

ANEXO IV

Estudio de profundidad de raíces en *Tessaria absinthioides* y *Atriplex atacamensis*, en sector oriental del Borde Este del Salar de Atacama

Adenda II
EIA Cambios y mejoras de la operación minera
en el Salar de Atacama

PRAMAR ambiental

IV.1 ASPECTOS GENERALES

Con motivo de la observación V.6 del “Informe consolidado de solicitud de aclaraciones, rectificaciones y/o ampliaciones N° 02” al Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Cambios y mejoras de la operación minera en el Salar de Atacama”, se procedió a efectuar una investigación de terreno tendiente a conocer las características de los sistemas de enraizamiento de ejemplares de Brea (*Tessaria absinthioides*) y Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*), localizadas en el límite oriental de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama.

Esta investigación tiene por objetivo establecer si los ejemplares de estas especies, localizados en el límite oriental del Borde Este, poseen dependencia de la napa freática. Esto, a fin de evaluar la necesidad de establecer los niveles máximos de descenso del nivel freático, como indicadores de alerta temprana para el límite oriental de la formación vegetal del Borde Este del Salar de Atacama, como complemento para el límite ya existente en el borde oeste, asociado a la vegetación hidromorfa, correspondiente a 25 cm de descenso máximo del nivel freático.

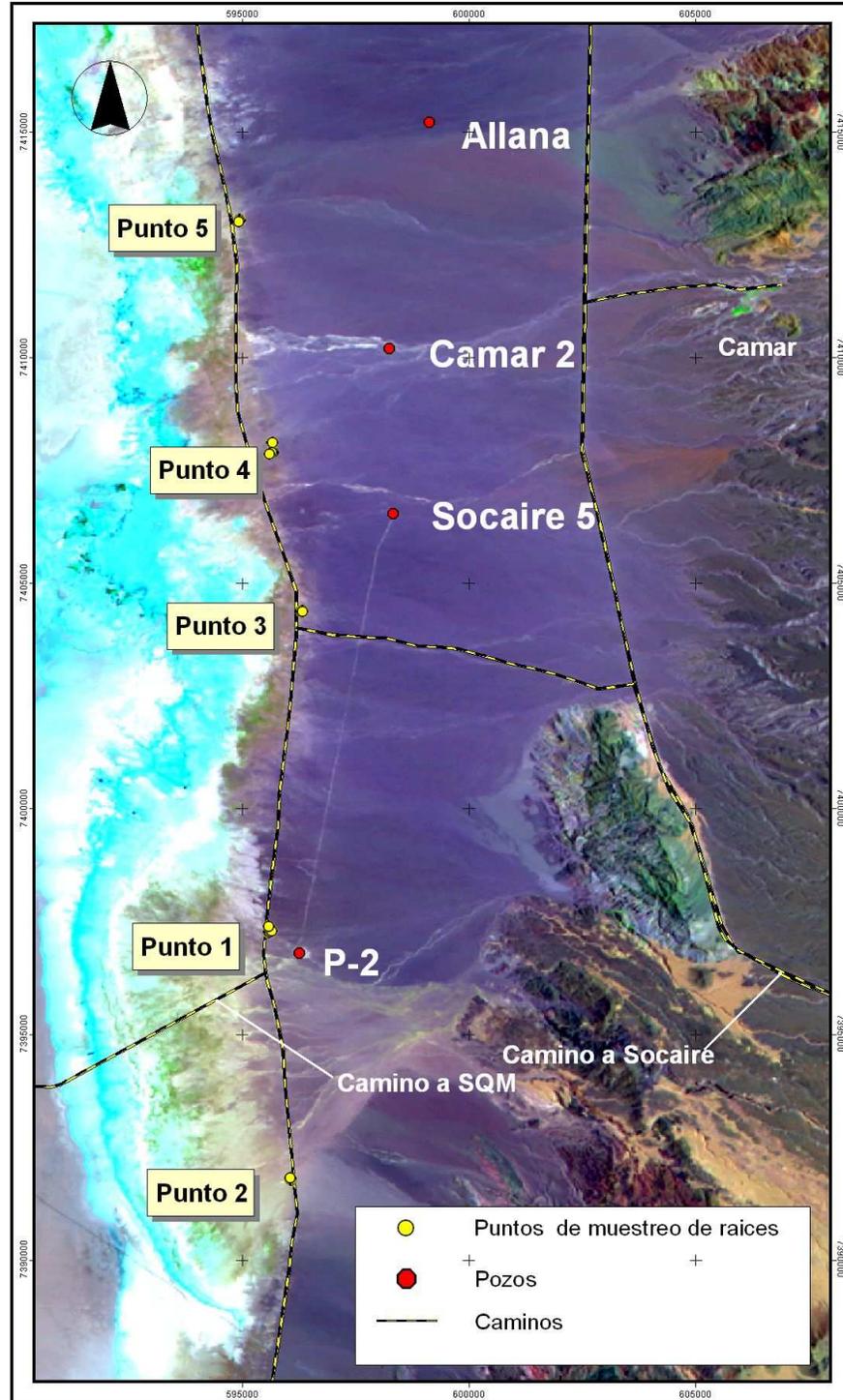
IV.2 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

El trabajo de prospección de raíces se efectuó entre los días 10 y 29 de Noviembre de 2005. Para tales efectos se seleccionó una muestra de 15 ejemplares por cada especie, distribuidos en cinco puntos de muestreo, con tres repeticiones (un ejemplar por repetición) de cada especie en cada punto. Estos puntos se localizaron en el margen oriental del área conocida como Borde Este del Salar de Atacama, en una franja de 20 km en sentido Norte Sur.

Para la selección de los puntos de muestreo y los ejemplares se tuvo en consideración la distribución de la formación Cachiyuyo-Brea, las existencia de situaciones que contaran con ambas especies presentes, la cercanía con el límite oriental de la formación y la variabilidad respecto de la posición geomorfológica (llanuras, conos aluviales, quebradas).

En figura IV.1 se presenta localización de los puntos de muestreo.

FIGURA IV.1
LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO



Para la prospección de las raíces se efectuaron excavaciones en forma adyacente a cada ejemplar, con la ayuda de herramientas manuales (pala, chuzo) y maquinaria (retroexcavadora), efectuando un seguimiento de las raíces hasta encontrar el término de éstas. Posteriormente se volvió a tapar la excavación evitando, en lo posible, dañar el ejemplar investigado.

En los casos en que las raíces presentaron direcciones complejas de seguir mediante excavación lateral, se procedió al retiro de la porción aérea de la planta, a objeto de excavar en un área mayor, siguiendo la dirección de las raíces.

Para cada ejemplar investigado se registró su posición, mediante uso de GPS, además de las principales variables de estado (especie, tamaño, estado vital). Durante la prospección de raíces se procedió a registrar la forma, tamaño y dirección de las raíces detectadas, además de efectuar una descripción pormenorizada de las características del sustrato, identificando texturas, estructuras y presencia de humedad en el perfil. En cada caso se elaboró un esquema a escala, del tamaño y disposición del ejemplar y las raíces detectadas.

Finalmente, todos los puntos de muestreo fueron registrados mediante fotografías de los sistemas radiculares detectados.

IV.3 RESULTADOS

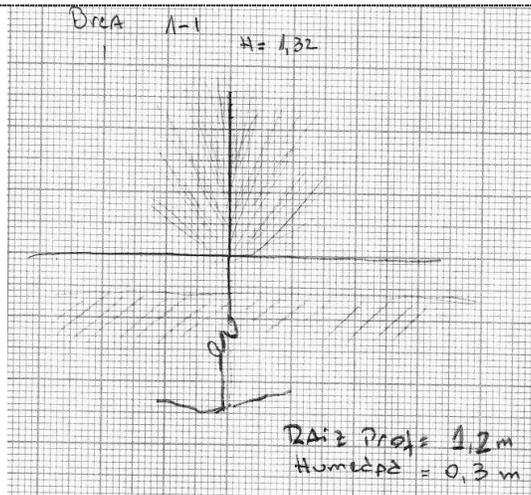
Se presentan a continuación los resultados de los trabajos de prospección de sistemas radiculares para las especies Cachiyuyo y Brea, ordenados por especie, punto de muestreo y repetición. La información se ha ordenado en forma de fichas, las que contienen además el esquema elaborado en terreno y foto referencial.

IV.3.1 Especie: BREA (*Tessaria absinthioides*)

Punto 1

ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 1-1
Tamaño	Copa de 1,32 m de altura y 1,58 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Se detecta presencia de humedad leve desde los 30 cm en adelante.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 1,2 m de profundidad sin considerar raíces finas. La raíz presenta enroscamiento en su porción superior, para luego seguir recta en profundidad.
Descripción suelo	Perfil
	0-5 cm Arena
	5-30 cm Textura franca con aglomeraciones blancas
	30 y más Arcillosa

Esquema

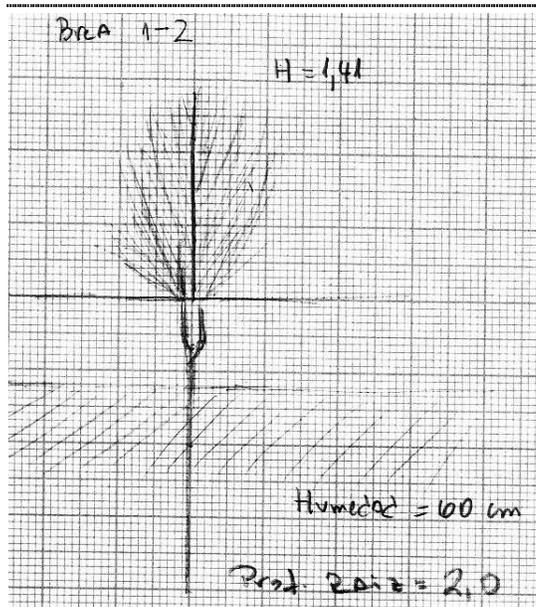


Foto



ITEM	DESCRIPCION	
Repetición	BREA 1-2	
Tamaño	Copa de 1,41 m de altura y 2,1 m de diámetro.	
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 62 cm.	
Descripción raíz	Raiz pivotante única y recta, de 2 m de profundidad hasta el punto en que se pudre y se pierde el rastro.	
Descripción suelo	4 cm	Hojarasca
	4 - 39 cm	Arenoso franco
	39 - 104 cm	Limoso con aglomeraciones blancas
	104 y más	Arcilloso con espejo de arcilla

Esquema

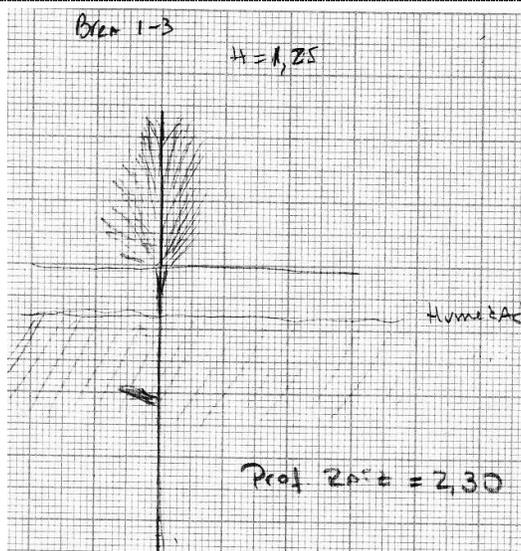


Foto



ITEM	DESCRIPCION	
Repetición	BREA 1-3	
Tamaño	Copa de 1,25 m de altura y 0,98 m de diámetro.	
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 40 cm.	
Descripción raíz	Raíz pivotante única y recta, de 2,3 m de profundidad.	
Descripción suelo	4 cm	Hojarasca
	4 - 36 cm	Arenoso franco
	36 - 76 cm	Limoso con aglomeraciones blancas
	76 y más	Arcilloso con espejo de arcilla

Esquema



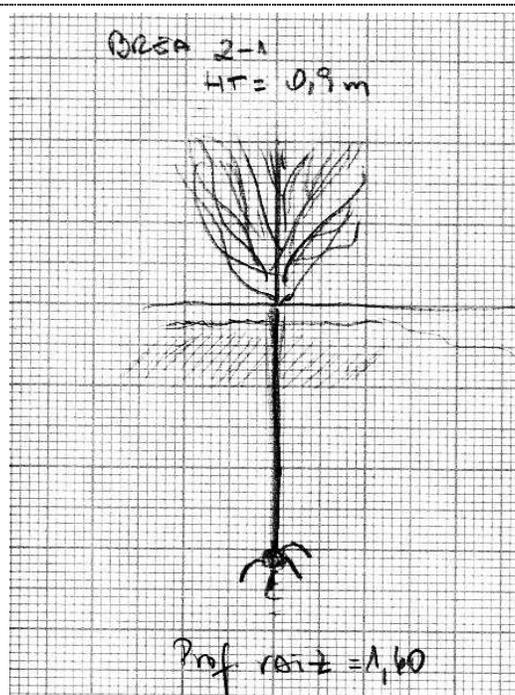
Foto



Punto 2

ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 2-1
Tamaño	Copa de 0,90 m de altura y 0.85 m de diámetro
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 10 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 2,20 m de profundidad. Aproximadamente en los 1,60 m la raíz forma una protuberancia y se divide en varias raíces que siguen bajando.
Descripción suelo	0 – 5cm Arenosa 5 –160cm Franco - arcillosa, con motes blancos.

Esquema

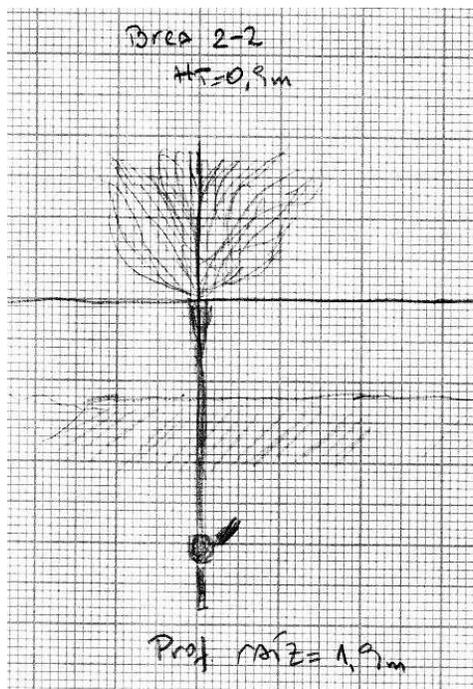


Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 2-2
Tamaño	Copa de 0,9 m y 1,30 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 60 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 1,9 m de profundidad. A 1,60 metros se divide en varias raíces en donde una de ellas sigue bajando hasta el punto en que se pudre y se pierde el rastro, las otras dos, en casi noventa grados, se desplazan hacia un costado de la primera.
Descripción suelo	0-10 cm Arenoso.
	10-30 cm Franco - Arenoso, con cementaciones blancas
	30 - 110 cm Franco - Arenoso, sin presencia de cementación
	110 cm y más Franco - Arenoso, con presencia de raicillas gruesas

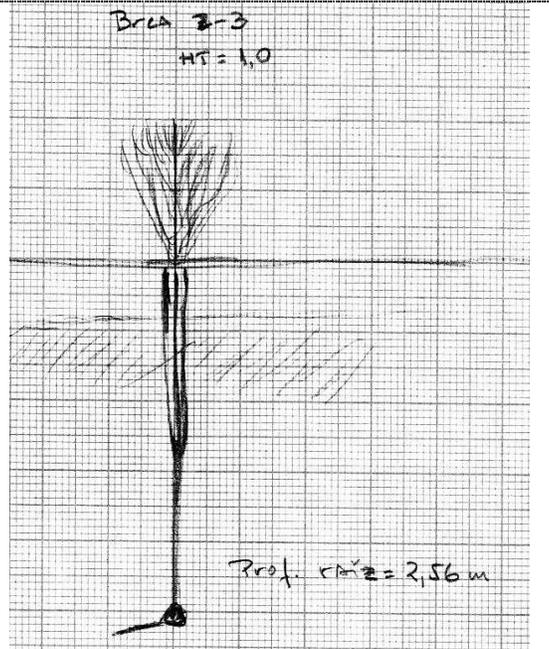
Esquema



Foto



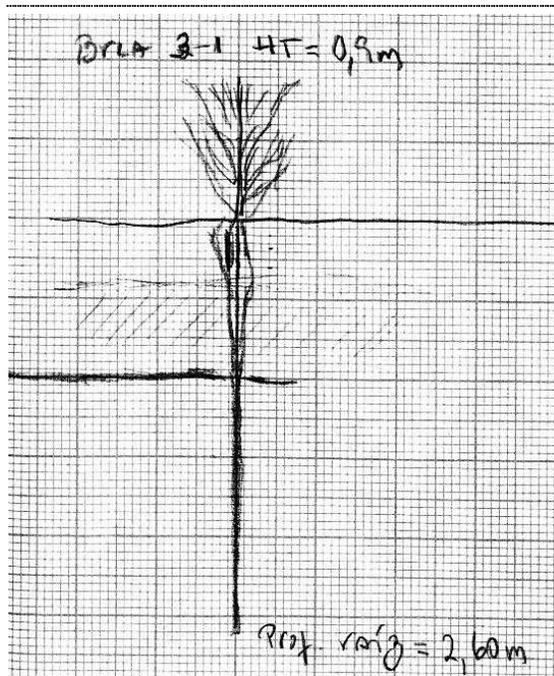
ITEM	DESCRIPCION										
Repetición	BREA 2-3										
Tamaño	Copa de 1 m y 0.84 m de diámetro										
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 40 cm.										
Descripción raíz	Presencia de tres raíces que se fusionan en una sola a los 1.70 m con una longitud total de 2,56 m, aquí se forma una protuberancia en la que emerge una sola raíz que se desplaza en forma perpendicular.										
Descripción suelo	<table border="0"> <tr> <td>0 – 10 cm</td> <td>Arenoso</td> </tr> <tr> <td>10 – 50 cm</td> <td>Franco - arcillosa</td> </tr> <tr> <td>50 – 55 cm</td> <td>Franco - arcillosa, con aglomeraciones blancas</td> </tr> <tr> <td>55 – 140 cm</td> <td>Franco - arcillosa</td> </tr> <tr> <td>140 y más</td> <td>Arcillosa, con espejos de arcilla y raicillas.</td> </tr> </table>	0 – 10 cm	Arenoso	10 – 50 cm	Franco - arcillosa	50 – 55 cm	Franco - arcillosa, con aglomeraciones blancas	55 – 140 cm	Franco - arcillosa	140 y más	Arcillosa, con espejos de arcilla y raicillas.
0 – 10 cm	Arenoso										
10 – 50 cm	Franco - arcillosa										
50 – 55 cm	Franco - arcillosa, con aglomeraciones blancas										
55 – 140 cm	Franco - arcillosa										
140 y más	Arcillosa, con espejos de arcilla y raicillas.										
	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Esquema</td> <td style="text-align: center;">Foto</td> </tr> </table>	Esquema	Foto								
Esquema	Foto										



Punto 3

ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 3-1
Tamaño	Copa de 0,9 m y 0,70 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 44 cm.
Descripción raíz	Presencia de varias raíces que bajan y se funden en una sola a 1,0 m, desde aquí se divide y una de ellas sigue bajando llegando hasta una profundidad de 2,60 m. Otras dos salen hacia los lados, una de ellas alcanzando un largo de 1,90 m.
Descripción suelo	0-40 cm Arena
	40-50 cm Franco - Arenoso con piedra y arcilla, con aglomeraciones blancas a los 30 cm.
	50 y más Franco - arenoso

Esquema

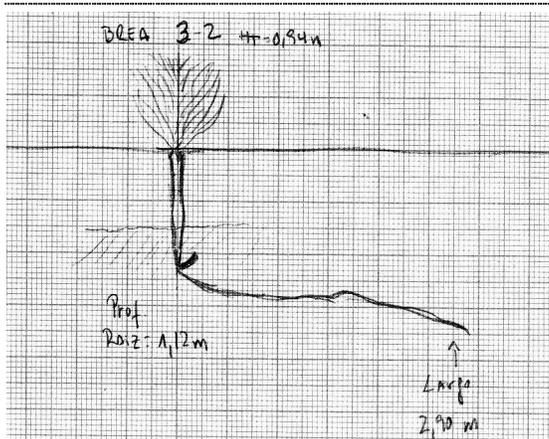


Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 3-2
Tamaño	Copa de 0,94 m y 0,84 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 76 cm.
Descripción raíz	Presencia de 2 raíces que bajan y se funden alcanzando una profundidad de 1,12 m, desde aquí vuelve a dividirse y una de ellas se desplaza horizontalmente con una longitud de 0,4 m y la otra baja hasta los 1,7 m con una longitud de 2,90m.
Descripción suelo	0-50 cm Franco - arenoso, con piedras y bolones a los 23 cm y con raicillas a los 20 cm.
	50 y más Franco - arenoso
	Estructura: Entre los 50 y 90 cm, al momento de excavar, se puede observar que hay estructura laminar la cual no se rompe fácilmente.

Esquema

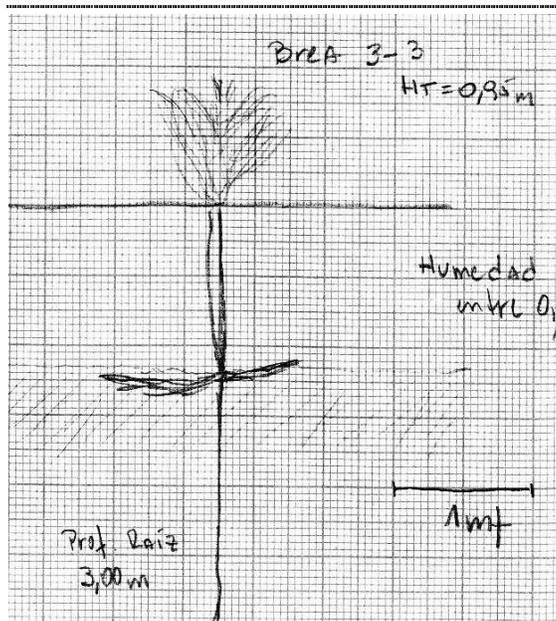


Foto

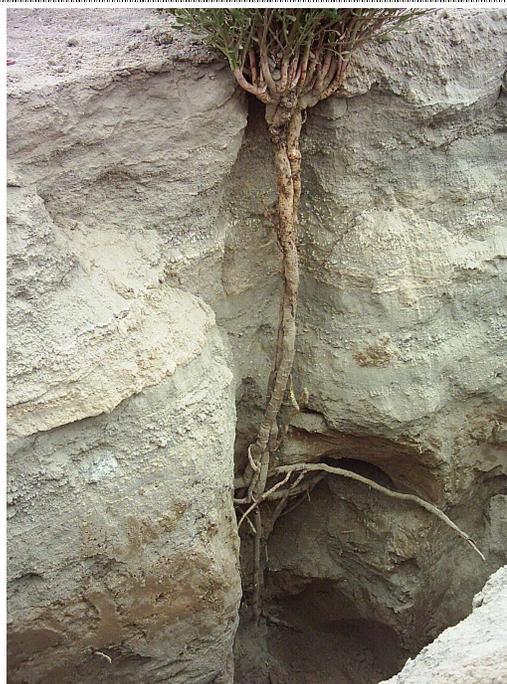


ITEM	DESCRIPCION										
Repetición	BREA 3-3										
Tamaño	Copa de 0,95 m y 1.0 m de diámetro.										
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de 1,20 m.										
Descripción raíz	Presencia de dos raíces que bajan hasta una profundidad de 1,20 m, en donde se forma una cruz y las raíces se dividen, algunas de ellas van hacia los lados y solo una sigue bajando hasta una profundidad estimada de 3 m.										
Descripción suelo	<table border="0"> <tr> <td>0-40 cm</td> <td>Franco - arenoso, laminar</td> </tr> <tr> <td>40-60 cm</td> <td>Franco - arenosa, con piedras</td> </tr> <tr> <td>60-80 cm</td> <td>Franco - arenosa, con aglomeraciones blancas y piedras</td> </tr> <tr> <td>80-120 cm</td> <td>Arcillo - arenoso</td> </tr> <tr> <td>120 cm y más</td> <td>Franco - arcilloso, bastante húmedo.</td> </tr> </table> <p>Estructura: se observa principalmente que forma laminas a lo largo del perfil, en el sector que es más arcilloso se puede ver que forma como un espejo al momento que se pasa la máquina.</p>	0-40 cm	Franco - arenoso, laminar	40-60 cm	Franco - arenosa, con piedras	60-80 cm	Franco - arenosa, con aglomeraciones blancas y piedras	80-120 cm	Arcillo - arenoso	120 cm y más	Franco - arcilloso, bastante húmedo.
0-40 cm	Franco - arenoso, laminar										
40-60 cm	Franco - arenosa, con piedras										
60-80 cm	Franco - arenosa, con aglomeraciones blancas y piedras										
80-120 cm	Arcillo - arenoso										
120 cm y más	Franco - arcilloso, bastante húmedo.										

Esquema



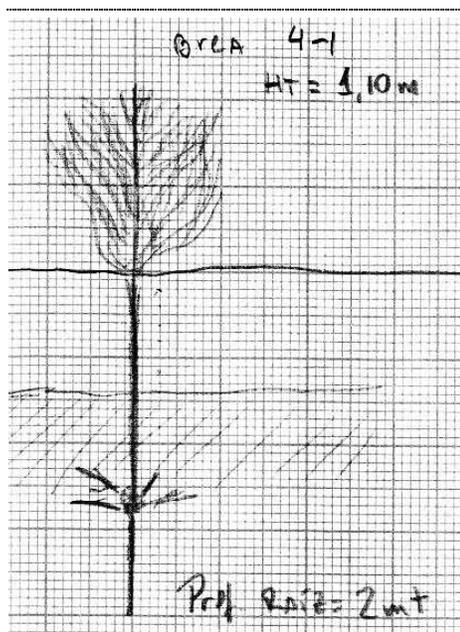
Foto



Punto 4

ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 4-1
Tamaño	Copa de 1,10 m y 1,0 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 70 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 1,40 m de profundidad desde donde se divide en varias raíces. Presencia de una protuberancia desde donde emergen todas las raíces, solo una actúa como pivote y sigue bajando hasta llegar a una profundidad de 2 m.
Descripción suelo	0-30 cm Arenosa
	30-40 cm Arena - franco, con aglomeraciones blancas y una línea de 2 cm. de arcilla
	40 - 100 cm Arena - franco
	1.00 cm y más Arena - franco, con piedras

Esquema

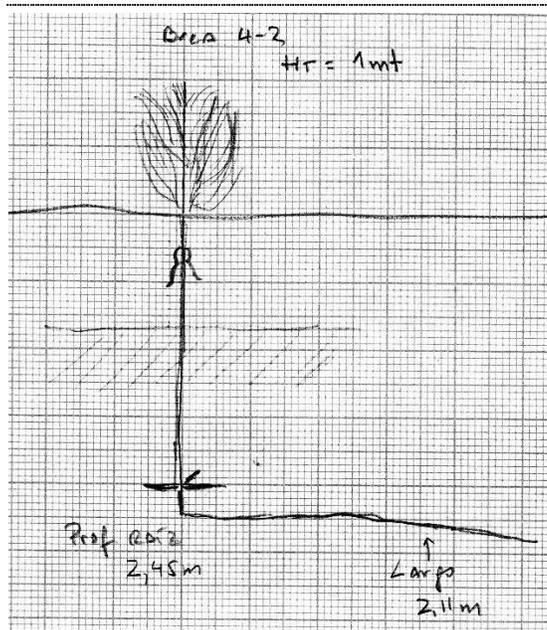


Foto

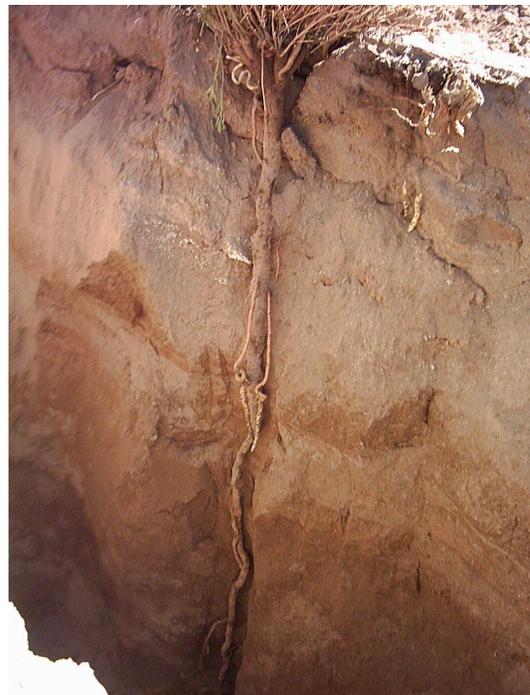


ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 4-2
Tamaño	Copa de 1.0 m y 0.84 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 85 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 2,45 m de profundidad desde donde salen raíces hacia los lados, sólo una baja alcanzando una longitud de 2,11 m.
Descripción suelo	0-40 cm Areno - franco 40-60 cm Areno - franco, con aglomeraciones blancas y piedrecillas 60-80 cm Areno - franco, con piedras 80-90 cm Franco - arcilloso - arenosa, con bastante humedad. 90 cm y más Franco - arcillo - arenosa, con piedrecillas

Esquema

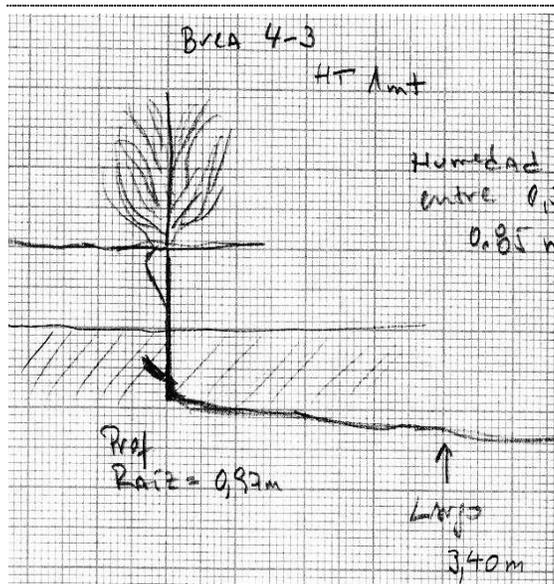


Foto

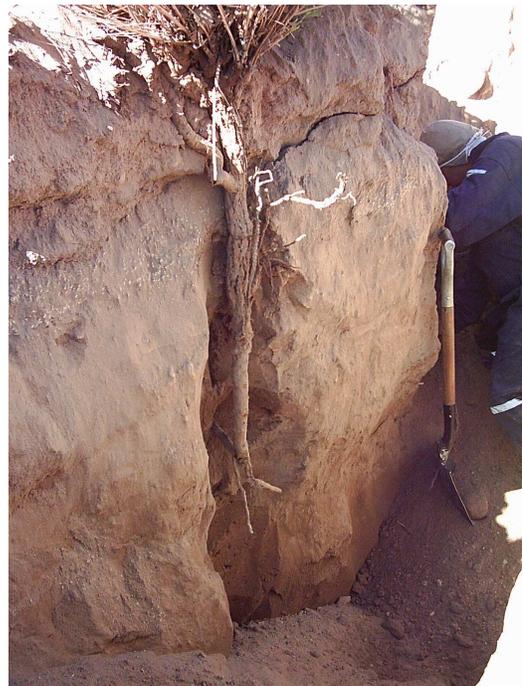


ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 4-3
Tamaño	Copa de 1 m y 0.8 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 50 cm.
Descripción raíz	Presencia de dos raíces que se unen a los 0.88 m desde donde se divide y sale una raíz perpendicular a la primera, la raíz pivotante tiene una profundidad total de 0.97 m, desde aquí dobla desplazándose horizontalmente con un largo de 3.30 m.
Descripción suelo	0-38 cm Franco - arenosa con piedrecillas
	38-50 cm Franco - arenosa, con aglomeraciones blancas
	50 - 120 cm Franco - arcilla - arenosa
	120 cm Arcillo - arenosa, con mayor humedad que los demás estratos.

Esquema



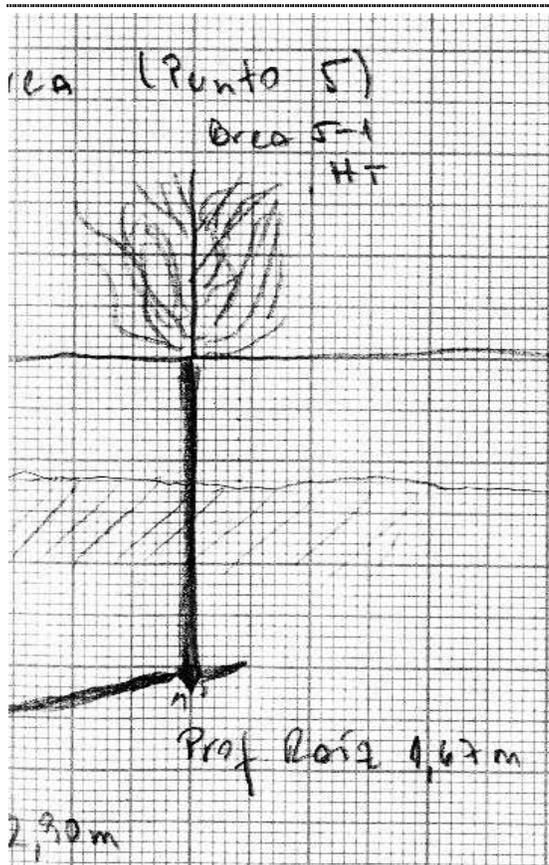
Foto



Punto 5

ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 5-1
Tamaño	Copa e 1,0 m y 0,65 de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 0.6 metros
Descripción raíz	Raíz pivotante con una profundidad de 1,67 m desde donde se divide en varias raíces, una de ellas alcanza una longitud de 2,90 m.
Descripción suelo	0-10 cm Areno - franco
	10-59 cm Areno - franco, con piedras entre los 5 mm y 2 cm.
	59- 120 cm Franco - arcilloso - arenoso, con piedras
	120 cm y más Arcilloso – arenoso.

Esquema

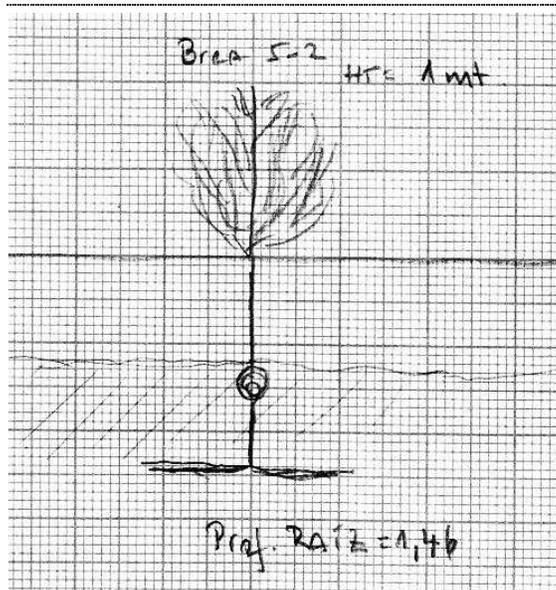


Foto

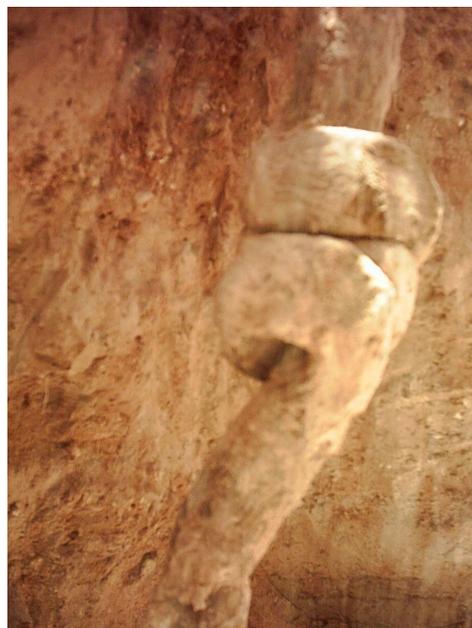


ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 5-2
Tamaño	Copa de 1 m y 0,65 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 60 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante que a los 0.8 m se enrosca en si misma y continúa hacia abajo con una profundidad de 1,46 m, casi al final se forma una estructura en la raíz de donde salen raíces tanto hacia los lados como hacía abajo.
Descripción suelo	0-50 cm Franco - arenosa
	50-60 cm Franco - arenosa, con piedra y aglomeraciones blancas
	60 -100 cm Franco - arcilla - arenosa
	100 cm y más Franco - arcillo - arenosa, con piedras y aglomeraciones de cal y de sal.

Esquema

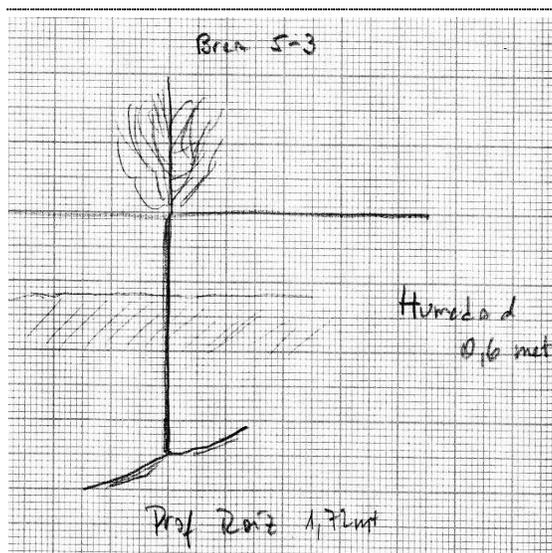


Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	BREA 5-3
Tamaño	Copa de 1m y 1 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 60 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 1,75 m de profundidad, desde aquí se divide en dos raíces que se desplazan horizontalmente a la misma profundidad.
Descripción suelo	0-9 cm Arenosa
	9-20 cm Arena - franca
	20-50 cm Franco - arcillo - arenosa, con piedras
	50-61 cm Franco - arcillo - arenosa, con motes blancos
	61-90 cm Franco - arcillo - arenosa
	90- 100 cm Formación de línea blanca
	100 cm y más Franco - arcillo - limoso, con franja de limo de 1 cm de grosor.

Esquema



Foto

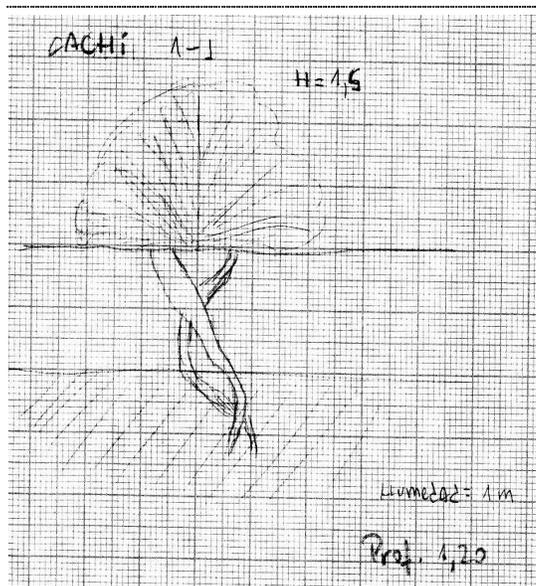


IV.3.2 Especie: CACHIYUYO (*Atriplex atacamensis*)

Punto 1

ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 1-1
Tamaño	Copa de 1,5 m y 2,0 m de diámetro
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 100 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 1,20 m de profundidad.
Descripción suelo	0 – 6 cm Hojarasca
	6 – 18 cm Arenoso, con hojarasca en descomposición
	18 – 32 cm Arenoso, con materia orgánica, presenta color mas oscuro.
	32 – 41 cm Capa de limo con piedrecillas y concreciones blancas
	41 – 60 cm Capa de gravilla con arena, gravilla de color blanca y negra.
	60 – 118 cm Arcilloso, con moteado blanco.
	197 cm Horizonte de cal.

Esquema

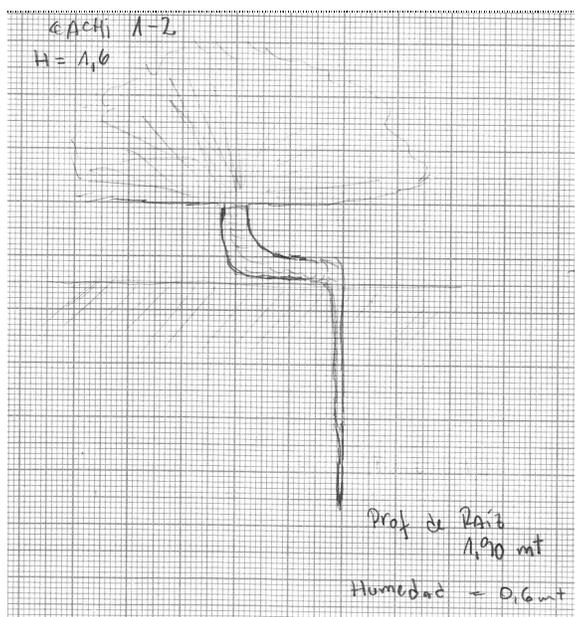


Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 1-2
Tamaño	Copa de 1,6 m y 3,0 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 60 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 1,90 m de profundidad y 24 cm de ancho a los 60 cm de profundidad.
Descripción suelo	0 – 4 cm Hojarasca
	4 – 13 cm Arenoso
	13 – 38 cm Franco – arenoso, con cal y piedras
	38 – 85 cm Limo con aglomeraciones blancas
	85 – 210 cm Franco – arenoso, capa de yeso
	210 y más Arcilloso

Esquema



Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 1-3
Tamaño	Copa de 1,8 m y 3,0 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 50 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 1,90 m de profundidad, raicillas hasta 1,90 m.
Descripción suelo	0 – 10 cm Hojarasca 10 – 34 cm Arenoso 34 – 90 cm Franco – arenoso, con moteado blanco y algo de gravilla 90 – 170 cm Arcilla

Esquema



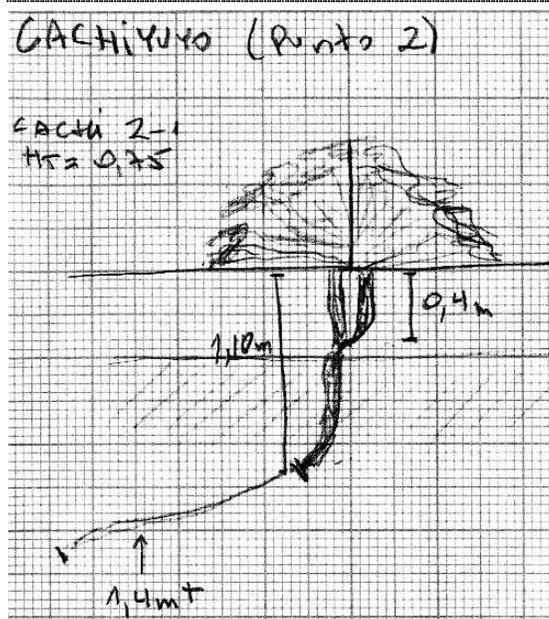
Foto



Punto 2

ITEM	DESCRIPCION								
Repetición	CACHIYUYO 2-1								
Tamaño	Copa de 0,75 m y 1,40 m de diámetro.								
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 50 cm.								
Descripción raíz	Dos Raíces de 10 cm. de grosor con una profundidad de 1,10 m, a partir de aquí se extiende hacia los lados alcanzando una longitud de 1,4 metros. Esta raíz siempre se desplaza horizontalmente y no baja haciendose cada vez más fina.								
Descripción suelo	<table border="0"> <tr> <td>0- 4 cm.</td> <td>Hojarasca</td> </tr> <tr> <td>4 - 20 cm.</td> <td>Arenosa</td> </tr> <tr> <td>20 - 50 cm.</td> <td>Arenosa - franco, con aglomeraciones blancas</td> </tr> <tr> <td>50 cm y más</td> <td>Arcillo - arenosa, a los 1,10 m se observa la presencia de raicillas</td> </tr> </table> <p>Estructura: En la arena no existe una estructura, posteriormente se forma una estructura laminar, para terminar con bloques.</p>	0- 4 cm.	Hojarasca	4 - 20 cm.	Arenosa	20 - 50 cm.	Arenosa - franco, con aglomeraciones blancas	50 cm y más	Arcillo - arenosa, a los 1,10 m se observa la presencia de raicillas
0- 4 cm.	Hojarasca								
4 - 20 cm.	Arenosa								
20 - 50 cm.	Arenosa - franco, con aglomeraciones blancas								
50 cm y más	Arcillo - arenosa, a los 1,10 m se observa la presencia de raicillas								

Esquema

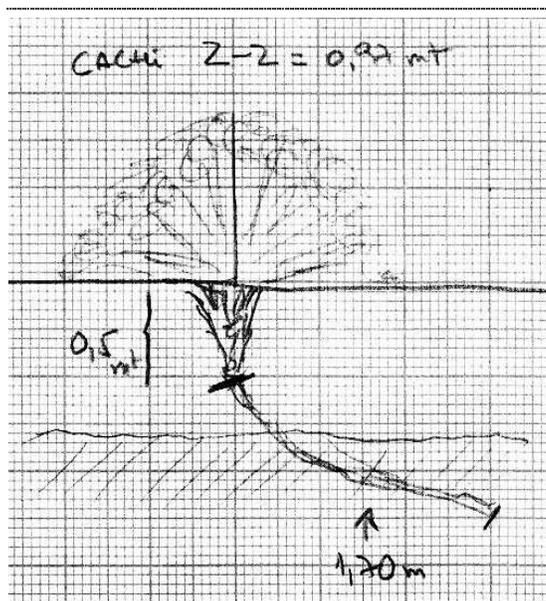


Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 2-2
Tamaño	Copa de 0,97 m y 2 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 80 cm.
Descripción raíz	Raíz gruesa que baja hasta los 50 cm, desde aquí se desplaza casi horizontalmente con una longitud de 1,70 m, bajando hasta los 1,3 m.
Descripción suelo	0-10 cm. Hojarasca 10-50 cm Areno - franco 50-60 cm Areno - franco, con aglomeraciones blanca 60 cm y más franco - arcilloso - arenoso, a 1.10 m línea de sal o cal, la cual no es continúa en el perfil que se realizó
Estructura: En los primeros cm se tiende a formar una estructura laminar.	

Esquema

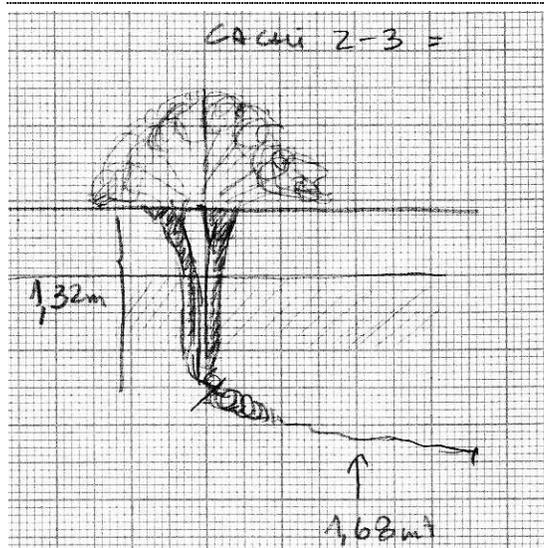


Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 2-3
Tamaño	Copa de 0.90 m y 1,5 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 50 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 1,32 m de profundidad que luego se enrosca y se convierte en varias raicillas, muchas de ellas se encuentran podridas llegando a tener una longitud total de 3.0 m.
Descripción suelo	0-10 cm. Arena
	10-20 cm. Franco - arenosos
	10 - 40 cm Arenoso - franco, con aglomeraciones blancas
	40 cm y más Arenoso - franco, con raicillas a los 0.90 m.

Esquema



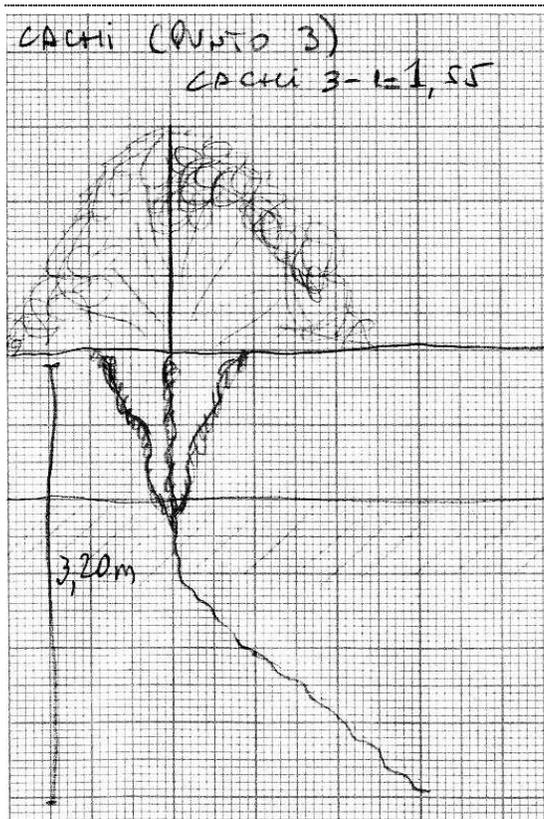
Foto



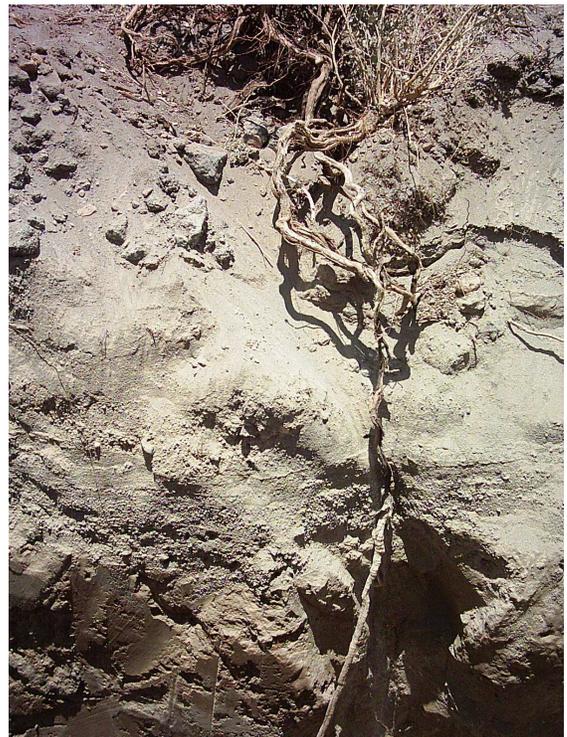
Punto 3

ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 3-1
Tamaño	Copa de 1,55 m y 1,10 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 100 cm.
Descripción raiz	Presenta varias raíces que se funden formando una sola con una profundidad de 3,20 m.
Descripción suelo	0-100 cm Areno - franco, con piedras.
	100 cm y más Franco arenosa arcillosa, con poca humedad.
	Estructura: En algunos sectores forma láminas

Esquema

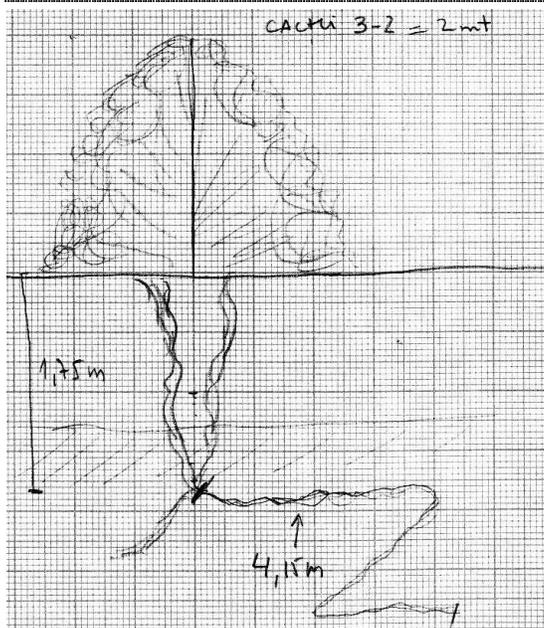


Foto



ITEM	DESCRIPCION								
Repetición	CACHIYUYO 3-2								
Tamaño	Copa de 2 m y 2,10 m de diámetro.								
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de 1,3 m. En general se ve poca humedad a lo largo del perfil.								
Descripción raíz	Presencia de dos raíces que se entrecruzan pero no se fusionan, ambas bajan aproximadamente hasta los 1.75 m de profundidad, en este punto se separan nuevamente desplazándose en forma horizontal para luego profundizar hasta los 3,0 m, alcanzando una longitud total de 4,15 m. En este punto se le perdió el rastro								
Descripción suelo	<table border="0"> <tr> <td>0 – 1 cm</td> <td>Hojarasca</td> </tr> <tr> <td>1 – 40 cm</td> <td>Franco – arenosa</td> </tr> <tr> <td>40 – 150 cm</td> <td>Franco – arcillosa – arenosa, con algomeraciones de color blanco</td> </tr> <tr> <td>150 cm y más</td> <td>Franco – arcillosa – arenosa, con bastantes piedras y sequedad.</td> </tr> </table>	0 – 1 cm	Hojarasca	1 – 40 cm	Franco – arenosa	40 – 150 cm	Franco – arcillosa – arenosa, con algomeraciones de color blanco	150 cm y más	Franco – arcillosa – arenosa, con bastantes piedras y sequedad.
0 – 1 cm	Hojarasca								
1 – 40 cm	Franco – arenosa								
40 – 150 cm	Franco – arcillosa – arenosa, con algomeraciones de color blanco								
150 cm y más	Franco – arcillosa – arenosa, con bastantes piedras y sequedad.								

Esquema

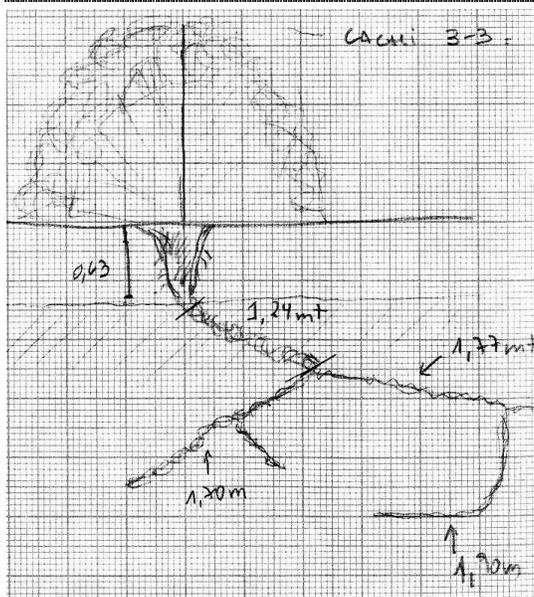


Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 3-3
Tamaño	Copa de 1,7 m y 2,30 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 70 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 0,63 m de profundidad, desde aquí comienza a desplazarse horizontalmente llegando hasta 1,24 m de profundidad, en este punto se divide en dos ramificaciones y así sucesivamente.
Descripción suelo	0-3 cm Hojarasca 3-20 cm Areno - franco, con raicillas 20 - 50 cm Areno - franco, con aglomeraciones blancas 70 cm y más Franco - arenosa

Esquema



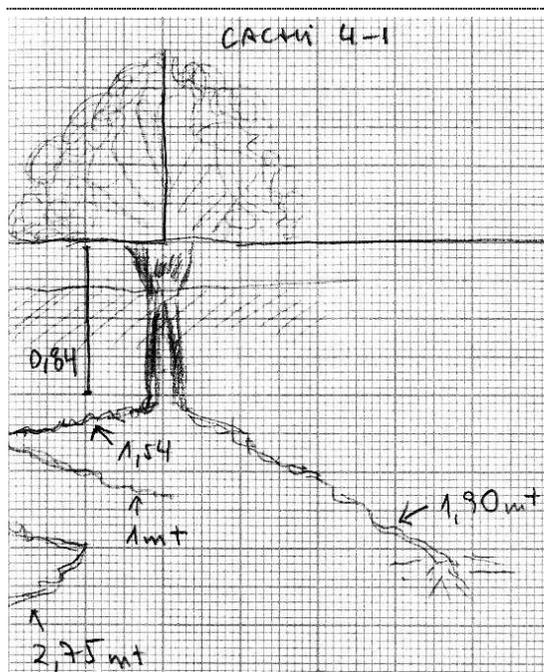
Foto



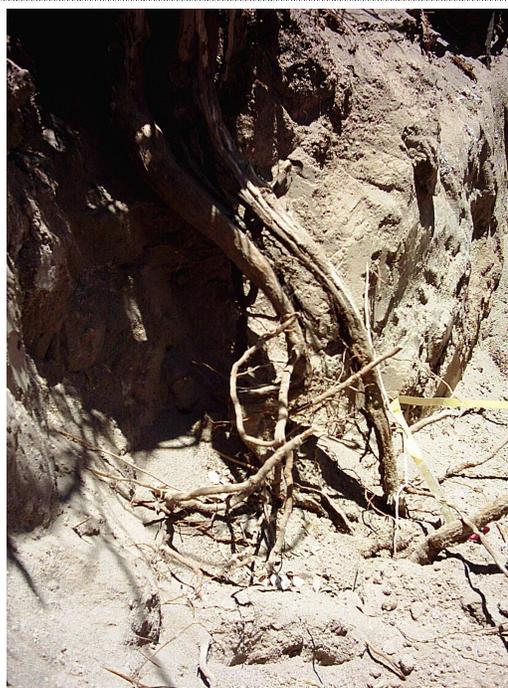
Punto 4

ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 4-1
Tamaño	Copa de 1,20 m.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 30 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante de 0,84 m de profundidad, a los 28 cm se divide y estas divisiones a su vez se van subdividiendo llegando a longitudes de 1,90 m y 4,29 m. La raíz no se entierra si no que se desplaza horizontalmente.
Descripción suelo	0-23 cm Areno - franco 23-40 cm Franco - arenosa 40-50 cm Franco arenosa con aglomeraciones blancas 50-58 cm Franco arcillo - arenosa 58-88 cm Arcillo - arenosa, con piedras

Esquema

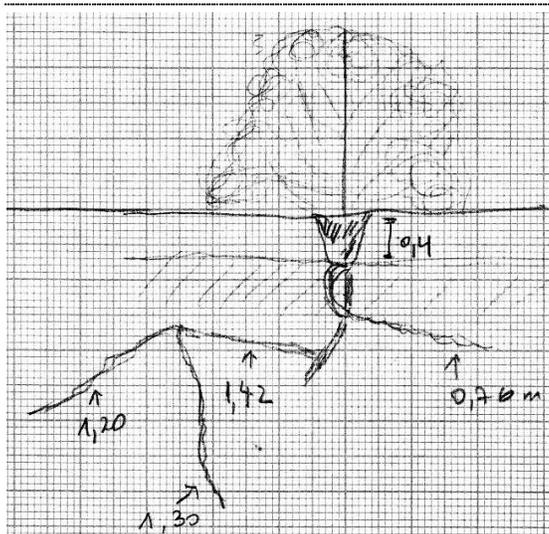


Foto



ITEM	DESCRIPCION										
Repetición	CACHIYUYO 4-2										
Tamaño	Copa de 1,38 m y 1,80 m de diámetro.										
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 40 cm.										
Descripción raíz	Raíz pivotante con un ancho de 17 cm. A una profundidad de 0,4 m se divide en dos y siguen bajando entrelazadas hasta los 1,2 m. En este punto cada una de las raíces se separa completamente, ambas se desplazan horizontalmente a esta profundidad y se subdividen.										
Descripción suelo	<table border="0"> <tr> <td>0-1 cm</td> <td>Hojarasca</td> </tr> <tr> <td>1-40 cm</td> <td>Areno - franca</td> </tr> <tr> <td>40-50 cm</td> <td>Franco - arenosa</td> </tr> <tr> <td>50-60 cm</td> <td>Franco - arenosa, con aglomeraciones blancas, con raicillas a los 55 cm.</td> </tr> <tr> <td>60 cm y más</td> <td>Arcillo - arenosa, con piedras y poca humedad</td> </tr> </table>	0-1 cm	Hojarasca	1-40 cm	Areno - franca	40-50 cm	Franco - arenosa	50-60 cm	Franco - arenosa, con aglomeraciones blancas, con raicillas a los 55 cm.	60 cm y más	Arcillo - arenosa, con piedras y poca humedad
0-1 cm	Hojarasca										
1-40 cm	Areno - franca										
40-50 cm	Franco - arenosa										
50-60 cm	Franco - arenosa, con aglomeraciones blancas, con raicillas a los 55 cm.										
60 cm y más	Arcillo - arenosa, con piedras y poca humedad										

Esquema

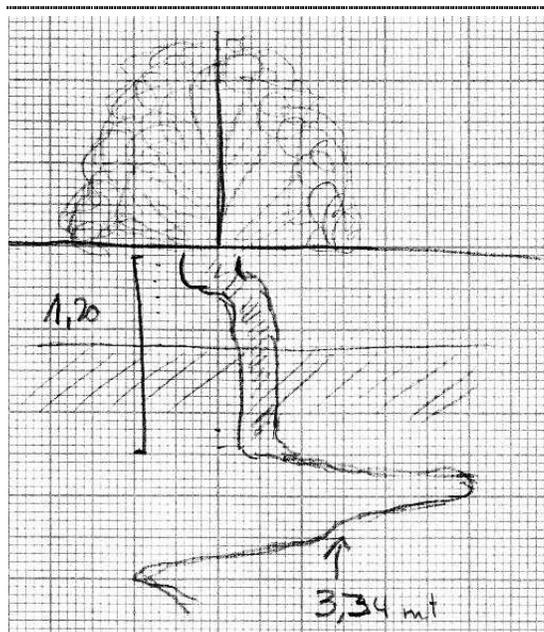


Tabla



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 4-3
Tamaño	Copa de 1,30 m y 1,80 m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 60 cm.
Descripción raíz	Raíz pivotante con una profundidad de 1,20 m, desde aquí se desplaza horizontalmente hasta los 3,34 m de longitud.
Descripción suelo	0-1 cm Hojarasca 1-32 cm Areno - franca 32-67cm Franco - arcilloso - arena, con raicillas, a los 60 cm. 67 cm y más Arcillo - arenoso, con leves espejos de arcillas

Esquema



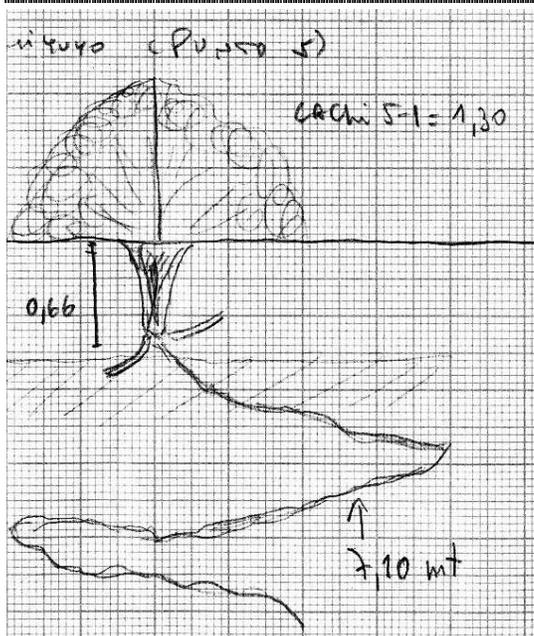
Foto



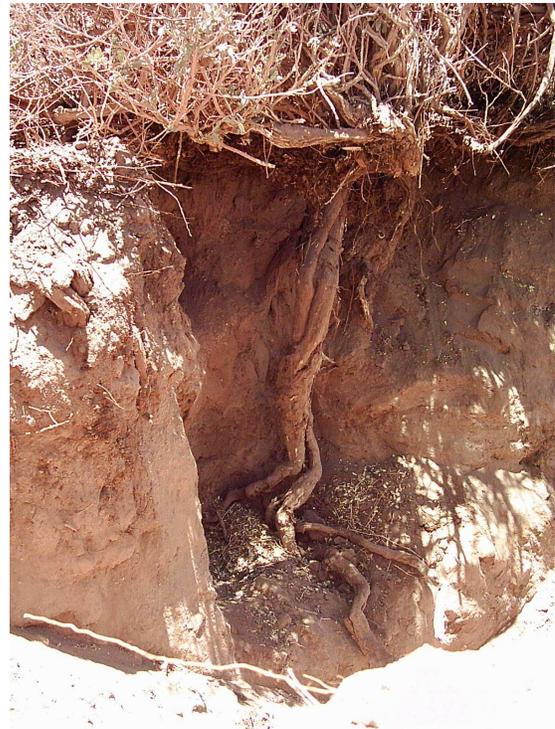
Punto 5

ITEM	DESCRIPCION												
Repetición	CACHIYUYO 5-1												
Tamaño	Copa de 1,30 m y 2,0 m de diámetro												
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 80 cm.												
Descripción raíz	Raíces entrecruzadas con un ancho de 10 cm y una profundidad de 0,66 m, desde aquí se divide tomando diferentes direcciones, ninguna de las raíces sigue bajando, sino que desplazándose horizontalmente. Una de las raíces tiene un largo de 7,10 m.												
Descripción suelo	<table border="0"> <tr> <td>0-20 cm</td> <td>Hojarasca</td> </tr> <tr> <td>2-10 cm</td> <td>Arena compactada, laminar</td> </tr> <tr> <td>10-20 cm</td> <td>Arena</td> </tr> <tr> <td>20-39 cm</td> <td>Arena con arcilla</td> </tr> <tr> <td>39-58 cm</td> <td>Arena con arcilla y motes blancos</td> </tr> <tr> <td>58 cm y más</td> <td>hacia abajo más arcilla que arena</td> </tr> </table> <p>Estructura: Al escarbar salen bloques gruesos de arcilla con poco de arena</p>	0-20 cm	Hojarasca	2-10 cm	Arena compactada, laminar	10-20 cm	Arena	20-39 cm	Arena con arcilla	39-58 cm	Arena con arcilla y motes blancos	58 cm y más	hacia abajo más arcilla que arena
0-20 cm	Hojarasca												
2-10 cm	Arena compactada, laminar												
10-20 cm	Arena												
20-39 cm	Arena con arcilla												
39-58 cm	Arena con arcilla y motes blancos												
58 cm y más	hacia abajo más arcilla que arena												

Esquema

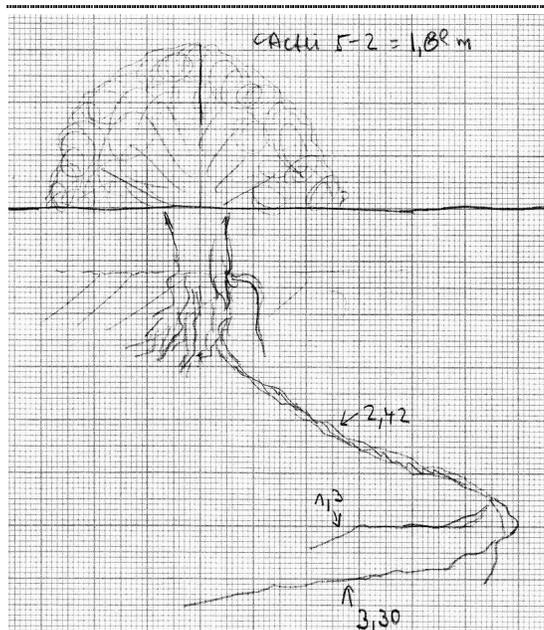


Foto



ITEM	DESCRIPCION
Repetición	CACHIYUYO 5-2
Tamaño	Copa de 1,89 m y 2,8m de diámetro.
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 60 cm.
Descripción raíz	Gran raíz de 0,53 m de ancho que se divide en varias raíces mas delgadas que bajan hasta los 1,48 m de profundidad y se desplazan horizontalmente, una de ellas presenta 2,42 m de largo y se divide en dos, la primera con un largo de 1,30 m y la otra de 3,30 m.
Descripción suelo	<p>0 – 1cm Hojarasca</p> <p>1 –8cm Arena que forma laminas</p> <p>8 –57cm Arcilla con una franja blanca arcillosa</p> <p>60cm Arcilla levemente húmeda</p> <p>60 – 90cm Arcillosa - Franco</p> <p>90 cm hacia abajo Franco - Arcillosa con piedras de 1 cm aprox. no muy húmeda.</p>

Esquema

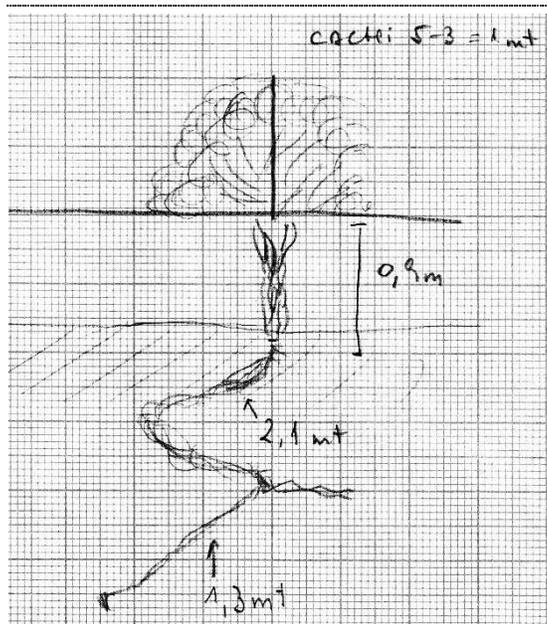


Foto



ITEM	DESCRIPCION												
Repetición	CACHIYUYO 5-3												
Tamaño	Copa de 1,0 m.												
Presencia de Humedad	Humedad leve a partir de los 80 cm.												
Descripción raíz	Presencia de 2 raíces entrecruzadas que llegan a una profundidad de 0,9 m, desde aquí comienza a desplazarse horizontalmente llegando a tener una longitud de 3,0 m desde aquí se divide en varias raíces, una de ellas alcanza una longitud de 1,3 m.												
Descripción suelo	<table border="0"> <tr> <td>0-4cm</td> <td>Hojarasca</td> </tr> <tr> <td>4-10cm</td> <td>Arena suelta</td> </tr> <tr> <td>10-18cm</td> <td>Arena pero laminar</td> </tr> <tr> <td>18-30cm</td> <td>Arena con motes blancos</td> </tr> <tr> <td>30-80c</td> <td>Más arcilla que arena, y se observa humedad, presencia de raicillas</td> </tr> <tr> <td>80 hacia abajo</td> <td>Franco arcilloso en algunos sectores con piedras</td> </tr> </table> <p>Durante la excavación aparecen piedras grandes y la tierra presenta grandes terrones con bastante humedad.</p>	0-4cm	Hojarasca	4-10cm	Arena suelta	10-18cm	Arena pero laminar	18-30cm	Arena con motes blancos	30-80c	Más arcilla que arena, y se observa humedad, presencia de raicillas	80 hacia abajo	Franco arcilloso en algunos sectores con piedras
0-4cm	Hojarasca												
4-10cm	Arena suelta												
10-18cm	Arena pero laminar												
18-30cm	Arena con motes blancos												
30-80c	Más arcilla que arena, y se observa humedad, presencia de raicillas												
80 hacia abajo	Franco arcilloso en algunos sectores con piedras												

Esquema



Foto



A partir de la revisión de los resultados presentados en las fichas descriptivas de los distintos ejemplares prospectados se obtiene la siguiente tabla resumen.

TABLA IV.4.1
RESUMEN DE INFORMACIÓN DESCRIPTIVA PARA EJEMPLARES PROSPECTADOS

Ejemplar	Altura	Profundidad de raíz	Presencia humedad	Tipo de raíz	Observación
Brea 1-1	1,32 m	1,2 m	0,3 m	Pivotante recta única	Presenta enroscamiento a los 0,5 m
Brea 1-2	1,41m	2 m	0,62 m	Pivotante recta única	A los 2 m se pudre y se pierde el rastro.
Brea 1-3	1,25 m	2,3 m	0,4 m	Pivotante recta única	
Brea 2-1	0,9 m	2,2 m	0,1 m	Pivotante única, ramificada	La raíz se ramifica a los 1,6 m.
Brea 2-2	0,9 m	1,9 m	0,6 m	Pivotante única, con ramificación	Raíz principal se divide a los 1,6 m. una rama sigue en profundidad y otras raíces siguen horizontales.
Brea 2-3	1 m	2,56 m	0,4 m	Pivotantes múltiples que se fusionan	A los 1,7 m se fusionan raíces para formar una sola rama que sigue en profundidad. A los 2,56 m hay protuberancia que sigue en forma horizontal.
Brea 3-1	0,9 m	2,6 m	0,44 m	Pivotantes múltiples que se fusionan.	A 1 m se fusionan las raíces. Luego se dividen y una sigue en profundidad mientras otras se desplazan horizontales hasta 1,9 m.
Brea 3-2	0,94 m	1,7 m	0,76 m	Pivotantes múltiples que se fusionan y ramifican	Tres raíces se fusionan a los 1,70 m, luego se separan para llegar a los 1,7 de profundidad y 2,9 m de largo
Brea 3-3	0,95	3 m (aprox)	1,2 m	Pivotantes múltiples unidas con ramificación posterior	Dos raíces bajan hasta una profundidad de 1,20 m, donde se forma una cruz y las raíces se dividen, algunas de ellas van hacia los lados mientras una baja hasta 3 m (estimado).
Brea 4-1	1,1 m	2 m	0,70 m	Pivotante ramificada	Raíz pivotante con protuberancia a los 1,40 m donde se divide en varias raíces. Una sigue bajando hasta 2 m.
Brea 4-2	1 m	2,45 m	0,85 m	Pivotante con ramificaciones	Desde ramificación sale una raíz horizontal de 2,11 m
Brea 4-3	1 m	0,97 m	0,5 m	Pivotantes múltiples	Dos raíces se unen a los 0,88 m donde se divide y sale una raíz horizontal con longitud de 3,30 m.
Brea 5-1	1 m	1,67 m	0,6 m	Pivotante ramificada	Raíz pivotante se divide en varias raíces horizontales a los 1,67 m, una de ellas alcanza una longitud de 2,90 m.
Brea 5-2	1 m	1,46 m	0,6 m	Pivotante con enroscamiento intermedio	Enroscamiento a 0,8 m., casi al final se forma una estructura en la raíz de donde salen raíces tanto hacia los lados como hacía abajo.

TABLA IV.4.1
RESUMEN DE INFORMACIÓN DESCRIPTIVA PARA EJEMPLARES PROSPECTADOS

Ejemplar	Altura	Profundidad de raíz	Presencia humedad	Tipo de raíz	Observación
Brea 5-3	1 m	1,75 m	0,6 m	Pivotante ramificada	A los 1,75 m de profundidad se divide en dos raíces que se desplazan horizontalmente a la misma profundidad.
Cachiyuyo 1-1	1,5 m	1,2 m	1 m	Pivotantes múltiples	Las raíces tienden a juntarse.
Cachiyuyo 1-2	1,6 m	1,9 m	0,6 m	Pivotante gruesa	Presenta 24 cm de diámetro a los 0,6 m.
Cachiyuyo 1-3	1,8 m	1,9 m	0,5 m	Pivotante principal con raicillas en profundidad	Raicillas alcanzan 1,9 m
Cachiyuyo 2-1	0,75 m	1,1 m	0,5 m	Pivotantes múltiples	Dos Raíces de 10 cm. de grosor a los 1,10 m, se extiende en forma horizontal alcanzando una longitud de 1,4 metros.
Cachiyuyo 2-2	0,97 m	1,3 m	0,8 m	Pivotante gruesa	Raíz gruesa que baja hasta los 50 cm, desde aquí se desplaza casi horizontalmente con una longitud de 1,70 m, bajando hasta los 1,3 m.
Cachiyuyo 2-3	0,9 m	1,32 m	0,5 m	Pivotante, enroscada y ramificada	Raíz pivotante, se enrosca y se convierte en varias raicillas, muchas de ellas se encuentran podridas llegando a tener una longitud total de 3,0 m.
Cachiyuyo 3-1	1,55 m	3,2 m	1 m	Pivotantes múltiples que se funden	Múltiples raíces se juntan y funden siguiendo una sola en profundidad.
Cachiyuyo 3-2	2 m	3 m	1,3 m	Pivotantes múltiples	Dos raíces que se entrecruzan pero no se fusionan, ambas bajan aproximadamente hasta los 1,75 m de profundidad, en este punto se separan nuevamente desplazándose en forma horizontal para luego profundizar hasta los 3,0 m, alcanzando una longitud total de 4,15 m.
Cachiyuyo 3-3	1,7 M	1,24 m	0,7 m	Pivotante con ramificaciones	Raíz pivotante única hasta 0,63 m de profundidad, desde aquí se desplaza casi horizontalmente llegando hasta 1,24 m de profundidad. Se divide en forma dicotómica al menos dos veces.
Cachiyuyo 4-1	1,2 m	0,84 m	0,3 m	Pivotante que se ramifica horizontalmente	A los 28 cm se divide y estas divisiones a su vez se van subdividiendo llegando a longitudes de 1,90 m y 4,29 m. La raíz no se profundiza desplazándose horizontalmente.
Cachiyuyo 4-2	1,38 m	1,2 m	0,4 m	Pivotante ramificada	Raíz pivotante con un ancho de 17 cm. A una profundidad de 0,4 m se divide en dos y sigue bajando entrelazada hasta los

TABLA IV.4.1
RESUMEN DE INFORMACIÓN DESCRIPTIVA PARA EJEMPLARES PROSPECTADOS

Ejemplar	Altura	Profundidad de raíz	Presencia humedad	Tipo de raíz	Observación
					1,2 m. Aquí se separa y se desplaza horizontalmente y vuelve a dividirse.
Cachiyuyo 4-3	1,3 m	1,2 m	0,6 m	Pivotante	A los 1,20 m se desplaza horizontalmente hasta una longitud de 3,34 m de longitud.
Cachiyuyo 5-1	1,3 m	0,66 m	0,8 m	Pivotantes múltiples	Raíces gruesas entrecruzadas hasta 0,66 m de profundidad. , Desde aquí se divide tomando diferentes direcciones manteniéndose horizontales. Una de las raíces con largo de 7,1 m.
Cachiyuyo 5-2	1,89 m	1,48 m	0,6 m	Pivotante	Raíz gruesa de 53 cm de ancho que se divide en varias raíces mas delgadas que bajan hasta los 1,48 m de profundidad y se desplazan horizontalmente ramificándose. Una de ellas alcanza 3,30 m de longitud.
Cachiyuyo 5-3	1 m	0,9 m	0,8 m	Pivotantes múltiples	2 raíces entrecruzadas hasta profundidad de 0,9 m, luego horizontales hasta longitud de 3,0 m. Finalmente se ramifica con brazos de 1,3 m.

IV.4 ANALISIS

De la revisión de los resultados del trabajo de prospección de raíces en las especies Brea y Cachiyuyo y de la revisión de antecedentes complementarios, se puede señalar lo siguiente:

- Todos los ejemplares analizados presentan raíces pivotantes.
- En la especie Brea, la mayor parte de los individuos estudiados presentó una raíz única, la que profundiza en forma vertical para luego dividirse en tres o más ramas, de las cuales una sigue en profundidad y las demás se desarrollan en forma horizontal. En algunos casos se observó la presencia de dos o más raíces pivotantes, las que posteriormente se fusionan formando un engrosamiento, para luego seguir como una sola raíz en profundidad.
- En el caso de Cachiyuyo, la mayor parte de los ejemplares estudiados presentó un sistema de raíces múltiples de tipo pivotante, apareciendo en algunos casos como una gran raíz engrosada, las que tienden a confluir en un punto común. Desde este punto, una o dos raíces siguen su desarrollo en direcciones más bien horizontales, con ramificaciones dicotómicas cada cierto tramo.
- Los ejemplares de la especie Brea presentaron raíces con profundidades que van desde 0,97 a 3 m.
- Los ejemplares de la especie Cachiyuyo presentaron raíces con profundidades que van desde 0,66 a 3,2 m.
- La aparición de humedad en el perfil de suelo osciló entre 0,1 y 1,2 m de profundidad para la especie Brea, mientras que para Cachiyuyo estos valores van desde 0,3 a 1,3 m. Estos valores presentan una alta correlación con la aparición de perfiles con alto contenido arcilloso.
- De acuerdo a mediciones de profundidad de nivel freático, efectuadas en la zona por DICTUC, los niveles actuales de la napa para los distintos puntos de muestreo son los siguientes:

Punto de muestreo	Profundidad de Napa
1	8 m
2	16 m
3	12 m
4	12 m
5	16 m

- El sector se caracteriza por presentar eventos de lluvia intensa en períodos cortos, lo que favorece la infiltración de humedad en el suelo. En algunos puntos se observan cursos de drenaje que traen el escurrimiento superficial proveniente de los fenómenos de precipitaciones intensas del sector altiplánico localizado al este del área de estudio.

IV.5 CONCLUSIONES

Tomando en consideración los antecedentes expuestos, se puede concluir que los ejemplares arbustivos correspondientes a la formación de Matorral de Brea-Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides-Atriplex atacamensis*) localizados en el límite oriental del sistema vegetacional denominado Borde Este del Salar de Atacama, no dependen para su subsistencia de la napa freática.

Lo anterior queda en evidencia al considerar que todos los ejemplares muestreados presentaron raíces pivotantes con profundidades que oscilaron entre los 0,66 y los 3,2 m de profundidad. Entre estos niveles de profundidad, las raíces alcanzan perfiles de suelo con importantes contenidos de arcilla, donde se observa presencia de humedad, desarrollando ramificaciones horizontales extensas en este nivel (se observaron casos con más de 7 m de longitud).

Por otra parte, la profundidad que alcanza la napa freática en estos puntos hace imposible suponer que la humedad a la que acceden estos ejemplares tenga su origen en ella. Considerando que la franja capilar podría, en el mejor de los casos, alcanzar espesores de 2 a 3 m (en presencia de horizontes arcillosos), se tiene que el área de influencia de la napa fluctuaría entre los 6 a los 14 m de profundidad para los ambientes vegetacionales localizados en el límite oriental del Borde Este del Salar de Atacama.

De esta forma, la humedad requerida por estos arbustos provendría de aportes superficiales, tanto en forma de precipitaciones locales, como en forma de escurrimientos superficiales provenientes del sector altiplánico. La existencia de sustratos con altos contenidos de arcilla en los primeros 3 m de profundidad, permitirían la retención de una parte del agua infiltrada, la que sería aprovechada por la vegetación.

En este contexto, no es aplicable el concepto de niveles máximos de descenso del nivel freático, asociado a la sobrevivencia de las comunidades vegetales del límite oriental del Borde Este, por cuanto la vegetación existente en esta zona no depende de la napa freática. La vegetación de esta zona se alimentaría de la humedad que queda retenida en los horizontes arcillosos localizados entre los primeros 3 metros de profundidad.

Por lo tanto, se concluye que para los ejemplares de Brea-Cachiyuyo localizados en el margen oriental de la formación Borde Este no es necesario establecer niveles máximos de descenso del nivel freático, como indicador de alerta temprana. Por otra parte, los ejemplares de estas especies localizados en las cercanías del margen occidental del Borde Este, estarían cubiertos por el nivel máximo de descenso establecido para esta zona, debido a que presentarían una mayor resistencia a los cambios freáticos respecto de las especies herbáceas, a las cuales se aplica el valor límite de 25 cm.

CONTENIDOS

IV.1	ASPECTOS GENERALES	1
IV.2	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	1
IV.3	RESULTADOS	3
IV.3.1	Especie: BREA (<i>Tessaría absinthioides</i>)	4
IV.3.2	Especie: CACHIYUYO (<i>Atriplex atacamensis</i>)	20
IV.4	ANALISIS	38
IV.5	CONCLUSIONES.....	39