de la literatura de lagartos de la Región de Atacama, Chile. *Gayana* 75(1): 81-98.

Anexo Fotográfico





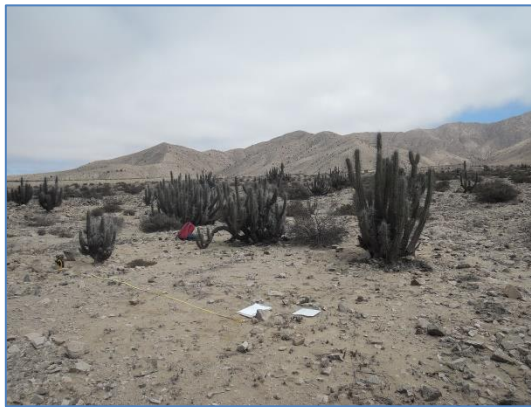
Fotografía 1: Estación All-1 *Atriplex atacamensis* Phil



Fotografía 2: Estación All-3 *Eulychnia acida* var. *elata*



Fotografía 3: Estación All-2 *Fagonia chilensis* Hook. et Arn.



Fotografía 4: Estación All-6 *Eulychnia acida* var. *elata*



Fotografía 5: Estación All-7 *Opuntia berteri* (Colla) A.E. Hoffm



Fotografía 6: Estación All-10 *Eulychnia acida* var. *elata*





Fotografía 7: Estación All-10 *Nolana rostrata*



Fotografía 8: Estación All-11 sector de Avistamiento de *Geositta cunicularia*



Fotografía 9: Estación All-20 *Nolana sedifolia*



Fotografía 10: Estación All-22 *Argylia*



Fotografía 11: Estación AIDP-1 *Bahia ambrosioides*



Fotografía 12: Estación AIDP-3 *Nolana rostrata*





Fotografía 13: Estación AIDP-3 *Eulychnia acida* var. *elata*



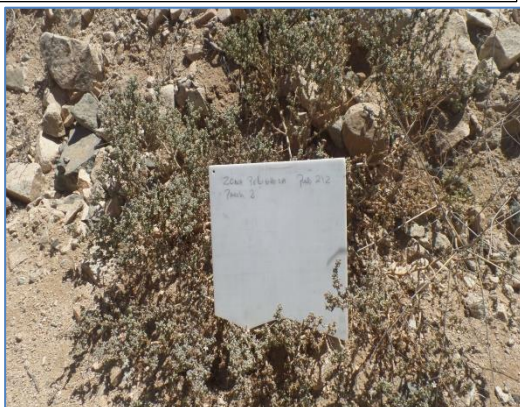
Fotografía 14: Estación AIDP-4 *Atriplex atacamensis* Phil



Fotografía 15: Estación AIDP-5 *Argylia radiata*



Fotografía 16: Estación AIDP-17  
*Frankenia chilensis*



Fotografía 17: Estación AIDP-1 *Nolana sedifolia*



Fotografía 18: Estación AIDP-6 *Nolana sedifolia* y *Eulychnia acida* var. *elata* .





Fotografía 19: Estación AIDS-4  
*Eulychnia acida* var. *elata* .



Fotografía 20: Estación AIDS-5 *Argylia*  
*radiata*



Fotografía 21: Estación AIDS-7 *Atriplex*  
*atacamensis*



Fotografía 22: Estación AIDS-1 *Nolana*  
*rostrata*